



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXIX

Број: 12/2024

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXIX

Свеска: 12

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

Главни и одговорни уредник: проф. др Борис Думнић, декан Факултета техничких наука у Новом Саду

Уредништво:

Проф. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Стефановић

Проф. др Игор Пешко

Проф. др Милан Видаковић

Проф. др Дејан Лукић

Проф. др Лазар Ковачевић

Проф. др Јован Дорић

Проф. др Мирослав Кљајић

Проф. др Немања Тасић

Проф. др Немања Станисављевић

Проф. др Милан Рапаић

Проф. др Мирјана Дамњановић

Проф. др Андрија Рашета

Проф. др Милена Кркљеш

Проф. др Гордан Стојић

Проф. др Небојша Ралевић

Проф. др Немања Кашиковић

Проф. др Миодраг Жигић

Проф. др Зоран Јеличић

Редакција:

Проф. др Милан Видаковић

Проф. др Марко Векић, главни уредник

Сара Копривица, заменик главног уредника

Проф. др Немања Кашиковић

Проф. др Иван Пинђер

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Доц. др Драгана Гак

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН, проф. др Селена Самарцић Цвијановић, председник.

Штампа: ФТН – Графички центар ГРИД, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)

62

ЗБОРНИК радова Факултета техничких наука / главни и одговорни уредник проф. др Борис Думнић. – Год. 7, бр. 9 (1974)-1990/1991, бр.21/22 ; Год. 23, бр 1 (2008)-. – Нови Сад : Факултет техничких наука, 1974-1991; 2008-. – илустр. ; 30 цм. –(Едиција: Техничке науке – зборници)

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је дванаеста овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

Часопис је покренут давне 1960. године, одмах по оснивању Машинског факултета у Новом Саду, као „Зборник радова Машинског факултета“, а први број је одштампан 1965. године. Након осам публикованих бројева у шест година, пратећи прерастање Машинског факултета у Факултет техничких наука, часопис мења назив у „Зборник радова Факултета техничких наука“ и 1974. године излази као број 9 (VII година). У том периоду у часопису се објављују научни и стручни радови, резултати истраживања професора, сарадника и студената ФТН-а, али и аутора ван ФТН-а, тако да часопис постаје значајно место презентације најновијих научних резултата и достигнућа. Од броја 17 (1986. год.), часопис почиње да излази искључиво на енглеском језику и добија поднаслов «Publications of the School of Engineering».

Наставно-научно веће ФТН-а је одлучило да од новембра 2008. год. у облику пилот пројекта, а од фебруара 2009. год. као сталну активност, уведе презентацију најважнијих резултата свих мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“.

Поред студената мастер студија, часопис је отворен и за студенте докторских студија, као и за прилоге аутора са ФТН или ван ФТН-а.

Зборник излази у два облика – електронском на веб-страници Факултета техничких наука (www.ftn.uns.ac.rs) и штампаном, који је пред вама. Обе верзије публикују се сваки месец, у оквиру промоције дипломираних мастера.

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 21. 5. 2024. до 16. 9. 2024. год., а који се промовишу 27. 1. 2025. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

Известан број кандидата објавили су радове на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа. Њихови радови нису штампани у Зборнику радова ФТН-а.

У овој свесци, са редним бројем 11, објављени су радови из области:

- машинства и
- електротехнике и рачунарства.

У свесци са редним бројем 12. објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- мехатронике,

- математике у техници и
- геодезије и геоматике.

У свесци са редним бројем 1. из 2025. објавиће се радови из области:

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства информационих система,
- биомедицинског инжењерства,
- анимација у инжењерству,
- чистих енергетских технологија и
- сценске архитектуре и технике.

Уредништво се нада да ће и професори и сарадници ФТН-а и других институција наћи интерес да публикују своје резултате истраживања у облику регуларних радова у овом часопису.

Овом приликом се захваљујемо проф. др Жељену Трповском који је преданим и одговорним радом водио Зборник радова Факултета техничких наука од 2008. све до овог броја.

Континуираним радом и унапређењем квалитета часописа, план је да часопис постане препознатљив међу ауторима, чиме ће значајно допринети да се оствари мото Факултета техничких наука:

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

STRANA

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Ilija Trzin
PROCENA STANJA I PREDLOG SANACIJE MUZEJA "21. OKTOBAR" KRAGUJEVAC 1717 – 1720
2. Luka Tanasijević
PROJEKAT PRETHODNO NAPREGNUTOG ARMIRANOBETONSKOG MOSTA..... 1721 – 1724
3. Vlado Kovačević
АНАЛИЗА ПРИМЈЕНЕ РАСКРСНИЦА СА КРУЖНИМ ТОКОМ – ПРИМЈЕР
РЕКОНСТРУКЦИЈЕ РАСКРСНИЦЕ У БРЧКОМ 1725 – 1728
4. Jelena Mirjanić
PROJEKAT KONSTRUKCIJE SPORTSKE HALE U SUBOTICI SA ANALIZOM NOSIVOSTI
KARAKTERISTIČNIH ČELIČNIH ELEMENATA PRI DEJSTVU POŽARA 1729 – 1732

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Tamara Bulović
OSOIBINE I PRIMERI PRIMENE PASIVNIH OPTIČKIH MREŽA..... 1733 – 1736
2. Aleksandra Maričić
ANALIZA ISPLATIVOSTI I ODRŽIVOSTI ELEKTRIČNOG VOZNOG PARKA..... 1737 – 1740
3. Nenad Zagrađanin, Vuk Bogdanović, Nemanja Garunović
UTICAJ PRIMENE KOMBINOVANE RAZDELNE LINIJE NA NIVO USLUGE
DVOTRAČNIH PUTEVA..... 1741 – 1744

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Luka VUKanić, Stefan Đurđević
RAZVOJ AR APLIKACIJE ZA POSTAVLJANJE DIGITALNOG NAMEŠTAJA U FIZIČKO
OKRUŽENJE KORISNIKA 1745 – 1748
2. Tamara Janjić, Neda Milić Keresteš
UPOREDNA ANALIZA REZULTATA AI PREDIKCIJE I EYE TRACKING METODE U
ISPITIVANJU EFEKTIVNOSTI VEB REKLAMA..... 1749 – 1752
3. Kristina Pantić, Neda Milić Keresteš
UPOREDNA ANALIZA AI ALATA ZA GENERISANJE UI/UX ELEMENATA,..... 1753 – 1756

4. Драгана Чупић, Ивана Јурич КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ФОТОГРАФИЈА КОРИГОВАНИХ У СОФТВЕРИМА ADOBE PHOTOSHOP И AFFINITY PHOTO	1757 – 1760
5. Diana Kovačević, Sandra Dedijer, Saša Petrović UPOREDNA ANALIZA REPRODUKCIJE TONOVA KOŽE U ECO – SOVENT I UV INKJET ŠTAMPI	1761 – 1764
6. Vanja Todorović, Saša Petrović RAZVOJ PROTOTIPA MOBILNE APLIKACIJE ZA TURISTIČKE AGENCIJE	1765 – 1768
7. Софија Граховац, Немања Кашиковић, Растко Милошевић ПОРЕЂЕЊЕ ПОСТОЈАНСТИ ТЕКСТИЛНИХ ОТИСАКА ОДШТАМПЕНИХ ПОМОЋУ ГРАФИЧКИХ СИСТЕМА BROTHER GTX PRO BULK И TEXTEK DTF A60	1769 – 1772

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Vuk Jurišin IDEJNO REŠENJE ZA PROJEKAT BOTANIČKE BAŠTE NA PALIĆU	1773 – 1775
2. Jelena Pantić IDEJNO REŠENJE OBJEKTA SA PROSTOROM ZA ZAJEDNIČKI RAD (COWORKING)	1776 – 1779
3. Mirjana Todorović TRANSFORMACIJA RANŽIRNE STANICE U NOVOM SADU U MUZEJ ŽELEZNICE I MULTIFUNKCIONALNU DVORANU.....	1780 – 1782
4. Јелена Мишљеновић ВИРТУЕЛНА РЕКОНСТРУКЦИЈА ДИМЊАКА ДВОРЦА ОРЕНШТАЈН – ШПИЦЕР У БЕОЧИНУ	1783 – 1786
5. Уна Радивојевић ИДЕЈА САВРШЕНСТВА – РАЈСКИ ВРТ.....	1787 – 1790
6. Marija Grgurović PROJEKTOVANJE OSNOVNE ŠKOLE UZ POMOĆ ĆELIJSKOG AUTOMATA.....	1791 – 1794
7. Adham Al Farra PROJEKTOVANJE TRŽNOG CENTRA UZ POMOĆ ĆELIJSKOG AUTOMATA	1795 – 1797
8. Сара Коцић ПРОЈЕКАТ СТАМБЕНО – ПОСЛОВНОГ КОМПЛЕКСА „САТЕЛИТ“	1798 – 1801
9. Урош Пајић КОНЦЕПТ ЕНТЕРИЈЕРА КОКТЕЛ БАРА КРОЗ ПРИМЕР БАРА У БЕОГРАДУ	1802 – 1805
10. Ognjen Mitrović Projektovanje luksuzne vile	1806 – 1809
11. Наташа Миловановић РЕВИТАЛИЗАЦИЈА КАНАЛА ДТД: ПОТЕНЦИЈАЛ ЗА РАЗВОЈ МЕСТА ЗА РЕЛАКСАЦИЈУ У ИНДУСТРИЈСКОЈ ЗОНИ УЗ ИНТЕГРАЦИЈУ АРХИТЕКТУРЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТА	1810 – 1813
12. Тијана Првуљ ПРИМЕНА ЗЕЛЕНИЛА У ВИШЕПОРОДИЧНОМ СТАНОВАЊУ – ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ОБЈЕКТА МЕШОВИТЕ НАМЕНЕ.....	1814 – 1817
13. Katarina Popov, GENERISANJE EFEKTA KIŠE U ARHITEKTONSKIM VIZUALIZACIJAMA.....	1818 – 1820
14. Марија Милетић ИСТРАЖИВАЊЕ УРБАНЕ РЕГЕНЕРАЦИЈЕ – ПРОЈЕКАТ КОМПЛЕКСА МЕШОВИТЕ НАМЕНЕ У НОВОМ САДУ.....	1821 – 1825
15. Ксенија Тешовић ПРОЈЕКАТ ПЕНТХАУСА СА АКЦЕНТОМ НА ПРИМЈЕНИ ДРВЕТА У ЕНТЕРИЈЕР	1826 – 1830
16. Огњен Марјановић, РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ИНДУСТРИЈСКОГ НАСЛЕЂА НА ПРИМЕРУ ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ „СНАГА И СВЕЛОСТ“ У БЕОГРАДУ	1831 – 1833

Radovi iz oblasti: Inženjerstvo zaštite na radu i zaštite životne sredine

1. Stiven Hrist Amonju
BENEFITI PROGRAMA OBUKE O ZNANJU, ODNOSU I PONAŠANJU RADNIKA
PREMA BEZBEDNOST I ZDRAVLJU NA RADU – STUDIJA SLUČAJA U NAFTNOJ I
GASNOJ INDUSTRIJI GANE 1834 – 1837
2. Jovana Krtinić
IMPLEMENTACIJA ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001 U KAMENOREZAČKO KOMPANIJI ... 1838 – 1841
3. Kristina Malčić, Bojan Batinić
PROCES NASTAJANJA I SKLADIŠTENJA OTPADA PRIRODNOG LEPILA UTVORNICI
OBUĆE BOROVO..... 1842 – 1845
4. Вања Олах, Младенка Новаковић, Ивана Михајловић
ТРЕТМАН ОТПАДНЕ ВОДЕ У ЦИЉУ УКЛАЊАЊА КАРБЕНДАЗИМА И ЛИНУРОНА
БИОСОРПЦИЈОМ 1846 – 1849

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Милош Николић, Милутин Николић
АУТОНОМНА НАВИГАЦИЈА РОБОТА МЕЂУ РЕДОВИМА ПОЉОПРИВРЕДНИХ
ЗАСАДА..... 1850 – 1853
2. Zoran Vujić, Vladimir Rajs
SAJBER BEZBEDNOST U AUTOMOBILSKOJ IDUSTRIJI..... 1854 – 1857

Radovi iz oblasti: Matematika u tehnicima

1. Ana Topalov
TEORIJA GRAFOVA I MODELIRANJE POJAVA U POSLOVANJU INVESTICIONI
FONDOVA..... 1858 – 1861
2. Marija Katanski
REZERVISANE ŠTETE U OSIGURANJU MOTORNIM VOZILA I OSIGURANJU KORISNIKA
MOTORNIM VOZILA OD ODGOVORNOSTI..... 1862 – 1865
3. Исидора Бицици
КОНВЕКСНА ОПТИМИЗАЦИЈА И ПРИМЕНЕ 1866 – 1869

Radovi iz oblasti: Geodezija i geomatika

1. Ђорђе Ђермановић
РАЗВОЈ И ФУНКЦИОНИСАЊЕ ГЕОПОРТАЛА У ЗАТВОРЕНОЈ РАЧУНАРСКОЈ МРЕЖИ
НА ПРИМЕРУ ГЕОПОРТАЛА ВГИ 1870 – 1873
2. Данијела Лујић
ГЕОИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА ПОТРЕБЕ ПРОЦЕНЕ ВРИЈЕДНОСТИ
НЕПОКРЕТНОСТИ 1874 – 1877
3. Ђуро Крнић
РАЗВОЈ „АГРИС“ ГЕОПОРТАЛА УЗ ПОДРШКУ OGC СТАНДАРДА..... 1878 – 1881
4. Владимир Петровић
УПОРЕЂИВАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ RTK И РЕЛАТИВНЕ СТАТИЧКЕ МЕТОДЕ У
ПОСТУПКУ ФОРМИРАЊА GNSS МРЕЖЕ..... 1882 – 1885



PROCENA STANJA I PREDLOG SANACIJE MUZEJA "21. OKTOBAR" KRAGUJEVAC

ASSESSMENT AND PROPOSAL FOR REHABILITATION OF THE MUSEUM "21
OKTOBAR" KRAGUJEVAC

Ilija Trzin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Sadržinu rada čine dva dela. Prvi – uvodni deo je baziran na teorijskom delu vezanom za trajnost, procenu stanja i sanaciju konstrukcija od armiranog betona i opeke. Drugi deo se odnosi na analizu konkretnog objekta, muzeja, a sadrži sledeće aspekte: tehnički opis konstrukcije sa osvrtom na istoriju objekta, procenu stanja objekta (sa propratnim fotografijama i naznačenim oštećenjima) na osnovu vizuelnog pregleda i sanacione mere koje bi trebale da se urade. Predložene sanacione mere imaju za cilj da produže i očuvaju sam muzej.

Ključne reči: Procena stanja, sanacija, trajnost konstrukcije, oštećenje opeke, oštećenje armiranog betona

Abstract – This thesis consists of two parts. The first - introductory part is based on the theoretical part related to the durability, condition assessment and repair of reinforced concrete and brick structures. The second part refers to the analysis of the specific object, the museum, and contains the following aspects: a technical description of the construction with reference to the history of the object, assessment of the building's condition (with accompanying photos and designated damages) based on a visual inspection and repair measures that should be carried out. The proposed repair measures aim to extend and preserve the museum itself.

Keywords: Condition assessment, repair, durability of structures, damaged bricks, damage of concrete

1. UVOD

Za potrebe master rada urađen je Elaborat o proceni stanja muzeja „21. oktobar“ u Kragujevcu. Osnovni razlog za procenu stanja objekta bila su vidljiva oštećenja.

Konstrukcija objekta je armirano-betonska sa završnom obradom od opeke.

Spomen muzej „21.oktobar“ osnovan je s ciljem prikupljanja, obrađivanja, čuvanja i prezentiranja dokumenata o streljanju i žrtvama. Zgrada spomen muzeja podignuta je 1975. godine na dominantnom mestu, na ulazu u spomen - park.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Danijel Kukaras, red. prof.

Trajnost konstrukcije je njena sposobnost da pri delovanju očekivanog opterećenja i dejstava iz okoline tokom upotrebe zadrži zahtevani nivo sigurnosti i upotrebljivosti i odgovarajući izgled bez povećanih troškova za održavanje i popravke. U građevinskoj praksi se najčešće koristi termin oštećenje, koji obuhvata različite nedostatke izazvane spoljnim opterećenjem i uslovima sredine, kao i ljudskim greškama pri projektovanju i građenju.

Prilikom vizuelnog pregleda objekta mogu se uočiti sledeći parametri stanja konstrukcije:

- Defekti (zone segregacije, betonska gnezda, nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona, geometrijske imperfekcije, položaj elemenata konstrukcije van projektovanih osovina, itd.).

- Prsline - najkorisnije za preliminarnu dijagnozu betonskih konstrukcija. Podaci o položaju, orijentaciji, širini i dužini karakterističnih prslina, treba da budu zabeleženi. Priroda, veličina i raspored prslina na spoljašnjim površinama se najbolje mogu uočiti kada se površina osuši nakon kiše. Važna je starost konstrukcije pri kojoj su se prsline prvi put pojavile.

- Ostala oštećenja betona (odvajanje površinskog sloja betona, luskanje, otpadanje, pojava lokalnih rupa - "kokica", promena boje, itd.).

- Tragovi curenja, vlažne mrlje ili krečnjačke naslage na konstrukciji moraju se zabeležiti. Značaj registrovanja prisustva vlage - oštećenja se obično koncentrišu u vlažnim zonama.

- Korozija armature (mrlje od rđe, prsline duž armature, odvajanje i raslojavanje zaštitnog sloja betona i vidljive korodirale šipke).

- Znakovi prethodnih „popravki“ na konstrukciji se moraju otkriti.

- Položaj i stanje dilatacija (bitno zbog mogućeg procurivanja i zbog sprečenog slobodnog pomeranja delova mosta).

- Provera stanja ležišta (mogu se pojaviti dodatna naprezanja u konstrukciji).

Postoje dve vrste sanacije betonskih konstrukcija, a to su: nekonstrukcijska i konstrukcijska sanacija. Nekonstrukcijska sanacija se primenjuje u cilju produženja upotrebljivosti i trajnosti objekata, obuhvata popravku - reparaciju oštećenih površina betona i armature, bez promene konstrukcijskog sistema i/ili dodavanja nove armature. Konstrukcijska sanacija se primenjuje

prvenstveno u slučajevima kada je narušena nosivost i sigurnost betonskih konstrukcija.

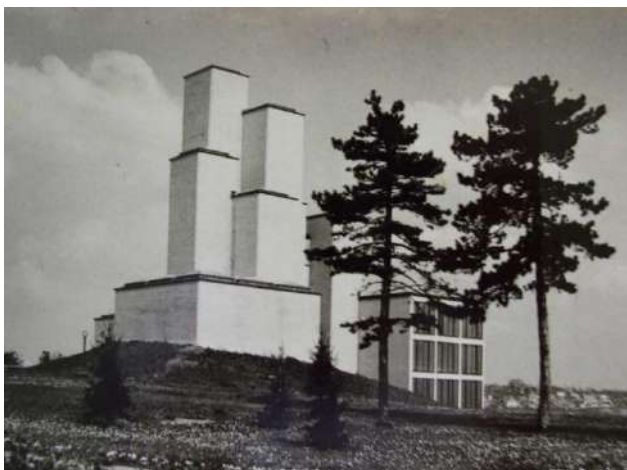
Karakteristična oštećenja zidova zidanih od opeke su:

- Buđ, mrlje i iscvetavanje,
- Mekan, trošan malter i otpadanje maltera,
- Ljuskanje opeka/blokova u zidu,
- Pukotine u zidu,
- Izbočavanje zida,
- Ispadanje opeka iz zida.

2. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE

2.1. Istorija muzeja „21. oktobar“

Spomen-park „Kragujevački oktobar“ osnovan je 1953. godine na prostoru gde je 21. oktobra 1941. godine streljano više hiljada građana Kragujevca – u najvećem broju Srba, Jevreja, Roma, ali i Slovenaca i pripadnika drugih nacionalnosti. Takođe, čuva uspomenu na 415 ljudi iz okolnih sela, ubijenih 19. oktobra i njih 123, stradalih 20. oktobra. Na slici 1 je prikazan izgled muzeja iz početnog perioda.



Slika 1. Prva fotografija muzeja „21. oktobar“ [4]

2.2. Lokacija objekta

Memorijalni muzej „21. oktobar“ nalazi se na pristupnom platou Spomen-parka Kragujevački oktobar u Šumaricama, u Kragujevcu (226mnv), na kat. parceli br. 890 KO Kragujevac III.

2.3. Funkcija objekta

Muzej svojom razučenom osnovom prati denivelaciju terena. Oblikovanje objekta je rešeno geometrijskom kompozicijom koju čine 33 kule. Funkcionalna šema objekta sastoji se od dve celine: jedna je javni, izložbeni prostor, a druga je službeni deo namenjen zaposlenima. Objekat muzeja je spratnosti Po+P+2, površine pod objektom 569 m². U enterijeru je vidljiva konstrukcija greda i tavanica od natur betona, a završna obloga zidova je crvena opeka koja vizuelno povezuje enterijer sa fasadom objekta.

2.4. Visina i dimenzije objekta u osnovi

Objekat u osnovi ima oblik krsta, a sastoji se od 33 kule, koje su jednakih kvadratnih osnova (stranice oko 3m), a

različitih visina (od 4m do 23,5m). Spratna visina se kreće od 2,87m do 17,90m. Na slici 2 je prikazana jugozapadna fasada objekta.



Slika 2. Jugozapadna fasada objekta

U tabeli 1. su date bruto površine svih etaža objekta i ukupna bruto površina.

Tabela 1. Pregled bruto površina muzeja „21. oktobar“

Nivo	Površina, m ²
Podrum	443,55
Prizemlje	568,6
Prvi sprat	130,75
Drugi sprat	143,9
	1286,8

2.5. Konstruktivni sistem

Konstrukcija objekta je armirano-betonska, livena na licu mesta. Specifično konstruktivno rešenje ostvareno je tako što se iznad neprekinutog prostora muzeja (bez stubova), nalazi sistem greda na različitim visinama koje nose kubuse sa pogledom prema nebu. Kubusi se na vrhu završavaju plitkim četvorovodnim lanternama, tako da stvaraju blago zenitalno osvetljenje. Završna obrada je fugovana opeka rimskog formata (25x12x4cm) i u enterijeru i na fasadi objekta.

3. PROCENA STANJA OBJEKTA

Prilikom procene stanja objekta obavljen je vizuelni pregled spoljašnjeg dela konstrukcije, kao i pregled dostupnih unutrašnjih prostorija.

3.1. Vizuelni pregled objekta

Vidljiva oštećenja na pregledanim delovima objekta su:

- oštećenje opeke – buđ, mrlje, iscvetavanje soli i ljuskanje opeke,
- oštećenje opeke – pukotine,
- biološka korozija na sokli,
- prsline na sokli,
- dotrajala fasadna stolarija zastakljenog dela objekta.

Na slici 3 su prikazana karakteristična oštećenja na fasadi objekta, a na slici 4 je prikazana oštećena sokla.



Slika 3. Oštećenja na kulama muzeja



Slika 4. Ispucala površina sokle sa biološkom korozijom

Na severozapadnoj fasadi je uočeno odvajanje mermerne ploče od armirano-betonske podloge, ovo oštećenje prikazano je na slici 5.



Slika 5. Odvajanje sokle

3.2. Sanacija krova

Sanacija krova muzeja „21.oktobar“ urađena je 2022. godine zbog zadržavanja vode na krovu, te prokišnjavanja kupola.

3.3. Analiza i zaključak o stanju objekta

Generalni problem na objektu jeste nepravilno odvođenje atmosferske vode, nisu predviđeni oluci nego se odvod vode sa krova omogućava pomoću odvodnih lula.

Nakon izvršene sanacije se preporučuje skidanje odvodnih lula za odvod atmosfere vode sa krova i montaža

horizontalnih i vertikalnih oluka od bakarnog lima. Bakarni oluci ne bi narušili izgled fasade, a njihovim postavljanjem celokupna voda sa krova bi se odvela na zelenu površinu te ne bi došlo do ponovnog oštećenja fasade objekta.

Potrebno je uložiti napore i resurse da bi se dalja propadanja usporila i svela na minimum, a oštećenja otklonila.

4. MERE SANACIJE

4.1. Ojačanje zidova sa pukotinama (tehnika "ušivanja" - "stiching")

Postupak sanacije se sastoji iz sledećih faza:

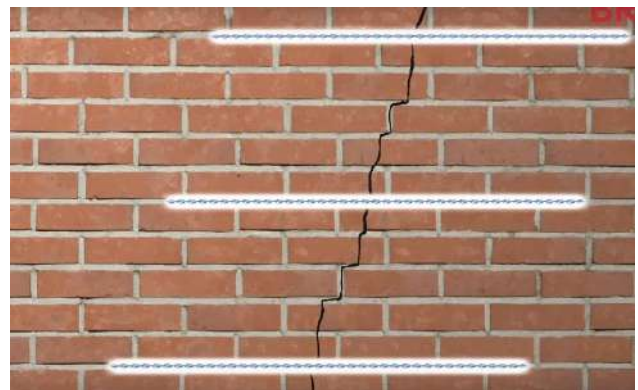
- Uklanjanje maltera u horizontalnim spojnica pomoću odgovarajućeg ručnog alata ili kružne testere do dubine 6 cm.
- Čišćenje "praznih" spojnica vazduhom pod pritiskom .
- Popunjavanje kanala reparaturnim malterom do dubine od 3 cm pomoću ručnih pištolja za utiskivanje maltera pod pritiskom.
- Utiskivanje spiralne šipke armature. Spiralna armatura se po vertikali postavlja u svakom 4-6 redu (na 30 – 50 cm). Koriste se spiralne šipke od nerđajućeg čelika ili karbonske šipke.
- Pounjavanje preostalog preseka spojnice reparaturnim malterom pomoću ručnih pištolja za utiskivanje maltera pod pritiskom.

Na slici 5 prikazana je potrebna oprema kako bi se izvršila sanacija.



Slika 5. Potrebna oprema za izvođenje sanacije [5]

Maksimalno rastojanje između postavljenih spiralnih šipki armature ne sme da bude veće od 50 cm, a na slici 6 je prikazana postavljena armatura nakon završene sanacije.



Slika 6. Prikaz postavljene spiralne armature [5]

4.2. Zamena oštećene opeke

Neophodni radovi na sanaciji oštećenih delova fasade se sastoje u tome da se uradi blokovanje oštećene fasadne opeke formata 25x12x4cm. Fasadska opeka je produžnim malterom $d=3,5$ cm zalivena uz armirano betonsko platno $d=20$ cm. Vertikalne i horizontalne fugne između opeka su debljine 1 cm. Opeke su na svakih 100 cm po visini zida vezane štiftom $\varnothing 8$ mm koji prolazi kroz dva reda opeke. Štift je za AB platno usidren žicom $\varnothing 5-6$ mm.

U fazi ponovne ugradnje opeke, ukoliko su sidra za ankerovanje zarđala i degradirala, obavezno ih zameniti žičanim sidrima od nerđajućeg čelika (5 kom na m^2). Oštećena cigla se uklanja i zamenjuje novom.

4.3. Zamena sokle

U zoni sokle po celom obimu objekta neophodno je proveriti kanale za usmeravanje atmosfere vode koji su pravljani od mermernih ploča. Ove ploče su lepljene i ankerovane na AB ploču, koja je u funkciji podloge. Na pojedinim mestima mestimično su se mermerne ploče odlepile i ispale iz ležišta. Ploče je potrebno ponovno zalepiti za podlogu lepkom tipa „Sika Ceram 225“ ili drugim proizvodom istih ili boljih karakteristika. Nakon toga oprati soklu vodom pod pritiskom, očistiti oštećene fugne i popuniti smesom tipa „Sikaflex 11 fc“ ili drugim proizvodom istih ili boljih karakteristika.

4.4. Zamena fasadne stolarije na administrativnom bloku

Dotrajalu fasadnu stolariju u objektu potrebno je pažljivo demontirati, odložiti i odvesti na predviđeno mesto. Nakon demontaže potrebno je uraditi zamenu 18 prozora sa kliznim otvaranjem dimenzija od 278 cm x 260 cm. Okviri i krila fasadne stolarije projektovani su od termoizolovanih aluminijumskih profila debljine 58 mm, ojačani sa unutrašnje strane metalnim profilima. Svi okviri fasadne stolarije treba da po dimenzijama odgovaraju dimenzijama datih otvora.

5. LITERATURA

- [1] Prof. dr Danijel Kukaras, Doc. dr Slobodan Šupić, predavanja sa predmeta “Trajnost i procenja stanja betonskih konstrukcija”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Prof. dr Vlastimir Radonjanin, Prof dr. Mirjana Malešev, predavanja sa predmeta “Sanacija betonskih konstrukcija”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] Prof. dr Vlastimir Radonjanin, Prof dr. Mirjana Malešev, predavanja sa predmeta “Oštećenja i sanacija zidanih, čeličnih i drvenih konstrukcija” – deo za zidane konstrukcije, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Do.co.mo.mo., Minimalni dokumentacioni dosije 2003 – Muzej 21. oktobar
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=8GPhb7O9IC4&list=LL&index=4>

Kratka biografija:



Ilija Trzin rođen je u Novom Sadu 1994. god. Osnovne akademske studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka 2019. godine, iz oblasti građevinarstva – konstruktivni smer. Master akademske studije smer – organizacija i tehnologija građenja upisao je iste godine, a master rad pod nazivom “Implementacija BIM-a u održavanju građevinskih objekata” odbranio je 2020.god. Naredne, 2021. godine upisuje, druge po redu, master akademske studije, smer – konstrukcije koje završava 2024. godine sa nazivom master rada “Procena stanja i predlog sanacije muzeja “21. oktobar” Kragujevac”.

PROJEKAT PRETHODNO NAPREGNUTOG ARMIRANOBETONSKOG MOSTA DESIGN OF POST-TENSIONED REINFORCED CONCRETE BRIDGE

Luka Tanasijević, Igor Džolev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je analiza prethodno napregnutog armiranobetonskog mosta, koji se izvodi metodom postepenog potiskivanja. Faza potiskivanja i faza eksploatacije mosta se posmatraju zasebno. Most je statičkog sistema kontinualne grede, a rasponska konstrukcija se na stubove oslanja preko elastomernih ležišta. Sproveden je statički proračun, dimenzionisanje i usvajanje armature. Obzirom da se most nalazi u području veoma visoke seizmičke aktivnosti, upotreba seizmičkih izolatora je neophodna.

Ključne reči: beton, prethodno naprezanje, most, seizmički izolatori, statički proračun, dimenzionisanje.

Abstract – In this paper a design of post-tensioned reinforced concrete bridge is presented. Bridge is constructed using incremental launching method. Launching and exploitation phase are observed separately. The bridge is continuous beam static system, with deck supported on elastomeric bearings, which are resting on pier heads. Static analysis, design and adopting reinforcement are provided. Since the bridge location site has very high seismic activity, use of seismic isolators is necessary.

Keywords: concrete, post-tensioning, bridge, seismic isolators, static analysis, design.

1. UVOD

Vijadukt K13 se nalazi u Azerbejdžanu, u oblasti Nagorno-Karabag (Nagorno-Karabakh) na dionici za koju je planirano da spaja gradove Kelbedžer (Kalbajar) i Lačin (Lachin) u Azerbejdžanu.

2. METODA POSTEPENOG POTISKIVANJA

2.1. Opšte o metodi

Metoda postepenog potiskivanja (eng. incremental launching method) je metoda izgradnje gdje se segmenti mosta izrađuju (liju) iza jednog od oporaca, a potom se potiskuju unaprijed, čime se oslobađa prostor za izradu narednog segmenta.

Iza jednog od oporaca, osposobljava se proizvodni pogon (eng. precast yard), gdje se segmenti rasponske konstrukcije (RK) izrađuju jedan po jedan. Segmenti se prednaprežu i nakon očvršćavanja betona, most se potiskuje unaprijed za dužinu jednog segmenta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Džolev, vanr. prof.



Slika 1. Proizvodni pogon – podužni presjek

Jedna od velikih prednosti metode je što nije potrebna ni skela ni potpora za izgradnju RK. Tako most može da pređe preko prepreka kao što su rijeke, zgrade, željeznice itd., bez ometanja funkcionalnosti okruženja. Druga velika prednost je što ova metoda ne zavisi u potpunosti od vremenskih uslova, jer se proizvodni pogon može natkriti i zaštititi, te se izrada segmenata i njihovo prednaprezanje, može odvijati nesmetano. Materijal i oprema se dopremaju samo na jedno mjesto – proizvodni pogon, što znatno olakšava i ubrzava proces izgradnje.

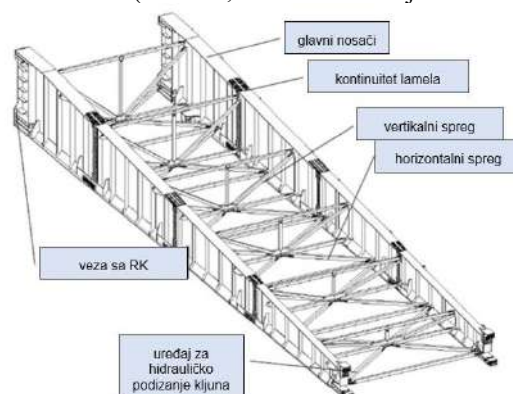
Mana ove metode je što se stvaraju dodatni troškovi za prese za lansiranje, izradu lansirnog kljuna, dodatno prednaprezanje, izgradnju samog pogona za prefabrikaciju kao i povećanje poprečnog presjeka mosta kako bi mogao da primi dodatne napone usled lansiranja.

2.2. Oprema za metodu

Kao što je već napomenuto u prethodnom poglavlju, ova metoda iziskuje dodatne troškove za opremu koja je potrebna za njeno primjenjivanje. U osnovnu opremu metode spadaju:

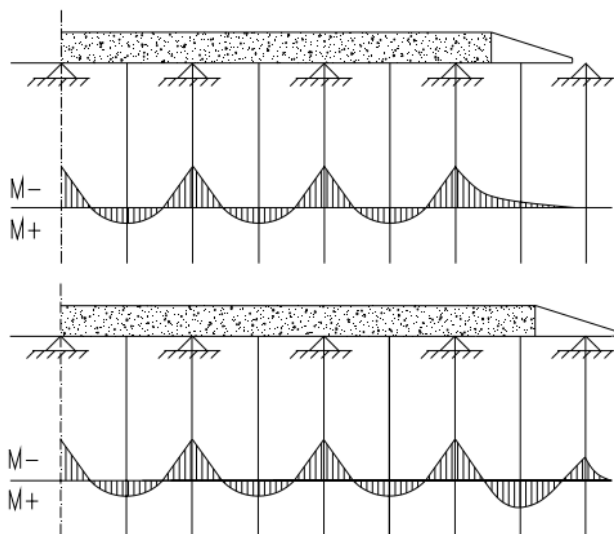
- lansirni kljun,
- privremena ležišta na stubovima i oporcima,
- užad, grede i hidraulične prese za povlačenje RK.

Lansirni kljun se obično izrađuje od čelika i glavna uloga mu je da smanji momente savijanja u RK koji se javljaju prilikom lansiranja. U toku lansiranja, RK prolazi kroz niz statičkih sistema (konzola, slobodno oslonjen nosač i, na



Slika 2. Lansirni kljun – osnovni elementi

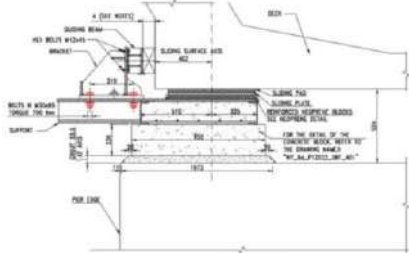
kraju, kontinualni nosač) i pritom se mogu javiti veliki negativni (ali i pozitivni) momenti savijanja.



Slika 3. Momenti savijanja u toku lansiranja [3]

Optimalna dužina kljuna je od 60% do 100% od maksimalnog raspona mosta.

Privremena ležišta su ležišta koja omogućavaju klizanje RK sa niskim koeficijentom trenja, preko stubova i oporaca. Nakon što se potiskivanje mosta obavi u potpunosti, tj. kada most zauzme svoj projektovani položaj, privremena ležišta se zamjenjuju trajnim.



Slika 4. Privremeno ležište

Grede za povlačenje RK su obično od čelika i postavljaju se tako da prolaze kroz unaprijed predviđene rupe u gornjoj i donjoj ploči RK. Na donjem dijelu ovih greda nalazi se kabl za prednaprezanje, koji je spojen sa hidrauličnom presom za povlačenje RK, koja je postavljena na oporcu.



Slika 5. Grede za povlačenje RK

3. TEHNIČKI OPIS

3.1. Dispozicija

Vijadukt K13 se izvodi metodom postepenog potiskivanja. Sastoji se od rasponske konstrukcije, stubova i oporaca. RK vijadukta je prednapregnuti armiranobetonski, sandučasti presjek visine 4.3 m, koja se

oslanja na osam betonskih stubova kutijastog porečnog presjeka dimenzija 7.5 m*5 m, sa visinama: (P1)10.10 m, (P2)35.58 m, (P3)56.10 m, (P4)59.6 m, (P5)38.10 m, (P6)29.40 m, (P7)20.20 m, (P8)9.10 m, a oni na betonsku ploču – glavu šipova debljine 2.5 m i različitih dimenzija u osnovi za pojedine stubove.

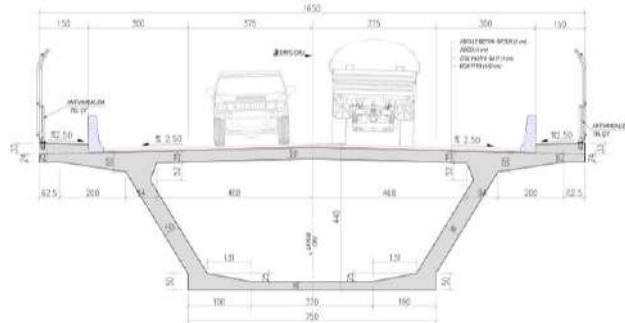
Tabela 1. Osnovne geometrijske karakteristike vijadukta

Vijadukt	Raspon	Širina RK	Ukupna dužina
K13	2*44 m+7*60 m	16.50 m	508 m



Slika 6. Dispozicija - podužni presjek

Širina karakterističnog poprečnog presjeka vijadukta iznosi 16.50 m. Poprečni presjek se sastoji iz 2 pješačke staze širine 1.5 m i kolovoza širine 2*3.75 m+2*3.0 m. Kolovoz je od pješačkih staza fizički odvojen betonskim barijerama, dok su pješačke staze, sa druge strane, obezbijedene metalnim ogradama. Poprečni pad kolovoza i pješačkih staza iznosi 2.50%. Pješačke staze su prefabrikovani betonski elementi, koji se nakon završenog potiskivanja ugrađuju. Dužina konzolnog prepusta, na kojem se nalaze pješačke staze, iznosi 2625 mm. Debljina gornje ploče u sredini iznosi 350 mm, a na krajevima 250 mm, sa zadebljanjima na spoju sa rebrima. Debljina rebara je konstantna i iznosi 500 mm. Debljina donje ploče je 250 mm, takođe sa zadebljanjima na spoju sa rebrima. Širina donje ploče iznosi 7500 mm.



Slika 7. Karakteristični poprečni presjek vijadukta K13

3.2. Kriterijumi projektovanja

Za potrebe globalne statičke analize, RK je modelirana koristeći softverski paket Midas Civil, gdje su razvijena tri zasebna numerička modela, a to su:

- Eksploatacioni model
- Modeli za početne faze lansiranja
- Model za karakteristični ciklus lansiranja

Za podužnu analizu mosta primjenjuju se isključivo linijski modeli.

3.3. Materijali

Beton RK je usvojen tako da ima čvrstoću na pritisak 45 MPa, modul elastičnosti 36.9 GPa i zaštitni sloj 50 mm, dok je čelik za armiranje klase B500B, modula elastičnosti 200 GPa, a maksimalni prečnik šipke iznosi

32 mm. Čelik za prednaprezanje će biti opisan u zasebnom poglavlju.

3.4. Oslonci

Kao oslonci RK na stubove, primjenjuju se elastomerna ležišta, dok se za seizmičku izolaciju mosta koriste damperi. U nastavku je prikazan aranžman ležišta i seizmičkih izolatora:

Tabela 2. Ležišta i seizmički izolatori

Pozicija	Elastomerna ležišta	Damperi	Lončasta ležišta
Oporac 0	2	10 podužno	-
Stub 1	2	2 poprečno	-
Stub 2	2	2 poprečno	-
Stub 3	-	-	2
Stub 4	-	-	2
Stub 5	2	2 poprečno	-
Stub 6	2	2 poprečno	-
Stub 7	2	2 poprečno	-
Stub 8	2	2 poprečno	-
Oporac 9	2	10 podužno	-

4. ANALIZA OPTEREĆENJA

Stalno opterećenje čini samo sopstvena težina konstrukcije (RK, dijafragme stubova i oporaca, devijatori) i ona se automatski uzima u obzir u softveru.

Dodatno stalno opterećenje je nanijeto kao linijsko na elemente RK i podrazumijeva težinu asfalta, hidroizolacije, pješačkih staza, rukohvata, drenaže i barijera.

Saobraćajno opterećenje je sračunato prema [1], poglavlje 3.6 i razmatrana su vozila „HL-93 Design Truck“ i „HL-93 Design Tandem“ (sistem vezanih koncentrisanih sila), u kombinaciji sa „Design Lane“ (linijsko raspodijeljeno opterećenje). Pored standardnih AASHTO vozila, korišćena su i „SNIIP A15 Design Truck“ i „NK100 – overload“ (sistem vezanih koncentrisanih sila). Uz primjenu uticajnih linija, softver automatski uzima u obzir najnepovoljniji položaj vozila. Pješačko opterećenje je takođe razmatrano u skladu sa [1].

Skupljanje i tečenje betona je sračunato u skladu sa [2]. Efekti skupljanja i tečenja su automatski sračunati u softveru, a korišćeni su sledeći parametri: procenat relativne vlažnosti (70%), cement sa normalnim priraštajem čvrstoće, nominalna dimenzija poprečnog presjeka (h_0), starost betona kada započinje skupljanje (3 dana), karakteristična čvrstoća betona na pritisak nakon 28 dana (45 MPa).

Temperaturno opterećenje je sračunato prema [1], poglavlje 3.12 i razmatraju se ravnomjerno termičko dejstvo i temperaturni gradijent.

Neravnomjerna (diferencijalna) slijeganja se razmatraju u fazi eksploatacije i u toku lansiranja i prema [1], poglavlje 5.12.5.4.6.b, iznose 10 mm.

Opterećenje vjetrom je sračunato prema [1], poglavlje 3.8 i razrađeno je horizontalno i vertikalno dejstvo vjetra,

kako na konstrukciju mosta, tako i na saobraćajno opterećenje.

Seizmičko opterećenje je sračunato u skladu sa azerbejdžanskim standardom, koji je mjerodavan za seizmičko opterećenje u Azerbejdžanu [4]. Razmatraće se samo horizontalno seizmičko dejstvo. U korišćenom softveru, zadaje se funkcija projektnog spektra odgovora, koja zavisi od lokacije objekta, tipa tla i tipa konstrukcije.

4.1. Prednaprezanje

Prednaprezanjem se suprotstavljamo momentima savijanja koji se javljaju u toku lansiranja, kao i onim u toku eksploatacije. U toku lansiranja, svaki presjek RK će imati potrebu za prednaprezanjem, jer će biti izložen kako pozitivnim, tako i negativnim momentima savijanja.

Naknadno prednaprezanje može biti unutrašnje i spoljašnje. Nerijetko se primjenjuje kombinacija unutrašnjeg i spoljašnjeg prednaprezanja, za postizanje maksimalne učinkovitosti, što je ovde i slučaj.

Čelik za prednaprezanje je usvojen da bude u skladu sa EN 10138-3, gdje se užadi sastoje od 7 žica, klase niske relaksacije, sa sledećim karakteristikama:

- Nazivni prečnik užeta: 15.7 mm
- Nazivna površina užeta: 150 mm²
- Nazivna masa užeta: 1.172 kg*m⁻¹
- Karakteristična prekidna sila: 279 kN
- Jungov modul elastičnosti: 195 GPa
- Zatezna čvrstoća: 1860 MPa
- Karakteristični napon na 0.1% granice elastičnosti: 1640 MPa

Usvojeno je da je procenat utezanja 75%, pa je sila utezanja kablova jednaka:

$$F_j = 0.75 * n_{užadi} * f_{pu} * A_p \quad (1)$$

$$F_j = 0.75 * 22 * 1860 \text{ MPa} * 150 \text{ mm}^2$$

$$F_j = 4604 \text{ kN}$$

Tabela 3. Grupe kablova za prednaprezanje

Grupa	Anker blok	Broj užadi	Procenat utezanja kabla	Sila utezanja po kablju	Kraj utezanja
Spoljašnji trajni kablovi za fazu lansiranja i eksploatacije	22C15	22	75%	4604 kN	Na lijevom kraju
Privremeni spoljašnji antagonisti kablovi za fazu lansiranja	22C15	22	75%	4604 kN	Na lijevom kraju
Privremeni dodatni spoljašnji kablovi u gornjoj zoni za fazu lansiranja	22C15	22	75%	4604 kN	Na lijevom kraju
Trajni unutrašnji kablovi u gornjoj ploči	22C15	22	75%	4604 kN	Na lijevom kraju
Trajni unutrašnji kablovi u donjoj ploči	22C15	22	75%	4604 kN	Na lijevom kraju

4.2. Modalna analiza

Ulazni parametri za modalnu analizu podrazumijevaju odabir slučajeva opterećenja koji učestvuju u analizi, pretvaranje (konvertovanje) opterećenja u mase, kao i zadavanje vrijednosti prigušenja. Za pretvaranje opterećenja u mase, uzeti su u obzir samo slučajevi stalnog opterećenja: dijafragme iznad stubova i oporaca i dodatno stalno opterećenje.

Nakon sprovedene modalne analize mosta, dobijeni su sledeći rezultati:

Tabela 4 – Rezultati modalne analize

MODALNA ANALIZA			
TON	Frekvencija		Period
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)
1	3.172	0.505	1.981
2	3.854	0.613	1.630
3	3.992	0.635	1.574
4	5.580	0.888	1.126
5	8.540	1.359	0.736
6	12.252	1.950	0.513
7	14.630	2.328	0.429
8	15.247	2.427	0.412
9	15.369	2.446	0.409
10	16.390	2.609	0.383

5. STATIČKI PRORAČUN

Za potrebe dobijanja globalnih uticaja u glavnim elementima mosta, numerički model konstrukcije je kreiran u softverskom paketu Midas Civil i on sadrži:

- rasponsku konstrukciju
- stubove
- lansirni kljun (samo u modelima za analizu lansiranja)

Za modeliranje su korišćeni linijski (gredni) elementi, linkovi i tačkasti oslonci. Linijski elementi služili su za modeliranje elemenata – RK i stubova, dok su linkovi korišćeni za vezu RK i naglavnih greda stubova. Uz pomoć linkova, modelirani su i podužni i poprečni stoper, te seizmički uređaji na oporcima – damperi.

Analiza lansiranja će biti sprovedena modeliranjem samo RK, lansirnog kljuna i tačkastih oslonaca, čiji se položaj mijenja u toku lansiranja. Kontrolisaće se kritični položaji RK, na primjer maksimalni negativni, maksimalni pozitivni moment itd. ali i kritični trenuci, na primjer utezanje kablova na prvoj dijafragmi stuba, drugoj dijafragmi stuba itd.

5.1. Dozvoljeni naponi u betonu za fazu eksploatacije

U eksploataciji, dozvoljeni naponi pritiska i zatezanja u betonu za prednapregnute elemente su u skladu sa [1], poglavlje 5.9.2.3.2:

- Maksimalni napon pritiska usled efektivnog prednapreznjanja i stalnog opterećenja:

$$0.45 * f'_c = 20.25MPa \quad (2)$$

- Maksimalni napon pritiska usled efektivnog prednapreznjanja, stalnog i prolaznog opterećenja:

$$0.60 * \phi_w * f'_c = 27MPa \quad (3)$$

- Maksimalni napon zatezanja (Service III):

- U zonama spojeva:
$$0.25\lambda\sqrt{f'_c} = 1.68MPa \quad (4)$$

- Ostale zone:

$$0.5\lambda\sqrt{f'_c} = 3.35MPa \quad (5)$$

- Za element/zonu u kojoj se nalaze samo kablovi za prednapreznjanja bez spoja: bez zatezanja

5.2. Dimenzionisanje

Elementi mosta se dimenzionišu prema граниčnom stanju nosivosti i to na osnovu maksimalnih uticaja dobijenih u softveru. Proračun savojne, smičuće i kombinovane smičuće i torzione otpornosti prednapregnutog sandučastog betonskog presjeka, je skladu sa [1], poglavlje 5.6.3.1.2, 5.8 i 5.12.5.3.8.

6. ZAKLJUČAK

Ova metoda gradnje je prilično industrijalizovana, jer se oplata može ponovo koristiti i stoga je potreban manji utrošak rada. Takođe, privremeni stubovi, ležišta i lansirni kljun se, nakon završenog rada, mogu ponovo iskoristiti na narednim projektima, ako to uslovi dozvole.

Optimalna dužina kljuna je, kako je već rečeno, od 60% do 100% maksimalnog raspona mosta. Ukoliko se koristi kljun manje dužine, konzolni momenti savijanja će se povećati, što izaziva veću potrebu za centričnim prednapreznjanjem. Ako se primjenjuje velika količina kablova za prednapreznjanje, problemi se mogu javiti oko raspoređivanja kablova unutar poprečnog presjeka mosta. Pored toga, velika količina kablova za prednapreznjanje bi izazvala velike napone pritiska u RK, što može biti kritično sa stanovišta čvrstoće betona na pritisak. Sa druge strane, veća dužina kljuna će smanjiti konzolne momente savijanja ali neće toliko uticati na cijenu prednapreznjanja koliko bi koštala izrada dužeg kljuna. Dakle, primjena ove metode je u velikom broju slučajeva opravdana.

7. LITERATURA

- [1] AASHTO LRFD 8th Edition: Bridge Design Specifications 2017.
- [2] CEB-FIP Model Code 1990: Design Code, 1990.
- [3] Incremental launching versus scaffolding for construction of prestressed concrete bridges, Chalmers University of Technology, 2005.
- [4] AzDTN 2.3-1, "Construction in Seismic Regions", State of the Republic of Azerbaijan, Baku, 2010.

Kratka biografija:



Luka Tanasijević rođen je u Zvorniku 1999. god. Oktobra 2018. upisuje studijski program Građevinarstvo na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Oktobra 2022. god. stiče zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Projektovanja betonskih mostova odbranio je 2024. godine. kontakt: luka.tanasijevic@outlook.com

АНАЛИЗА ПРИМЈЕНЕ РАСКРСНИЦА СА КРУЖНИМ ТОКОМ – ПРИМЈЕР РЕКОНСТРУКЦИЈЕ РАСКРСНИЦЕ У БРЧКОМ

ANALYSES OF THE APPLICATION OF ROUNDABOUTS – AN EXAMPLE OF THE RECONSTRUCTION OF AN INTERSECTION IN BRČKO

Владо Ковачевић, Небојша Радовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду су приказане методолошке поставке за планирање и пројектовање раскрсница у градовима са посебним освртом на кружне раскрснице. Радом су обухваћене методолошке основе за планирање и пројектовање саобраћајница у градовима као и основни принципи за пројектовање површинских раскрсница. Приказана је и анализа примјене кружних раскрсница мултикритеријском анализом. Рад садржи и примјер идејно-инжењерског рјешења реконструкције површинске четворокраке раскрснице на подручју града Брчко.

Кључне ријечи: Површинске раскрснице, принципи пројектовања, пројектни елементи кружних раскрсница, мултикритеријумска анализа.

Abstract – The paper presents the methodological basis of the planning and designing of intersections in cities with special emphasis on the roundabouts. The work includes the methodological basis for the planning and designing of the urban roads as well as the basic principles for the design of level intersections. The paper also presents the analysis of application of roundabouts using multicriteria analysis. The work contains an example of conceptual design of reconstruction of four-way intersection in the city of Brčko.

Keywords: Level intersections, design principles, roundabout design elements, multicriteria analysis.

1. УВОД

У овом раду дате су методолошке основе за планирање и пројектовање раскрсница у градовима. Рад се састоји из два дијела. Први дио рада је теоријски, и у њему су описане методолошке основе планирања и пројектовања раскрсница са кружним током у градовима, основни принципи за геометријско обликовање кружних раскрсница као и анализа примјене различитих концепција површинских раскрсница. У другом дијелу рада-практичном дијелу је приказан примјер идејно-инжењерског рјешења реконструкције раскрснице са промјеном од семафоризоване на кружну раскрсницу.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Небојша Радовић.

У практичном дијелу рада су одрађени сви елементи нове кружне раскрснице, коловозна конструкција са провјером на дејство мраза и анализа функционалности нове кружне раскрснице.

2. ТЕОРИЈСКИ ДИО

2.1. Општи принципи пројектовања

Да би се планирање и пројектовање правилно и успјешно урадило, потребно је дефинисати методолошке основе на чијим фундаментима се заснива цио даљи ток пројектовања.

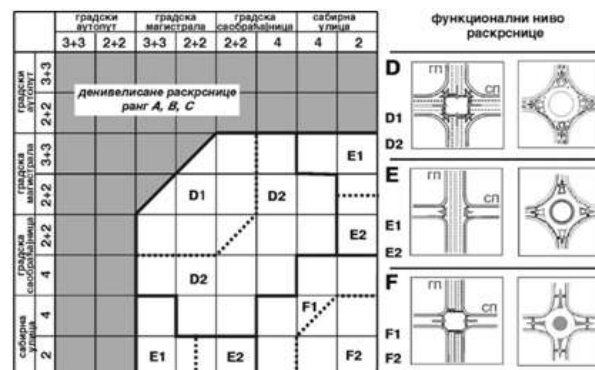
Независно од концепцијских типова површинских раскрсница као први корак треба дефинисати опште принципе који имају универзалну важност као што су функционална класификација и просторна организација [1].

2.1.1. Функционална класификација површинских раскрсница

Постоје три основна функционална нивоа градских површинских раскрсница [3]:

- Функционални ниво D,
- Функционални ниво E,
- Функционални ниво F.

Сваки од наведених нивоа има своје специфичне карактеристике. Може се закључити да функционалност раскрснице зависи од карактеристика главног правца као и споредних праваца.



Слика 1. – Функционална класификација површинских раскрсница [3]

Функционална класификација је први корак у пројектовању површинских раскрсница. Дакле при приступању пројектовању треба на првом мјесту одредити функционални ниво будуће раскрснице, и на основу усвојеног нивоа кренути у даље пројектовање.

Функционални ниво „D“ је највиши ниво површинских раскрсница у граду и лоцира се на пресецима главних градских саобраћајница приближно истог ранга. Код раскрсница са кружним током овој групи припадају раскрснице са по двије уливне траке и пречником круга 32-40м.

Функционални ниво „E“ јавља се на пресецањима саобраћајница битно различитог функционалног ранга и саобраћајног оптерећења. Код раскрсница са кружним током овој групи припадају раскрснице са двије уливне на главном и једном(двие) уливне траке на споредном правцу и пречником круга 22-35м.

Функционални ниво „F“ обухвата раскрснице на пресецима саобраћајница мањег значаја и саобраћајног оптерећења. Код раскрсница са кружним током типу F1 припадају раскрснице са двије(једном) уливном траком на главном и једном уливном траком на споредном правцу и пречником 22-35м, а типу F2 са по једном уливном траком и пречником 15-25м.

2.1.2. Просторна организација површинских раскрсница

Полазни услов за успјешно рјешавање проблема који се јављају у зонама површинских раскрсница је концепцијски исправно постављање просторне организације раскрснице. У зависности од могућих пројектних рјешења површине које обухватају предложена рјешења могу бити битно различите.

За одређивање неопходне површине и уклапања у расположиви простор код класичних раскрсница мјеродаван је број и дужина трака за сортирање возила, док је код кружних раскрсница спољашњи радијус.

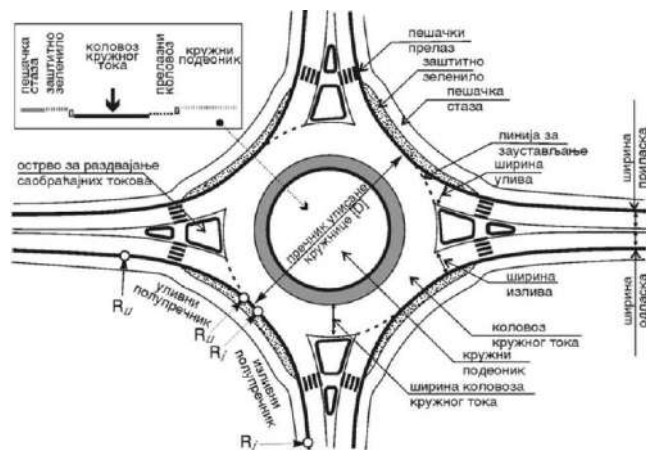
Разноликост специфичности раскрсница је велика, тако да није могуће генерализовати све параметре који су потребни да би се задовољио критеријум просторне организације, међутим основни параметри се морају поштовати.

Основни параметри су:

- конфликтне и колизионе тачке,
- принципи вођења пресјечних праваца,
- карактеристична подручја и зоне површинске раскрснице,
- принципи каналисања површинских раскрсница,
- спољна прегледност површинске раскрснице,
- и други.

2.1.3. Типологија раскрсница са кружним током

Избор типа раскрснице се намеће као један од полазних корака у пројектовању раскрсница. Сем функционалне класификације и просторне организације врло је битно изабрати правилан тип површинске раскрснице.



Слика 2. – Основни елементи и терминологија кружних раскрсница [3]

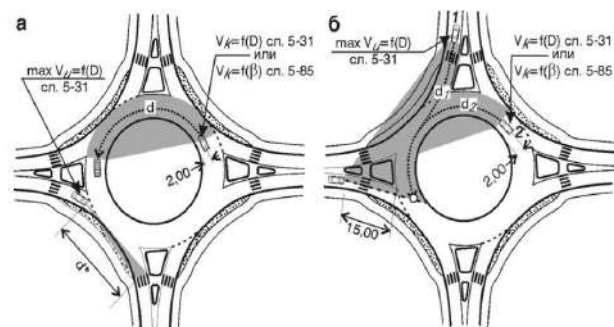
2.2. Геометријско обликовање кружних раскрсница

Пројектовање геометрије савремених раскрсница са кружним током представља тражење компромиса између капацитета и сигурности. Раскрснице са кружним током функционишу сигурније уколико геометријски елементи условљавају смањење брзине у кружном току. Као битне ставке које одређују геометријско обликовање кружних раскрсница наводе се:

- Прегледност у кружним раскрсницама,
- Ситуациони план и
- Нивелациони план.

2.2.1. Прегледност у кружним раскрсницама

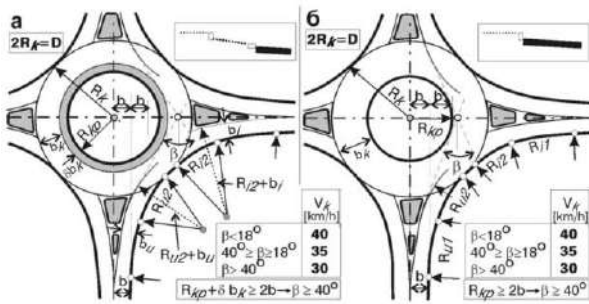
Прегледност у подручју кружне раскрснице мора бити сагласна начину функционисања тј. возила у кружном току увијек имају предност у односу на возила која се уливају као и осталим функционално-просторним карактеристикама.



Слика 3. – Функционална класификација површинских раскрсница

2.2.2. Ситуациони план

Ситуациони план је веома битан у фази пројектовања. Димензије елемената кружне раскрснице се одређују на основу аспекта безбједности саобраћаја као и проходности мјеродавних возила. Димензије елемената су стандардизоване у разним правилницима, па се они усвајају на основу препорука које су дате у стандардима као што је приказано на слици 4.

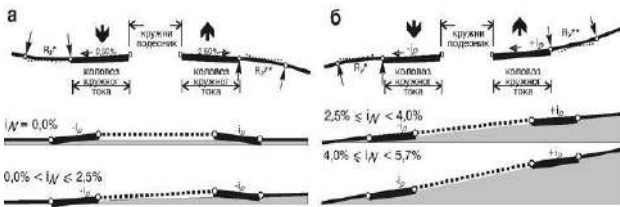


Слика 4. – Полазни елементи за обликовање ситуационог плана кружне раскрснице: а- са проширењем кружне колозова и б- без проширења [3]

2.2.3. Нивелациони план

При пројектовању кружних раскрснице, посебна пажња треба се посветити вертикалном вођењу путева, тј. подужним падовима путева који се укрштају, вертикалним кружним елементима и попречним падовима кружне саобраћајне траке.

При уређивању нивелационог плана раскрснице треба се водити основним принципима. Један од основних принципа је тај да се кружна раскрсница треба пројектовати у хоризонталу и са попречним нагибом кружног колозова усмјереним од подионика ка спољној ивици што је могуће постићи код новоградње одговарајућим вођењем нивелете пресјечних праваца. Наравно, постоје и случајеви у којима није тако, па се тада нивелете пресјечних праваца и попречни нагиб кружног колозова усклађују са пружањем терена.



Слика 5. – Вођење нивелете прикључних праваца и попречни нагиби кружног колозова у подручју кружне раскрснице: а- приближно хоризонтална нивелета прикључног правца и б – у већем подужном нагибу

2.3. Мултикритеријумска анализа

Раскрснице због својих карактеристика представљају критична мјеста на путној и градској мрежи и због тога морају бити детаљно и пажљиво анализирани. На основу дефинисаних карактеристика саобраћајног тока и посебних захтјева и услова који се односе на ранг саобраћајница које се укрштају, приликом пројектовања и реконструкције путева и улица потребно је испитати различита варијантна рјешења раскрсница и њихове функционалне карактеристике.

2.3.1. Параметри за избор типа раскрснице

Избору типа раскрснице треба да претходи детаљна анализа и поређење могућих алтернатива.

Да би се донијела одлука о избору кружне или класичне раскрснице потребно је урадити студију оправданости, где је потребно провјерити основне критеријуме за избор типа раскрснице.

Основни критеријуми и подкритеријуми који се анализирају су [4]:

1. Критеријум саобраћајне сигурности са подкритеријумима:
 - услови локације
 - конфликтне тачке
2. Критеријум протока саобраћаја са подкритеријумима:
 - пропусна моћ
 - геометријске карактеристике
 - временски губици возила
 - квалитет протока
3. Критеријум просторног уклапања са подкритеријумима:
 - површинско уклапање
 - естетско уклапање
4. Критеријум економичности са подкритеријумима:
 - трошкови грађења
 - трошкови одржавања

2.3.2. Резултати мултикритеријумске анализе

Метода која је примијењена у мултикритеријумској анализи базира се на основним критеријумима који се узимају у обзир при избор типа раскрсница и функционалним условима које свака раскрсница мора да испуни.

На основу наведених критеријума и функционалних услова формира се матрица са главним критеријумима и подкритеријумима којима се додјељује одређена тежина према значају који имају у избору типа раскрснице.

Вриједновање критеријума и подкритеријума је нумеричко, а оцјене су од 1=лоше до 5=одлично решење. Матрицом се прорачунава укупно вриједновање сваког предложеног типа раскрснице. Пример резултата анализе приказан је на слици 6.

Главни критериј	Подкритериј	Вредновање		
		Оцјена: 5=одлично, 1=лоше		
		Двотрачни ротор	Турбо ротор	Семафорисана раскрсница
Саобраћајна сигурност	Услови локације	2	5	3
	Конфликтне тачке	2	5	3
Проток саобраћаја	Квалитет протока	2	4	3
	Геометријске карактеристике	3	4	5
Просторно уклапање	Површинско уклапање	2	3	4
	Естетско уклапање	2	5	4
Економичност	Трошкови грађења	4	4	3
	Трошкови одржавања	4	3	2
Укупно вредновање		2,55	4,24	3,28

Слика 6. – Резултати мултикритеријумске анализе[4]

На основу упоређивања резултата анализе долази се до закључка који тип раскрснице је оправдан за дати случај, што у многоме доприноси у одлучивању при пројектовању.

3. ПРАКТИЧНИ ДИО

3.1. Увод

У практичном приказан је примјер идејно-инжењерског решења реконструкције постојеће раскрснице.

3.2. Предметни задатак

Предметни задатак се односи на идејно-инжењерско рјешење реконструкције раскрснице на транзитном саобраћају у градском подручју града Брчко. Задатак је урађен на основу подлога које су преузете од предузећа „ЈП Путеви Брчко“ Брчко.

3.3. Анализа саобраћаја

Према подацима о бројању саобраћаја ПГДС за ову раскрсницу износи 25158 воз/дан.

Табела 1: Мјеродавна возила и ПГДС

ПА	БУС	ТВ	ПГДС
24277	252	629	25158

На основу бројања саобраћаја одређено је и еквивалентно саобраћајно оптерећење које износи $T_u=1,02 \times 10^7 \times ESO82kN$.

3.4. Елементи кружне раскрснице

За предметну раскрсницу усвојена је брзина на раскрсници $V_{ras}=30$ км/ч, док су пројектне брзине на прилазним саобраћајницама $V_p=60$ км/ч. Због постојећег стања раскрснице и функционалности, кружни ток је пројектован са двије коловозне траке. На основу брзина и уз поштовање прописа и приједлога датим „Смјерницама за пројектовање, грађење, одржавање и надзор на путевима“ пројектовани су сљедећи елементи кружне раскрснице:

Табела 1: Димензије елемената кружног тока [3]

Дијелови кружне раскрснице	Димензије
Ширина кружног коловоза	9,0 м
Спољни пречник кружног тока	38,0 м
Уливне траке	3,0 м
Изливне траке	3,75м
Попречни нагиб кружног коловоза	2,5%

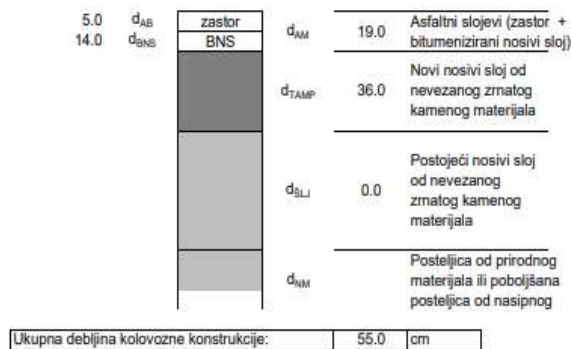
3.5. Димензионисање коловозне конструкције

Димензионисање коловозне конструкције вршено је према важећем стандарду СРПС У.Ц4.012.

Параметри на основу којих је урађено димензионисање су [2]:

- Пројектни период.....20година
- Возна способност површине коловоза.....2,5
- Еквивалентно саобр. оптерећење... $1,02 \times 10^7 \times ESO82kN$
- Климатско хидролошки услови.....2,5
- Носивост материјала у постелици7%

Усвојена коловозна конструкција:



Слика 7. – Приказ усвојене коловозне конструкције

Приказана коловозна конструкција је контролисана и на штетно дејство мрза.

4. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада приказане су методолошке основе за планирање и пројектовање површинских раскрсница са посебним освртом на кружне раскрснице. Осим методолошких основа обрађена је и тема анализе избора одговарајућег типа површинских раскрсница мултикритеријумском анализом. Урађено је и идејно-инжењерско рјешење реконструкције раскрснице на транзитном саобраћају у градском подручју града Брчко. Овим рјешењем је постојећа семафоризована раскрсница претворена у кружни ток.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] „Одабрана поглавља из планирања и пројектовања саобраћајница у градовима“ - писана предавања – Небојша Радовић
- [2] „Коловозне конструкције“ - Ђорђе Узелац
- [3] „Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима“ - Михајло Малетин
- [4] „Избор типа раскрснице примјеном мултикритеријске анализе“ - Зоран Кењић

Кратка биографија:



Владо Ковачевић рођен је 13.10.1993. године у Милићима. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви и саобраћајнице, одбранио је 2024. године.



Небојша Радовић рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2006. год., а од 2020. год. је редовни професор на Факултету Техничких Наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE SPORTSKE HALE U SUBOTICI SA ANALIZOM NOSIVOSTI KARAKTERISTIČNIH ČELIČNIH ELEMENATA PRI DEJSTVU POŽARA**STRUCTURAL DESIGN OF THE SPORTS HALL IN SUBOTICA WITH LOAD-BEARING CAPACITY ANALYSIS OF STEEL ELEMENTS UNDER FIRE CONDITIONS**Jelena Mirjanić, Igor Džolev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se fokusira na projekat konstrukcije sportske hale u Subotici, sa posebnim akcentom na analizu požarne otpornosti karakterističnih čeličnih elemenata. Obuhvaćeni su ključni tehnički aspekti proračuna kao i metodologija za procenu požarne otpornosti konstrukcije prema važećim Eurocode standardima.

Ključne reči: požarna otpornost, sportska hala, čelične konstrukcije

Abstract – This paper focuses on the structural design of the sports hall in Subotica, with special emphasis on fire resistance analysis of steel elements. It covers key technical aspects of the calculations as well as the methodology for assessing structural fire resistance according to the Eurocode standards.

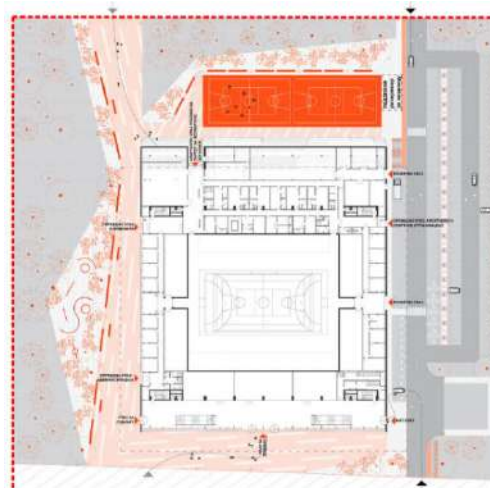
Keywords: fire resistance, sports hall, steel structures

1. UVOD

U skladu sa dobijenim arhitektonskim rešenjem [1], razrađen je projekat konstrukcije sportske hale locirane u Subotici, sa akcentom na požarnu analizu karakterističnih čeličnih elemenata.

Sama konstrukcija hale zauzima površinu od oko 9000 m² u osnovi, a najviša tačka krova je na visini od 14,7 m. Ima jednu podzemnu etažu.

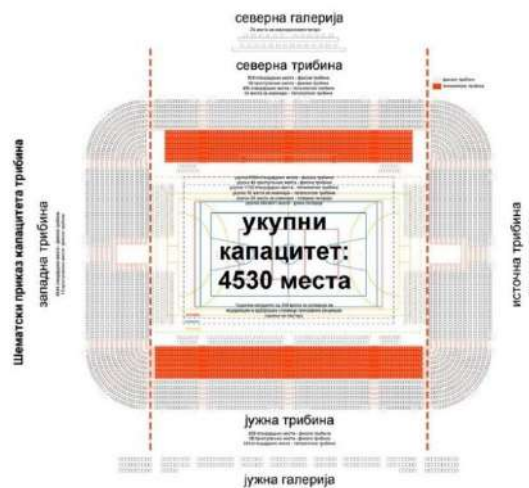
Kompleks se sastoji od glavnog dela hale gde su smešteni centralni teren i unutrašnje tribine kapaciteta 4530 mesta (slika 2), kao i bočnih delova sa pratećim sadržajem (slika 1). U skladu s tim, krov se može podeliti na tri dela: ekstenzivni neprohodni krov glavne hale sa solarnim panelima, neprohodni bočni krov gde su smeštene mašinske instalacije i prohodnu bočnu krovnu terasu sa koje se pruža pogled ka Subotici, Paliću i Palićkom jezeru.



Slika 1. Osnova prizemlja [1]

1.2. Tehnički opis

Glavna ramovska konstrukcija hale sastoji se od devet glavnih ramova raspona 65 m, sa visinom od 14,7 m. Srednji ramovi su prostorne četvoropojasne rešetke visine 3,2 m, dok su kalkanski ramovi ravanski rešetkasti nosači visine 2 m. Glavne ramove čine armiranobetonski stubovi, a fasadni stubovi su, takođe, armiranobetonski. Konstrukciju krova čini sistem glavnih i sekundarnih rožnjača, a ukrućene su horizontalnim i vertikalnim krovnim spregovima. Vertikalna ukrućenja čine AB zidna



Slika 2. Kapacitet dvorane [1]

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Džolev, vanr. prof.

platna koja se protežu čitavom visinom objekta. Međuspratna konstrukcija sastoji se od glavnih i sekundarnih greda, sa profilisanim limom i betonskom pločom debljine 20 cm.

Ispod objekta nalazi se podzemna etaža visine 3 m, delimično za tehničke prostorije i parking mesta. Podrumski ploča oslonjena je na armiranobetonske stubove, dok su po obodu zidovi debljine 25 cm. Objekat je temeljen na temeljnoj ploči debljine 50 cm. Fasada je projektovana kao zarubljena piramida sa koso postavljenim čeličnim profilima, dok su sa kalkanskih strana projektovane prohodne rampe koje povezuju etaže i krovnu konstrukciju. Nagib rampe je 5%. Rampe i koridori su predviđeni kao spregnuta ploča između pravih i kosih fasadnih stubova.

Tabela 1 – Usvojeni profili

USVOJENI PROFILI	POZICIJA
b/d=70/140	glavni stubovi
RHS 500x300x16	donji pojas glavnih rešetki - U
RHS 250x150x10	gornji pojas glavnih rešetki - O
SHS 219.1x10	štapovi ispune glavnih rešetki - D
RHS 500x300x20	rožnjače
b/d=40/40	vjenčanice
SHS 219.1x8	horizontalni krovni spreg
b/d=60/40	fasadni stubovi
RHS 300x300x12.5	kosi nosači fasade
b/d=50/50	kalkanski stubovi
HEM 550	MK glavne grede (nivoi 2, 3) - MKg (2,3)
HEM 400	MK sekundarne grede (2, 3) - MKs (2,3)
HEB 260	MK glavne grede (nivo 1)
HEB 200	MK sekundarne grede (nivo 1)
b/d=80/80	tribinski nosači
b/d=60/100	tribinske grede
b/d=40/40	podrumski stubovi
IPE 300	kratka greda u prizemlju
SHS 244.5x12	vertikalni krovni spreg

2. ANALIZA OPTEREĆENJA [2]

2.1. Stalno opterećenje

- Sopstvena težina
- Dodatno stalno opterećenje od 1,50 kN/m²

2.2 Korisno opterećenje:

- Kategorije C5 – 5,00 kN/m² - za prohodne površine;
- Kategorije H – 1,5 kN/m² - za neprohodne površine;
- Kategorije F – 2,0 kN/m² - za garažu

2.3 Sneg

Karakteristična vrednost opterećenja od snega, za područje Subotice i povratni period od 50 godina, usvojena je u iznosu od $s_k=1,0$ kN/m². Proračunom je u obzir uzet i problem nagomilavanja snega sa viših na nižim krovnim površinama.

2.4 Vetar

Razmatrano je dejstvo vetra za datu lokaciju na ravne krovove i kose fasadne elemente.

Osnovni pritisak vetra: $q_b = 0,2513$ kN/m

Udarni pritisak vetra: $q_{p(z)} = 0,6540$ kN/m²

2.5 Termička dejstva

Karakteristične vrednosti temperaturnog dejstva za predmetnu lokaciju, sa godišnjom verovatnoćom prekoračenja od 2%:

$$T_{\max} = 41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.6 Opterećenje od tla

Za opterećenje na površini tla uz objekat od 2 kN/m² i zapreminsku težinu tla $\gamma=18$ kN/m³, bočni pritisak ima vrednost $p_q=0,667$ kN/m², a horizontalni pritisak se linearno povećava do dubine od 3 m gde iznosi $p_h=18$ kN/m².

2.7 Seizmičko opterećenje

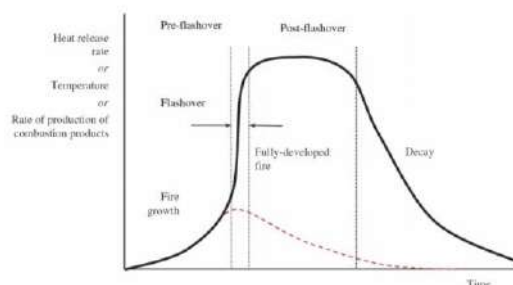
Objekat se nalazi u zoni malog ubrzanja tla od 0,05. Klasa značaja konstrukcije je III (klasa za javne objekte). Faktor ponašanja je $q=2$.

Za dimenzionisanje konstrukcije po kriterijumu nosivosti korišten je softver Tower 8 [3,4].

3. ANALIZA NOSIVOSTI KARAKTERISTIČNIH ČELIČNIH ELEMENATA PRI DEJSTVU POŽARA

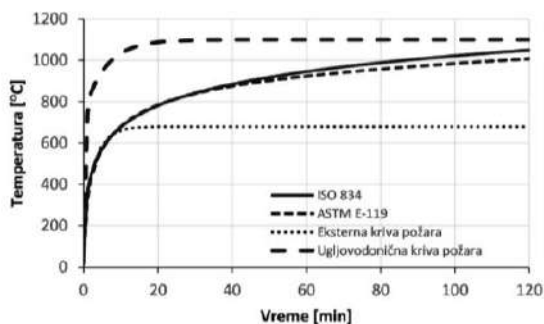
Požarom se smatra svako nekontrolisano sagorevanje kojim se ugrožavaju život i zdravlje ljudi, materijalna dobra i životna sredina. Najveće prednosti čelika kao materijala ogledaju se u njegovoj nezapaljivosti i mogućnosti povratka čvrstoće nakon požara.

Postoji šest faza razvoja koje se mogu uočiti tokom svakog požara (slika 3): paljenje, faza rasta, raspirivanje¹, faza potpuno razvijenog požara, faza opadanja, gašenje požara.



Slika 3 – Faze razvoja požara [5]

¹ Eng. „flashover“



Slika 4 – Nominalne požarne krive

Funkcije temperature u odnosu na vreme su monotono rastuće, zanemarujući fazu hlađenja nakon potpuno razvijenog požara. U ovom radu je korištena izloženost ISO 834 krivoj [6]. Kod standardnih modela požara, požarna otpornost se meri u minutima i predstavlja vreme u kojem konstrukcija ispunjava potrebne kriterijume. Požarna otpornost se definiše prema sledećim kriterijumima:

R - Nosivost

E - Integritet

I - Termička izolovanost

Prema standardu EN 1993-1-2 [7], koji se odnosi na projektovanje čeličnih konstrukcija u uslovima požara, požarna otpornost čeličnih elemenata definiše se kao vremenski period u kojem konstrukcija može da zadrži svoju funkciju pod dejstvom požara [8]. Procena se vrši na osnovu:

1. Proračunske temperature u čeličnom elementu
2. Smanjenja mehaničkih svojstava čelika pri povišenim temperaturama
3. Proračun nosivosti čeličnog elementa u uslovima požara
4. Trajanje požarne otpornosti

3.1. Proračunske temperature u čeličnom elementu

Za „I“ poprečne preseke izložene požaru zadatom nominalnom krivom, korekcionni faktor za efekat senke može se odrediti prema sledećem izrazu:

$$k_{sh} = 0,9 * \frac{\left[\frac{A_m}{V}\right]_b}{\frac{A_m}{V}} \quad (1)$$

$\frac{A_m}{V}$ - odnos površine izloženog preseka i zapremine,

$\left[\frac{A_m}{V}\right]_b$ - odnos koji odgovara bazičnom preseku

Za poprečne preseke konveksnog oblika, kao što su pravougaoni ili kružni šuplji preseki, koji su potpuno izloženi požaru, efekat senke nema uticaja te je vrednost faktora $k_{sh} = 1$.

3.2. Smanjenja mehaničkih svojstava čelika pri povišenim temperaturama

Kako temperatura čelika raste, njegova nosivost značajno opada. Smanjenje mehaničkih svojstava

čelika pri temperaturi θ_a može se izraziti kao proporcija svojstava na sobnoj temperaturi. Smanjenje zatezne čvrstoće čelika:

$$f_{y(\theta_a)} = k_{y(\theta_a)} * f_{y,20} \quad (2)$$

$f_{y(\theta_a)}$ – zatezna čvrstoća čelika na temperaturi θ_a ,

$f_{y,20}$ – zatezna čvrstoća čelika na 20°C,

$k_{y(\theta_a)}$ – redukcionni faktor za zateznu čvrstoću pri temperaturi θ_a

Smanjenje modula elastičnosti čelika:

$$E_{(\theta_a)} = k_{E(\theta_a)} * E_{20} \quad (3)$$

$E_{(\theta_a)}$ – modul elastičnosti na temperaturi θ_a ,

E_{20} – modul elastičnosti na 20°C,

$k_{E(\theta_a)}$ – Redukcionni faktor za modul elastičnosti pri temperaturi θ_a

3.3. Proračun nosivosti čeličnog elementa u uslovima požara

Provera na savijanje:

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{k_{y(\theta_a)} * W_{pl} * f_{y,20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (4)$$

Provera na aksijalno naprezanje:

$$N_{fi,t,Rd} = \frac{k_{y(\theta_a)} * A * f_{y,20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (5)$$

Provera na smicanje:

$$V_{fi,t,Rd} = \frac{k_{y(\theta_a)} * A_v * \tau_{y,20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (6)$$

Provera na interakciju aksijalnog naprezanja i savijanja:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{fi,t,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{fi,t,Rd}} \leq 1 \quad (7)$$

3.4. Trajanje požarne otpornosti

Na kraju, uz primenu gornjih formula i korišćenje vrednosti temperature dobijene iz proračuna, određuje se koliko dugo čelični element može da zadrži svoju nosivost i stabilnost tokom požara. Prema standardu, požarna otpornost se izražava u vremenskim periodima od 15, 30, 60, 90, 120 ili 180 minuta, u zavisnosti od tipa elementa i uslova požara.

Proračun se vrši za uticaje dobijene iz incidentne proračunske situacije:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + (\psi_{1.1} \text{ ili } \psi_{2.1}) * Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2.i} Q_{k,i} \leq \frac{R_{k,\theta}}{\gamma_{R,fi}} \quad (8)$$

Tabela 2 – Proračun nosivosti i kritične temperature u čeličnim elementima pri dejstvu požara R30

Karakterističan profil	U	O	D	MKg (2,3)	MKs (2,3)
$N_{fi,Ed}$ [kN]	4022	668.78	336.54	1448.5	1292.7
$V_{z,fi,Ed}$ [kN]				207.39	
$M_{y,fi,Ed}$ [kNm]				470.49	152.27
k_{sh}	1	1	1	0.782	0.765
$k_{y,\theta}$	0.194	0.136	0.149	0.243	0.277
$k_{E,\theta}$	0.118	0.099	0.103	0.14	0.165
$N_{fi,t,Rd}$ [kN]	1647.16	354.47	347.47	3057.06	3203.56
$V_{z,fi,t,Rd}$ [kN]				695.18	
$M_{y,fi,t,Rd}$ [kNm]				699.91	560.42
$M_{b,fi,t,Rd}$ [kNm]				590.47	367.08
zadovoljenje uslova nosivosti	NE	NE	DA	NE	NE
μ_0 (iterativno)	0.474	0.257		0.412	0.456
$\theta_{a,cr}$ [°C]	598.71	688.92		624.17	606.25

Elemente, koji ne zadovoljavaju traženu otpornost na požar R30, je potrebno zaštititi vatrootpornim materijalom ili im povećati dimenzije.

4. ZAKLJUČAK

Većina dosadašnjih istraživanja, naučnih radova, propisa i zakona bila je usmerena na obezbeđivanje nosivosti, sigurnosti i trajnosti građevinskih konstrukcija pod statičkim i dinamičkim opterećenjima, dok je otpornost na požar tek nedavno dobila veću pažnju. Klasične metode zaštite, poput premaza i obloga, uglavnom zadovoljavaju zahteve, ali nisu uvek dovoljne, posebno kod složenijih konstrukcija.

Kada zaštitne mere nisu adekvatno primenjene, elementi konstrukcije postaju osetljivi na visoke temperature, što može dovesti do gubitka nosivosti i funkcionalnosti, čime postaju opasni po živote i imovinu. Kod objekata sa visoko zapaljivim materijalima, poput drveta i kompozita, požar se širi brže, povećavajući rizik. Zbog toga je važno, pored pasivnih metoda zaštite, detaljnije analizirati reakciju konstrukcija na visoke temperature i prepoznati kritične tačke.

Da bi se izbegli loši scenariji, potrebno je povećati istraživanja u oblasti požarne bezbednosti. Istraživanja bi trebalo da uključuju nove materijale, savremene tehnologije za simulaciju i testiranje požara, čime bi se omogućilo bolje razumevanje rizika i primena odgovarajućih mera koje će smanjiti posledice požara, osigurati stabilnost konstrukcija i zaštitu ljudi i imovine.

5. LITERATURA

- [1] “Behance,” Behance.net, 2023.
https://www.behance.net/gallery/196118053/Hala-Subotici?share=1&fbclid=PAZXh0bgNhZW0CMTEAAab9QH8iKzz2JnjPCYWoVhXINDh-Z5ka6HJDs0m7uqOsAYIKhxiohdhHmwm_aem

[_KZaWKA5tBAVx90Ag1kW9yA](#) (accessed Sep. 11, 2024).

- [2] EN 1991-1-2, Eurocode 1 – Actions on structures – Part 1-2: General actions – Action on structures exposed to fire (2002), European Committee for Standardization, Brussels
- [3] European Standard EN 1993, Eurocode 3: Design of steel structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings, 03.2005, +AC 06.2009, European Committee for Standardization.
- [4] Radimpex (2019). Tower 8, Static and dynamic structural analysis software. Radimpex Software, Beograd.
- [5] EN 1991-1-2, “Actions on Structures, General Actions, Actions of Structures Exposed to Fire”, European Committee for Standardization, 2002.
- [6] ISO 834, “Fire Resistance Test -Elements of Building Construction”, International Standard 834, 1975
- [7] EN 1993-1-2, Eurocode 3 – Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design (2005), European Committee for Standardization, Brussels
- [8] “Pravilnik za građevinske konstrukcije,” Paragraf.rs, 2019.
<https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-za-gradjevinske-konstrukcije.html> (accessed Sep. 11, 2024).

Kratka biografija:



Jelena Mirjanić rođena je u Banjaluci 1998. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2022. god. Od 2023. je u zvanju saradnika u nastavi za užu naučnu oblast Teorija konstrukcija.
kontakt: jelena.mirjanic@uns.ac.rs



Igor Džolev rođen je u Novom Sadu 1983. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2018. god., a od 2024. je zvanju vanredni profesor za užu naučnu oblast Teorija konstrukcija.

OSObine I PRIMERI PRIMENE PASIVNIH OPTIČKIH MREŽA**PASSIVE OPTICAL NETWORKS**Tamara Bulović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – POŠTANSKI SAOBRAĆAJ I TELEKOMUNIKACIJE**

Kratak sadržaj – U radu je opisan postupak projektovanja pasivne optičke mreže (FTTX). Posebno je analiziran koncept i arhitektura FTTX, opisane su mreže sa „otvorenim pristupom“, kao i koncept, razvoj i primer mreže do kuće, FTTH.

Ključne reči: Optičke mreže, FTTX tehnologije, FTTH koncept

Abstract – Passive optical networks (FTTX), concept and architecture are described in this paper. Particular analysis is given for "open access" networks and concept, development and example of FTTH.

Keywords: Optical networks, FTTX technologies, FTTH concept

1. UVOD

Pasivne optičke mreže, PON (Passive Optical Networks) smatraju se jednom od najpogodnijih rešenja za realizaciju različitih optičkih mreža za pristup do krajnjeg korisnika FTTH (Fiber To The Home). Sadrže ključne prednosti nad ostalim mrežama zbog toga što su zasnovane na potpuno pasivnim komponentama, koje ne zahtevaju napajanje niti primenu dodatnih uređaja za instalaciju opreme na licu mesta.

Pasivne optičke mreže su počele da se koriste krajem 80-tih godina prošlog veka, prvobitno kao optičke infrastrukture za telefoniju. Danas su PON širokopolasne mreže i predstavljaju jedno od najprivlačnijih rešenja za kvalitetan, brz, ekonomičan i pouzdan pristup internetu.

Pasivne optičke mreže postale su alternativna rešenja za najveći deo postupaka optičkog pristupa od krajnjeg korisnika (FTTH).

2. PASIVNE OPTIČKE MREŽE

Varijante pasivnih optičkih mreža su:

1. A/BPON (ATN/BROAD)
2. EPON (Ethernet PON)
3. GPON (Gigabit PON)

FTTH arhitektura obezbeđuje niže troškove po korisniku deljenjem ukupne cene optičkog vlakna i opreme na veći broj korisnika.

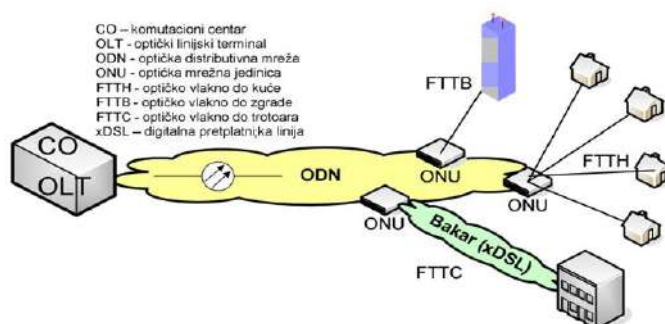
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, red. prof.

2.1. Arhitektura PON mreže

PON mreže sastoje se od optičkih linijskih terminala (OLT, Optical Line Terminal) smeštenih u centrali (CO) i skupa optičkih mrežnih jedinica (ONU, Optical Network Unit), smeštenih u neposrednoj blizini ili na lokaciji korisnika. Između OLT i ONU nalazi se optička distributivna mreža (ODN, Optical Distribution Network) koja se sastoji od optičkih vlakana i pasivnih kombajnera optičkog snopa.

OLT povezuje optičku mrežu za pristup sa MAN/WAN mrežama, ONU predstavlja interfejs između korisnika i PON mreže. Funkcija ONU jedinice jeste da primi saobraćaj u optičkom domenu i da ga konvertuje u električni i razdvoji signal.



Slika 1. Arhitektura PON mreže [1]

2.2. Standardizovana verzija PON mreže

U Tabeli 1. date su osnovne karakteristike standardizovanih verzija PON mreže.

2.3. Koncept FTTX mreže

FTTX (Fiber to the-X) predstavlja širokopolasnu pristupnu mrežu koja koristi optička vlakna u svojoj strukturi radi komunikacije sa krajnjim korisnikom.

Kod FTTX prva tri sloja znače da se radi o mreži sa optičkim vlaknom, dok X označava tačku na kojoj se optičko vlakno nalazi.

U širem smislu FTTX mreže dele se na:

1. FTTN - optika do čvora,
2. FTTC - optika do ivičnjaka,
3. FTTB - optika do granice zgrade,
4. FTTH - optika do kuće,
5. FTTH - optika do stola,
6. FTTH - optika do lokala.

Tabela 1. Karakteristike standardizovanih TDM-PON tehnologija [1]

	BPON	GPON	EPON
Standard/godina	ITU-T G 983.x / od 1998	ITU-T G 984.x / 2003	IEEE 802.3ah/ 2004
Binarni protok <i>downstream</i> [Mb/s]	155, 622 ili 1244	1244 ili 2488	1000
<i>upstream</i>	155 ili 622	155, 622, 1244, 2488	1000
Korisnika/PON	32	64	16
Binarni protok po korisniku [Mb/s]	20	40	60
Maksimalan domet [km]	20	20	20
Jedinica za prenos podataka	ATM ćelija	GEM ram	Ethernet ram
Servisi	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Ethernet servisij
Procenjeni troškovi	Mali	Srednji	najmanji

Postoje nekoliko FTTX tehnologija, najpoznatije od njih su:

- Point-to-point arhitektura
- Point-to-multipoint arhitektura.

Pristupne mreže se koriste kako bi povezale:

- Bazne stanice mobilne mreže,
- Fiksne bežične mrežne antene (wireless LAN ili WiMax),
- Uređaje za kontrolu i nadzor (kamere, alarmi, kontrolni uređaji...),
- Ustanove kao što su bolnica, škola, policija itd.

2.4. "Last mile"

Last mile (poslednja milja) je termin koji se koristi za provodnike između telefonske centrale i pretplatnika. Ta dužina koja iznosi do 1600 metara je maksimalno dovoljno rastojanje pretplatnika do telefonske centrale uslovljeno je strujom daljinskog napajanja mikrotelefonske kombinacije tj. telefonskog aparata.

Neke od čestih Last mile tehnologija su:

- xDSL,
- Cable modem (CATV),
- Ethernet,
- WiMax.

2.5. FTTX okruženje

Optičko vlakno mora biti postavljeno što bliže pretplatniku, u zavisnosti da li se mrežna infrastruktura nalazi na javnom ili privatnom zemljištu ili je u sklopu javnih ili privatnih poseda.



Slika 2. Tip FTTX okruženja [5]

Fizičko okruženje delimo na:

- Gradsko,
- Ruralno,
- Otvoreno stambeno,
- Prema tipu zgrada i gustine naseljenosti.

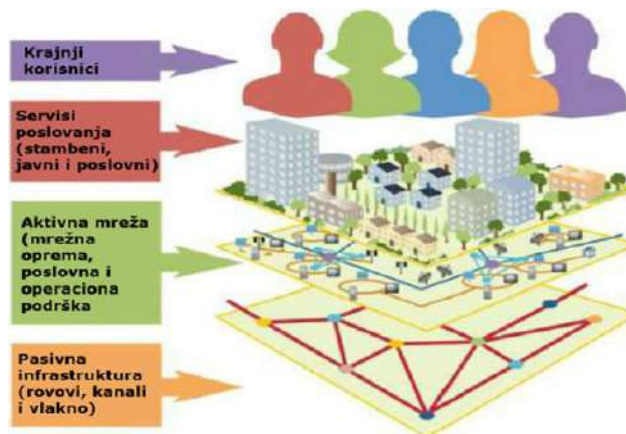
Tipovi terena mogu biti:

- Greenfield - predstavlja novogradnju na kojoj se mreža instalira paralelno sa izgradnjom objekta,
- Brownfield- urbano mesto gde su objekti u fazi izgradnje, ali je postojeća infrastruktura veoma niskog standarda,
- Overbuild - nadgradnja na već postojeću infrastrukturu.

Faktori od kojih zavisi kakva će infrastruktura biti jesu sledeći:

- Veličina FTTX mreže,
- Tip FTTX mreže,
- Tekući troškovi za održavanje i rad mreže (OPEX),
- Inicijalni troškovi implanitiranja infrastructure (CAPEX),
- Vrste mrežne arhitekture,
- Lokalni uslovi koji obuhvataju troškove radne snage, kontrolu saobraćaja i lokalna ograničenja i drugo.

2.6. Mreže sa "otvorenim pristupim"



Slika 3. FTTX mrežni slojevi [6]

2.7. Mreže sa "otvorenim pristupim"

Mreža sa "otvorenim pristupom" čini resurse koji je na raspolaganju vlasnika i svim klijentima. Cena pristupa je ista za sve klijente i niža od cene koju bi platili za izgradnju sopstvene mreže, kada se govori o "otvorenom pristupu" u svetu telekomunikacije, to obično podrazumeva odabran pristup provajderima radi

komunikacije sa korisnicima, bez potrebe kreiranja i razvijanja sopstvene optičke mreže.



Slika 4. Mreže sa „otvorenim pristupom“ [6]

2.8. Primeri u telekomunikacionom saobraćaju

Mobilna mreža Telekoma Srbija osnovana je 9.6.1997. godine. Kompanija je počela da pruža usluge mobilne telefonije 1998. godine. 3G tehnologija i usluga ADSL interneta su uvedeni 2006, multimedijalni servisi (IPTV) 2008. godine, a 2015. uvedena je LTE (4G) tehnologija. Danas kompanija Telekom Srbija pruža sledeće usluge:

- fiksna telefonija (POTS i VoIP)
- mobilna telefonija (GSM, UMTS, LTE)
- internet (kablovski, DSL, optički i mobilni)
- ICT servisi
- digitalna televizija (kablovska, IPTV, satelitska, zemaljska)
- Integrisane usluge - mts BOX paketi, mts Biz paket, Super PLAN paket
- Telefonski imenik
- Prodaja uređaja za privatne i poslovne korisnike [10].

2.9. Primeri FTTH mreže u Subotici

Područje Subotice može se smatrati urbanim područjem, prema površini koju zauzima i gustini naseljenosti.

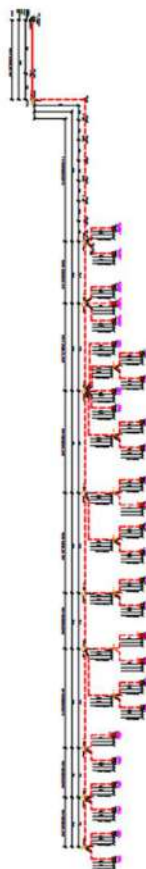
Na području klastera 10 Subotica primarna mreža je podzemna kao i sekundarna mreža.



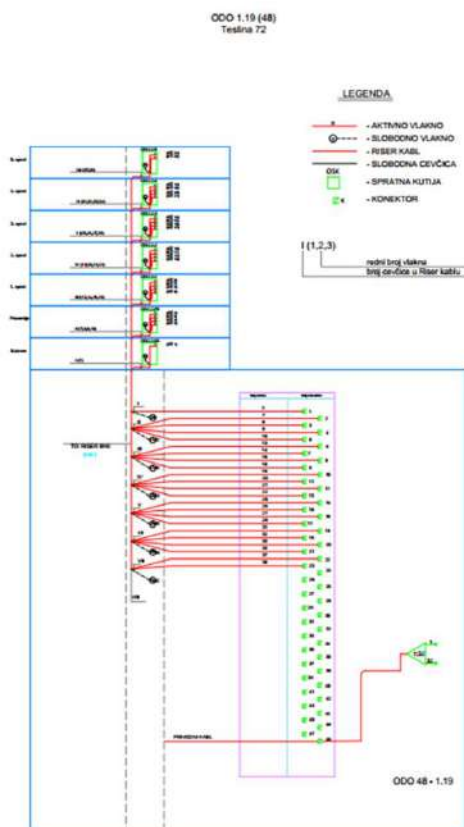
Slika 5. Situacija trase



Slika 6. Plan namene vlakana



Slika 7. Detaljan šematski plan



Slika 8. Blok šema vertikalne instalacije

3. ZAKLJUČAK

Zbog mogućnosti prenosa velike količine informacija kao i svoje brzine i sigurnosti usluge, pasivne optičke mreže stekle su veliko poverenje. Ostali razlozi za primenu jesu jednostavna infrastruktura, jeftino održavanje i brzina prenosa. PON mreže su najčešće korišćene za komunikaciju do krajnjeg korisnika.

PON predstavljaju najbolju opciju za krajnje korisnika zbog niže cene u odnosu na konkurenckne tehnologije i lakšeg uklapanja u okruženje.

FTTX tehnologije u velikoj meri utiču na bolji životni standard tako što otvara bolje mogućnosti na tržištu, kreira lakše poslovne poduhvate i predstavljaju magnet za investicije u privrednim granama. Kvalitetna i brza usluga kao i stabilna infrastruktura izdvajaju je od ostalih tehnologija.

Optičke mreže napravile su veliki pomak u razvoju distribucije digitalnog sadržaja i tržišta elektronskih usluga. Optičke pristupne mreže su kvalitetnim uslugama i zadovoljstvom korisnika kreirale temelj u sadašnjosti i napravile osnovu za pružanje odgovora na sve zahteve korisnika i razvoj u budućnosti.

4. LITERATURA

- [1] Vladanka Aćimović-Raspopović, Goran Marković, Vesna Radonjić, „Pasivne optičke mreže za pristup“, Beograd, 2007.
- [2] Željko Popović, „Sljedeća generacija pasivnih optičkih mreža“, Zagreb, 2010.
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x
- [4] Igor Karaica, „FTTx MREŽNE TEHNOLOGIJE“, Zagreb, 2009.
- [5] P. Rigby, “FTTH Handbook,” FTTH Counc. Eur., no. 5, pp. 1–161, 2011.
- [6] P. Rigby, “FTTH Handbook,” FTTH Counc. Eur., no. 5, pp. 1–161, 2011.
- [7] Elmedin Biberović, „Upotreba FTTH mreže i njena ekonomska opravdanost“, mart, 2014.
- [8] S. Budimir, “Razvoj FTTx optičkih mreža,” Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, 2015.
- [9] <http://www.topip.rs/content/view/81/22/1/1/>, avgust, 2011.
- [10] http://sh.wikipedia.org/wiki/Telekom_Srbija
- [11] INSTALLATION OF OPTICAL CABLES IN ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA B. Arsenijević, R. Pjevčević, R. Čeramilac, D. Maksić, N. Jotić
- [12] Velimir Radlovački - Računarske mreže i komunikacije, 2008
- [13] <https://optickikonektori.weebly.com/>

Kratka biografija:



Tamara Bulović rođena je u Glini 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2024.god.
kontakt:
tamarasamardzija94@gmail.com



ANALIZA ISPLATIVOSTI I ODRŽIVOSTI ELEKTRIČNOG VOZNOG PARKA
ANALYSIS OF THE PROFITABILITY AND SUSTAINABILITY OF AN ELECTRIC
VEHICLE FLEET

Aleksandra Maričić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – POŠTANSKI SAOBRAĆAJ I TELEKOMUNIKACIJE

Kratak sadržaj: U ovom radu opisano je koje su razlike između konvencionalnih i električnih vozila, kao i koje su prednosti električnih vozila. Urađena je studija slučaja uvođenja električnih vozila u flotu kompanije Nelt, kao i analiza isplativosti takve vrste investicije.

Gljučne reči: Električna vozila, dostava, analiza isplativosti

Abstract: This work describes the differences between conventional and electric vehicles, as well as the advantages of electric vehicles. A case study of the introduction of electric vehicles into the Nelt company's fleet was made, as well as an analysis of the profitability of this type of investment.

Keywords: electric vehicles, delivery, analysis of the profitability

1. UVOD

U urbanim gradskim sredinama dostava robe najviše se obavlja vozilima sa motorom sa unutrašnjim sagorevanjem. Jedan od najvećih zagađivača životne sredine upravo je transport robe. Kako bi se smanjile emisije CO₂, kao i išlo u smeru održivog poslovanja, uvođenje električnih vozila u flote jedan je od načina.

Cilj ovog rada jeste prikaz takvog jednog investicionog plana kompanije Nelt, koja se bavi distribucijom robe široke potrošnje. Prikazane su i prednosti električnih dostavnih vozila kao i kako utiču na životnu sredinu.

U daljem radu je prikazano kakav ekološki uticaj imaju električna vozila na životnu sredinu. Čime se bavi kompanija Nelt, kao i koji su njeni sektori u lancu snabdevanja. Takođe opisan je pojam voznog parka. Zatim kakve sve vrste električnih vozila postoje, koje su njihove tehničko-eksploatacione karakteristike, kao i koje su njihove prednosti i nedostaci. I na kraju rada sama analiza isplativosti takve investicije, koji je trošak, kakvi su benefiti, i kakva vozila su odgovarajuća za dostavu robe široke potrošnje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Slaviša Dumnić, docent.

2. PROBLEM DOSTAVE I ANALIZA MOGUĆIH REŠENJA

Električna vozila za sada važe kao najbolje ekološko rešenje što se tiče prevoza putnika i transporta robe, ali to ne znači da nemaju uticaj na životnu sredinu i da ne utiče na emitovanje CO₂ u vazduh. Ona ne čine direktno, tokom vožnje, ali zato tokom proizvodnje električnih vozila emituju se velike količine štetnih gasova u vazduh.

Iako samo električno vozilo ne ispušta CO₂ prilikom vožnje, tu količinu u svakom slučaju proizvode elektrane koje proizvode električnu energiju koja je neophodna za njihov rad kao i fabrike prilikom proizvodnje električnih vozila. Posebno je važno naglasiti da se u proizvodnji baterije za svako električno vozilo emituje barem dva puta više CO₂ u vazduh nego prilikom proizvodnje bilo kog drugog vozila sa SUS motorom.

Električna vozila su od posebnog interesa i aktualna u svim većim raspravama o zaštiti životne sredine i rešavanju energetske krize. U poređenju sa vozilima sa unutrašnjim sagorevanjem, električna vozila su energetski efikasnija, tiša, ne emituju direktno CO₂ i imaju mogućnost zaliha električnom energijom iz postojeće infrastrukture. Uz sve veću upotrebu alternativnih izvora energije, električna vozila su korak napred u smanjenju korišćenja fosilnih goriva.

Kako bi električna vozila postala još više "zelena" i u potpunosti se smanjio ekološki otisak elektromobilnosti, potrebno je ubrzano proširiti obnovljive izvore energije [1].

2.2. NELT GRUPA

Nelt Co D.O.O. je osnovan 1992. godine u Srbiji, kao kompanija čija je osnovna delatnost trgovina. Od male veleprodaje Nelt se razvio u vodeću kompaniju u oblastima proizvodnje, logistike i distribucije robe široke potrošnje, duvanskih, farmaceutskih i kozmetičkih proizvoda. Od 2006. godine sedište kompanije i glavni distributivno-logistički centar se nalaze u Dobanovcima, na prostoru od 60 ha u industrijskoj zoni Beograda [2].

3. POJAM VOZNOG PARKA

Vozni park se definiše kao skup svih transportnih sredstava transportne organizacije (automobili, autobusi, teretna drumska motorna vozila, tegljači, prikolice i poluprikolice). U ovom radu pod pojmom voznih

sredstava podrazumeva se električna flota i mogućnost njene primene u logističkim poslovnim procesima.

4. ELEKTRIČNA VOZILA

Vozilo na struju ili električno vozilo je ono vozilo koje za pokretanje električnog motora koristi električnu energiju uskladištenu u akumulatoru ili preko nekih drugih uređaja za skladištenje energije. Razvoj električnog vozila bio je veoma rasprostranjen između kasnih 1800-ih i ranih 1900-ih.

Uprkos činjenici da su se prvi električni automobili pojavili na početku prošlog veka, napredak u njihovom razvoju bio je u senci masovne proizvodnje i korišćenjem jeftinijeg vozila na benzin, odnosno vozila sa unutrašnjim sagorevanjem najviše zbog naftnog lobija i sprečavanja razvoja odgovarajućih baterija.

4.1. Prednosti i nedostaci električnih vozila

Glavne prednosti korišćenja električnih vozila su [3]:

- Povoljan uticaj na okolinu – električna vozila ne emituju ugljen dioksid (CO₂) tokom vožnje, njihovom širokom upotrebom može se poboljšati kvalitet vazduha, što bi najviše značilo stanovnicima urbanih sredina
- Operativni troškovi – električna vozila su jeftinija za korišćenje od dizel vozila, trošak električne energije je manji u odnosu na naftne derivate
- Podsticaji – podsticaji pomažu da se smanje operativni troškovi, što uključuje subvencije od države
- Tihi rad – mnogo tiši rad u odnosu na konvencionalna vozila što pridonosi pozitivnom iskustvu vozača, ali otvara i nove prilike za dostavu u urbanim gradskim sredinama u bilo koje doba dana, kada dizel vozila imaju zabranu dostave
- Imidž – posedovanje električnog voznog parka donosi razvijanju poslovanja kompanije i marketinškoj strategiji

Električna vozila takođe imaju i svoje nedostatke, a glavni nedostaci su [4]:

- Domet – iako se domet vožnje konstantno razvija, električna dostavna vozila još uvek ne dostiže domet vozila sa motorom sa unutrašnjim sagorevanjem, sa jednim punjenjem
- Vreme punjenja – varira od vrste punionice, ali u najboljim uslovima električnom vozilu treba puno duže da se napuni u odnosu na vozila sa unutrašnjim sagorevanjem. Brze punionice za 40 minuta punjenja mogu napuniti do 80% baterije, punionicama kod kuće treba cela noć, nekih 8 časova, da napune punu bateriju, a standardne punionice, njima treba skoro ceo jedan dan da napune bateriju
- Dostupnost punionica – traženje najbliže punionice još nije toliko jednostavno, kao naći najbližu benzinsku stanicu

5. ORGANIZACIONA STRUKTURA DOSTAVE U NELTU U SRBIJI

Nelt Srbija je podeljen u nekoliko organizacionih celina iz kojih se dostavlja roba, koji je prikazan na slici 1. Postoji glavni distributivni centar koji se nalazi u Dobanovcima i sastoji se iz 5 hala, i još jedna hala koja je iznajmljena u Šimanovcima. Ceo asortiman proizvoda i robe se nalazi

tu. Zatim postoje tri regionalna distributivna centra, Novi Sad, Kraljevo i Niš, tu se nalazi samo deo asortimana, sve ostalo stiže svakodnevno iz Beograda. Postoje još kros dokovi (engl. Cross dock) koji se nalaze po celoj Srbiji i oni služe samo za pretovar robe koja dolazi iz centralnog distributivnog centra i regionalnih distributivnih centara.



Slika 1. Organizaciona struktura dostave

5.1. Kros dok lokacija luka Beograd

U nastavku rada preispitavana je opravdanost otvaranja novog kros dok-a koji bi se nalazio u centralnom gradskom području i dostava bi se vršila električnim vozilima, ta lokacija bi bila u luci Beograd, odakle bi se snabdevalo centar grada Beograda.

Prednosti otvaranja novog kros doka su:

- Lokacija blizu centralne gradske zone Beograda
- Fleksibilnost/mogućnost dostave iz više tura
- Izazovi za vremenska ograničenja u dostavi u centralnoj zoni/dostave u ranim jutarnjim časovima
- Obezbeđivanje infrastrukture za uvođenje električnih vozila
- Manje kilometraže u realizaciji.

6. ELEKTRIFIKACIJE FLOTE SEKTORA DOSTAVE KOMPANIJE NELT

Korišćenje vozila s nultom emisijom štetnih gasova u poslovne svrhe još uvek je retkost u Srbiji, ali u poslednje vreme beleži se sve više pozitivnih primera i značajan interes kompanija za prelazak na "čistiju" električnu energiju.

Nelt je prepoznao potrebu za uvođenjem električnih vozila u svoju flotu, na osnovu čega je rađena dalja analiza i studija slučaja, o kojoj će biti reči u nastavku rada.

6.1. Obnovljivi izvori energije

Nelt Grupa solarnu energiju prepoznaje kao jedan od velikih potencijala u poslovnom portfoliju. Na svim halama se nalaze solarni paneli koji proizvode električnu energiju.

Trenutno paneli ne rade u svom punom kapacitetu nego samo onoliko koliko je potrebno za potrošnju. U planu je da Nelt potpiše ugovor sa Elektrodistribucijom i postane prozjumer (engl. prosumer), što znači da bi prodavao višak električne energije koju proizvede Elektrodistribuciji [5].

6.2. Analiza isplativosti uvođenja električnih vozila u sektor dostave

U tabeli 1. je prikazano da bi otvaranjem novog kros doka uštedela 3 vozila dnevno, kao i dodatno 450 km manje u realizaciji, jer bi otprilike 50 km manje, vozila dnevno prelazila, odnosno put od Dobanovaca do Beograda i nazad.

Na mesečnom nivou, ukupna ušteda za vozila i gorivo je 9.600 €, što je na godišnjem nivou kada se pomnoži sa 12 meseci 115.200 €.

Novi trošak koji bi se ostvario prilikom otvaranja kros doka prikazani su u tabeli 2.

Godišnja ušteda, odnosno razlika je **16.800 €**, što nije velika ušteda, ali zbog planirane elektrifikacije flote, ovaj kros dok bi značajno tome doprineo. Zato što bi kilometraža bila značajno manja, samim tim vozilo sa manjim brojem baterija imalo bi veću nosivost za prevoz robe.

6.3. Analiza potrošnje električne energije i dizel goriva

Dalje je rađena analiza potrošnje električne energije i goriva, šta je isplativije, kao i šta ima manju emisiju CO₂. U tabeli 3 je prikazana analiza potrošnje goriva i električne energije.

Tabela 1. Analiza isplativosti

Возило	Крос Док Лука Београд	Уштеда дневно	Месечна уштеда	Годишња уштеда
	Возила	3	7.500,00 €	90.000,00 €
	Километража-гориво	450 км	2.100,00 €	25.200,00 €
	Укупна уштеда		9.600,00 €	115.200,00 €

Tabela 2. Novi trošak otvaranja kros dok lokacije

Трошак	Шлепер дневно	Шлепер месечно	Вилџушкар месечно	Магацин месечно	Укупни месечни трошак	Укупни годишњи трошак
	100,00 €	4.200,00 €	600,00 €	3.500,00 €	8.300,00 €	99.600,00 €

Tabela 3. Analiza potrošnje

Дивизија	Начин погона возила	Просечна километраж а	Потрошња горива (l)/струје (kwh)	Цена горива/струје (РСД)	Просек (РСД)	Број возила	Укупно (РСД)	РСД	CO ₂ /год.	CO ₂
ПМИ	ДИЗЕЛ	90	9	150	1350	3	4050			0,07236
МУЛТИ	ДИЗЕЛ	31	3,1	150	465	5	2325	1.852.500	33,098	0,04154
ФАРМА	ДИЗЕЛ	50	5	150	750	1	750			0,0134
ПМИ	ЕЛ. ЕНЕРГИЈА	90	75	14,133	1059,975	3	3179,925			0,1665
МУЛТИ	ЕЛ. ЕНЕРГИЈА	31	75	14,133	1059,975	5	5299,875	2.480.342	129,87	0,2775
ФАРМА	ЕЛ. ЕНЕРГИЈА	50	75	14,133	1059,975	1	1059,975			0,0555

Iz svega navedenog zaključak je da dizel varijanta i dalje povoljnija, a i ekološki bolja.

Ali kada Nelt postane prozjumer, troškovi električne energije bi bili 0, jer bi kompanija koristila svoju električnu energiju, a ne energiju iz mreže, samim tim i emisija CO₂ bi bila takođe 0, jer ne bi bilo štetnosti pri proizvodnji električne energije, odnosno ne bi se koristila energija iz mreže koja nastaje u elektranama.

7. ZAKLJUČAK

Električno vozilo ima mnogo prednosti u odnosu na vozila sa SUS motorom, iako imaju i nedostaka, kao što je baterija koja se razvojem tehnologije poboljšava svakim novim otkrićem. Neki od glavnih prednosti električnih vozila su ekološki i mehanički aspekti. Ne emituju CO₂, manja je zavisnost od fosilnih goriva koja štetno utiču na životnu sredinu, efikasnost samog motora je veća, a istovremeno i nivo buke manji.

Analiziranjem isplativosti investicije otvaranjem novog kros doka Luka Beograd, dolazi se do zaključka da uštede

u novcu nisu velike, ali da bi kompanija Nelt obezbedila infrastrukturu koja je potrebna za uvođenje električnih vozila i da bi bili spremni na ograničenja i zahteve koji dolaze i koji će dolaziti kako od države, tako i principala, odnosno klijenata, potrebno je uvođenje nove kros dok lokacije, kako bi se smanjila kilometraža u realizaciji, i samim tim ostavio veći tovarni prostor na vozilima, odnosno manji set baterija bi bio potreban.

Kao što je već napomenuto, kada Nelt postane prozjumer, troškovi punjenja bi bili 0, a i ne bi bilo izduvnih gasova, odnosno emisija ugljen dioksida bi bila takođe 0, što bi drastično uticalo na finansijski i na ekološki aspekt.

Elektrifikacija vozila je fenomen koji ubrzano dolazi na sva svetska tržišta. Kompanija Nelt da bi ostao konkurentan i na vodećoj poziciji na tržištu u domenu distribucije svakako planira da investira u smeru održivosti i kreiranju pogodnog imidža.

8. LITERATURA

- [1] <https://zastita-prirode.hr/ekologija-i-okolis/jesu-li-elektricni-automobili-dovoljno-zeleni/> datum pristupa: 08.05.2024.
- [2] <https://www.nelt.com/> datum pristupa: 09.05.2024.
- [3] <https://www.mckinseyenergyinsights.com/insights/new-reality-electric-trucks-and-their-implications-on-energy-demand/> datum pristupa: 12.05.2024.
- [4] <https://www.parkers.co.uk/vans-pickups/advice/electric-van-guide/> datum pristupa: 12.05.2024.
- [5] <https://www.neloenergy.com/> datum pristupa: 18.05.2024.

Kratka biografija:



Aleksandra Maričić rođena je 1999. godine u Šapcu. Osnovne akademske studije završila je 2022. godine na Fakultetu tehničkih nauka na smeru poštanski saobraćaj i telekomunikacije i time stekla zvanje diplomiranog inženjera saobraćaja. Iste godine upisala je master studije i odbranila master rad 2024. godine na temu "Analiza isplativosti i održivosti električnog voznog parka" i time stekla zvanje master inženjera saobraćaja.

Kontakt: amaricic99@gmail.com



UTICAJ PRIMENE KOMBINOVANE RAZDELNE LINIJE NA NIVO USLUGE
DVOTRAČNIH PUTEVA

THE IMPACT OF THE APPLICATION OF COMBINED ROAD MARKINGS ON THE
LEVEL OF SERVICE OF TWO – LANE ROADS

Nenad Zagrađanin, Vuk Bogdanović, Nemanja Garunović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – Kod projektovanja dvotračnih puteva treba težiti ka postizanju nekoliko ciljeva kao što su: povećanje bezbednosti, poboljšanje pristupačnosti, smanjenje ekoloških uticaja i poboljšanje protoka i kapaciteta puta. Parametar koji u velikoj meri, prema metodologiji HCM, utiče na nivo usluge dvotračnih puteva je procenat dužine puta na kom je zabranjeno preticanje. Prilikom projektovanja saobraćajne signalizacije na dvotračnim putevima u zonama zabrane preticanja moguće je koristiti kombinovane razdele linije. Upotrebom ovih linija vozilima iz jednog smera se dozvoljava preticanje dok je vozilima iz suprotnog smera zabranjeno. Sa druge strane, na istim mestima moguće je koristiti samo neisprekidanu razdelnu liniju kojom se zabranjuje preticanje svih vozila. U ovom radu zone zabrane preticanja su obeležene različitim vrstama razdelne linije a u okviru drugog dela rada ispitano je u kojoj meri način primena neisprekidane razdelne linije odnosno kombinovane razdelne linije u zonama zabrane preticanja utiče na nivo usluge dvotračnog puta..

Ključne reči: Dvotračni putevi, preticanje, kombinovana razdelna linija, analiza nivoa usluge

Abstract – When designing two-lane roads, it is important to aim for several objectives, such as increasing safety, improving accessibility, reducing environmental impact, and enhancing the flow and capacity of the road. According to the HCM methodology, one of the key parameters that significantly affects the level of service of two-lane roads is the percentage of the road length where overtaking is prohibited. In no-overtaking zones, it is possible to use combined road markings, which allow vehicles from one direction to overtake while prohibiting overtaking for vehicles from the opposite direction. Alternatively, a solid centerline can be used, which prohibits overtaking for all vehicles. In this study, no-overtaking zones were marked with different types of centerlines. In the second part of the study, the impact of using solid centerlines versus combined centerlines in no-overtaking zones on the level of service of two-lane roads was examined.

Keywords: Two-lane roads, overtaking, combined road markings, level of service analysis

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, red. prof.

1. UVOD

Društveno ekonomski razvoj i prosperitet države uslovljen je sa razvojem saobraćajne infrastrukture. Dvotračni putevi predstavljaju jedan od najznačajnijih i najzastupljenijih elemenata saobraćajne mreže svake države.

Zbog primarne uloge povezivanja manjih mesta i gradova, omogućavanja kretanja ljudi i robe na dvotračnim putevima je prisutna raznovrsna struktura vozila u saobraćajnom toku. Pored putničkih automobila zastupljena su i komercijalna vozila (teretna vozila, autobusi i rekreativna vozila) koja na zbog svojih vozno-dinamičkih karakteristika usporavaju saobraćajni tok. Usled različitih karakteristika i performansi komercijalnih vozila u odnosu na putničke automobile javlja se potreba za preticanjem. Zbog toga je jedan od faktora koji utiču na nivo usluge dvotračnih puteva procenat zastupljenosti zona dozvoljenog preticanja. Zone dozvoljenog preticanja obeležavaju se horizontalnom i vertikalnom saobraćajnom signalizacijom. Od horizontalne signalizacije u primeni je obeležavanje razdelnom isprekidanom i kombinovanom linijom. Isprekidana razdelna linija se koristi za označavanje dozvoljenog preticanja na delovima puta na kojima postoji adekvatna preticajna preglednost za oba smera kretanja. Kombinovana linija, s druge strane, koristi se za označavanje delova puta na kojima postoji adekvatna preticajna preglednost samo u jednom smeru, dok se u suprotnom smeru preticanje zabranjuje zbog nedovoljne preticajne preglednosti.

Pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji, standardima, Ženevskom konvencijom o saobraćaju, Bečkom konvencijom o saobraćaju na putevima i nacionalnim legislativnim aktima nije precizno definisana upotreba razdelne linije (isprekidana ili kombinovana), niti je data prednost upotrebe isprekidane u odnosu na kombinovanu pri označavanju zona dozvoljenog preticanja. Mnogi inženjeri pri projektovanju, izvođenju radova, a posebno pri obnavljanju saobraćajne signalizacije zone dozvoljenog preticanja obeležavaju isključivo isprekidanom linijom. Na taj način značajno se smanjuje mogućnost preticanja sporih vozila na dvotračnim putevima, što može uticati na značajno smanjenje nivoa usluge posmatrane deonice.

Predmet ovog rada jeste ispitivanje u kojoj meri primena kombinovane razdelne linije utiče na povećanje nivoa usluge dvotračnih puteva. U tu svrhu odabrano je četiri različite deonice državnih puteva IB i IIA reda na različitim tipovima terena (ravničarski, brdovit,

planinski), sa različitim karakteristikama i uniformnim odsecima. Uniformni odseci imaju slične saobraćajne i putne karakteristike, a granica između odseka su uspostavljanje na mestima gde dolazi do promene tipa terena, širine trake, udaljenost bočne smetnje, klase puta ili veličine toka, odnosno do promene bilo kog od navedenih parametara.

2. DVOTRAČNI PUTEVI HCM 2010

U radu je primenjena metoda analize nivoa usluge na deonicama dvotračnih puteva klase I, korišćenjem smernica iz priručnika HCM 2010 [3]. Problemi koji se istražuju u ovom radu zahtevaju parcijalnu analizu po smeru kretanja dvotračnih puteva. Ključni faktori koji opisuju nivo usluge na ovim putevima su srednja brzina putovanja i procenat vremena sledjenja [4].

Srednja brzina putovanja (ATS) određuje se na osnovu brzine slobodnog toka, merodavnog protoka u analiziranom smeru, protoka iz suprotnog smera i procenta zone zabrane preticanja u analiziranom smeru, na osnovu sledeće jednačine (1) [1]:

$$ATSd = FFS - 0,00776 \cdot (v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \quad (1)$$

Nakon utvrđivanja srednje brzine kretanja vrši se utvrđivanje procenata vremena provedenog u sleđenju PTSF, na osnovu zahtevanog protoka putničkih automobila u analiziranom smeru, zahtevanog protoka iz suprotnog smera i procenta zona sa zabranom preticanja pomoću sledeće jednačine (2) [1]:

$$PTSFd = BTSFd + f_{np,PTSF} \cdot \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right) \quad (2)$$

U narednom delu rada su prikazani rezultati ispitivanja nivoa usluge za dve varijante upotrebe različitog tipa linije pri obeležavanju preticajne preglednosti.

3. ANALIZA NIVOA USLUGE

Analiza nivoa usluge izvršena je na način što je formiran model u programu Microsoft Excel. Neophodni podaci preuzeti su iz Highway Capacity Manual 2010 [3]. Podaci o protoku saobraćaja na posmatranim deonicama su preuzeti sa automatskih brojača Puteva Srbije [2].

Analizirani su dvotračni putevi koji su u skladu sa referentnim sistemom Puteva Srbije definisani kao putevi IB i IIA reda:

- Aljinovići – Sjenica,
- Ruma – Irig,
- Krst – Zavlaka,
- Rogačica – Bajina Bašta.

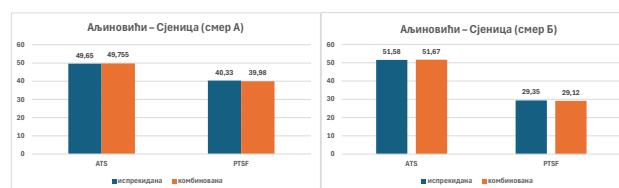
3.1. Aljinovići Sjenica

Deonica Aljinovići – Sjenica nalazi se na državnom putu prvog B reda, broj 29, koji se prostire na području Jugozapadne Srbije. Sa posmatrane deonice su za analizu izdvojena dva odseka.



Slika 1. Deonica Aljinovići – Sjenica sa predmetnim odsecima [2]

Prvi odsek se nalazi na delu državnog puta IB reda broj 29 na stacionaži od 45+000.00 do 47+860.00 dužine 2860m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Sjenice ka Aljinovićima u dužini od 485m, u suprotnom smeru od Aljinovića ka Sjenici 535m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zone preticajne preglednosti za oba smeru u dužini od 210m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 2. Promena parametra ATS i PTSF za prvi odsek

Drugi odsek se nalazi na delu puta od 43+280.00 do 44+880.00 dužine 1600m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Sjenice ka Aljinovićima u dužini od 451m, u suprotnom smeru od Aljinovića ka Sjenici 315m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije nema mogućnosti obeležavanja zona dozvoljenog preticanja. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 3. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Poboljšanje parametara ne dovodi do promene nivoa usluge.

3.2. Irig – Ruma

Deonica Ruma - Irig predstavlja deo državnog puta broj 21, IB reda koji se prostire u Sremskom okrugu. Sa posmatrane deonice su za analizu izdvojena dva odseka.



Slika 4. Deonica Irig – Ruma sa predmetnim odsecima[2]

Prvi odsek se nalazi na delu državnog puta od 40+825.00 do 41+625.00 dužine 800m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Iriga ka Rumi u dužini od 555m, u suprotnom smeru od Rume ka Irigu 595m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 355m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 5. Promena parametra ATS i PTSF za prvi odsek

Procenat vremena provedenog u sleđenju sporog vozila smanjen je za 3,18 % u smeru A, a u smeru B je smanjen za 2,54 %. Poboljšanje parametara procenta vremena provedenog u sleđenju sporijeg vozila dovodi do poboljšanja nivoa usluge za smer od Iriga ka Rumi sa **E na D** i za smer od Rume ka Irigu sa **D na C**.

Drugi odsek se nalazi na delu puta od 34+240.00 do 35+040.00 dužine 800m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Iriga ka Rumi u dužini od 340m, u suprotnom smeru od Rume ka Irigu 355m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 155m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 6. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Poboljšanje parametara ne dovodi do promene nivoa usluge na drugom odseku.

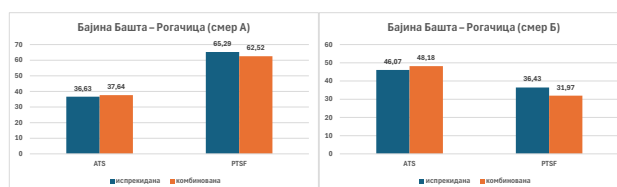
2.3. Bajina Bašta – Rogačica

Deonica Rogačica – Bajina Bašta predstavlja deo državnog puta IIA reda broj 170, koji se prostire na području Zapadne Srbije. Sa posmatrane deonice su za analizu izdvojena dva odseka.



Slika 7. Deonica Rogačica – Bajina Bašta sa predmetnim odsecima [2]

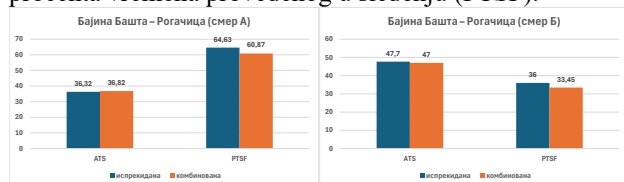
Prvi odsek se nalazi na delu državnog puta od 66+417.00 do 64+767.00 dužine 1650m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Bajine Bašte ka Rogačica u dužini od 760m, u suprotnom smeru od Rogačice ka Bajinoj Bašti 762m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 225m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 8. Promena parametra ATS i PTSF za prvi odsek

Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom isprekidane i kombinovane linije na deonici Bajina Bašta – Rogačica dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja i smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju u oba smera. Procenat vremena provedenog u sleđenju sporog vozila smanjen je za 2,77 % u smeru A, a u smeru B je smanjen za 4,46 %. Poboljšanje parametara procenta vremena provedenog u sleđenju sporijeg vozila dovodi do poboljšanja nivoa usluge za smer od Bajine Bašte ka Rogačici sa **D na C** i za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti sa **B na A**.

Drugi odsek se nalazi na delu puta od 63+417.00 do 63+717.00 dužine 1700m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Bajine Bašte ka Rogačica u dužini od 882m, u suprotnom smeru od Rogačice ka Bajinoj Bašti 886m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 520m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 9. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom isprekidane i kombinovane linije na deonici Bajina Bašta – Rogačica dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja i smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju u oba smera. Procenat vremena provedenog u sleđenju sporog vozila smanjen je za 3,76 % u smeru A, a u smeru B je smanjen za 2,55 %. Poboljšanje parametara procenta vremena provedenog u sleđenju sporijeg vozila dovodi do poboljšanja nivoa usluge za smer od Bajine Bašte ka Rogačici sa **B na A**.

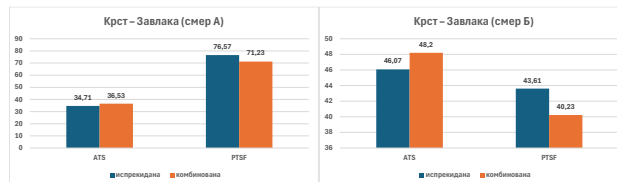
2.3. Krst – Zavlaka

Deonica dvotračnog puta Krst - Zavlaka predstavlja deo državnog puta IB reda broj 27, koji se prostire na području Zapadne i centralne Srbije. Sa posmatrane deonice je za analizu izdvojen jedan odsek.



Slika 10. Deonica Krst – Zavlaka sa predmetnim odsecima [2]

Predmetni odsek se nalazi na delu državnog puta od 17+770.00 do 19+005.00 dužine 1235m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Zavlake ka Krstu u dužini od 733m, u suprotnom smeru od Krsta ka Zavlake 703m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 325m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 11. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Poboljšanje ne dovodi do promene nivoa usluge.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu su analizirane i upoređene dve različite vrste linija za označavanje zona dozvoljenog preticanja na dvotračnim putevima kako bi se utvrdila njihova efikasnost i uticaj na nivo usluge saobraćajnice. Upotrebom dva tipa linija, istraživao je nivo usluge prema HCM 2010 metodologiji. Na četiri deonice državnih puteva (sedam posmatranih odseka) došlo je do poboljšanja parametara, kao što su povećanje prosečne brzine putovanja (ATS) i smanjenje procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF) u oba smera.

Na odsecima deonicama Irig – Ruma i Rogačica – Bajina Bašta dolazi i do poboljšanja nivoa usluge usled smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju:

- Irig – Ruma (prvi odsek 3,18% smer A i 2,54% smer B; drugi odsek 2,47% smer A i 0,85% smer B),
- Rogačica – Bajina Bašta (prvi odsek 2,77% smer A i 4,46% smer B; drugi odsek 3,76% smer A i 2,55% smer B),

Ukupno gledano, rezultati istraživanja ukazuju na potencijal za unapređenje nivoa preticajne preglednosti putem korišćenja odgovarajuće signalizacije i obeležavanja na dvotračnim putevima. Dalja istraživanja i praćenje efekata primenjenih mera mogu doprineti razvoju boljih praksi i poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja.

4. LITERATURA

- [1] Bogdanović, V., Ruškić, N. "Kapacitet drumskih saobraćajnica", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2018.
- [2] <https://gisportal.rs/smartPortal/gisjpps>
- [3] National Research Council, Manual Highway Capacity. (2010). Washington, D.C., USA.
- [4] Uzelac, Đ. „Putevi i gradske saobraćajnice“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.

Kratka biografija:



Nenad Zagradanin rođen je u Sjenici 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćajnog inženjerstva je odbrano 2024.god.



Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966. god. Doktorsku disertaciju je odbranio 2005. god. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.



Nemanja Garunovic rođen je u Rumi 1989. god. Doktorsku disertaciju je odbranio 2020. god. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.



RAZVOJ AR APLIKACIJE ZA POSTAVLJANJE DIGITALNOG NAMEŠTAJA U FIZIČKO OKRUŽENJE KORISNIKA

DEVELOPMENT OF AN AR APPLICATION FOR INTEGRATING DIGITAL FURNITURE INTO USER'S PHYSICAL SURROUNDINGS

Luka Vukanović, Stefan Đurđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Predstavljen je proces razvoja mobilne AR aplikacije, korišćenjem programa Unity Engine, namenjene za postavljanje digitalnog nameštaja u fizičko okruženje korisnika. Takođe obuhvata kreiranje korisničkog interfejsa, trodimenzionalnih modela i uspostavljanje online baze podataka i skladišta radi osiguranja funkcionalnosti aplikacije u realnom vremenu.

Ključne reči: Proširena stvarnost, Unity Engine, korisničko okruženje, 3D modelovanje, backend tehnologije

Abstract – This paper presents the development process of a mobile AR application using Unity Engine, designed for placing digital furniture in user's physical surroundings. It also encompasses the creation of the user interface, three-dimensional models, and the establishment of an online database and storage to ensure real-time application functionality.

Keywords: Augmented Reality, Unity Engine, User Interface, 3D modelling, backend technologies

1. UVOD

Augmented Reality (AR), ili proširena stvarnost, je tehnologija koja je transformisala naše svakodnevne aktivnosti. Omogućila je korisnicima interaktivnu zabavu, poboljšala iskustvo kupovine putem virtuelnog probanja proizvoda i postala neizostavan alat u obrazovanju i obuci. Kroz AR aplikacije, korisnici mogu da dožive nove načine interakcije sa stvarnim svetom, olakšavajući im uobičajene zadatke i pružajući im neverovatna iskustva.

U budućnosti, očekuje se značajan napredak u proširenoj stvarnosti, što će uticati na različite aspekte ljudskih života. Predviđa se da će AR blagovremeno postati neizostavan deo svakodnevnice, integrišući se u pametne uređaje i unapređujući interakcije sa digitalnim i stvarnim svetom.

Fokus istraživanja je upotreba razvojnog okruženja Unity Engine za sam razvoj aplikacije koristeći se njegovim alatima i skriptama pisanim u C# programskom jeziku. Takođe predstavljen je proces dizajna korisničkog okruženja koristeći se programom Adobe XD. Generisanje trodimenzionalnih modela manuelnom metodom izvršeno

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stefan Đurđević, docent.

je upotrebom programa Blender, dok je generisanje trodimenzionalnih modela fotogrametrijskom metodom urađeno putem mobilne aplikacije Polycam. Kreiranje baze podataka i skladišta je omogućeno putem Google Firebase servisa.

Cilj rada jeste kreiranje aplikacije pod nazivom „ARrange“, koja pruža korisnicima intuitivan i zabavan način za planiranje i vizualizaciju enterijera. Koristeći AR tehnologiju „ARrange“ omogućava korisnicima da virtuelno postavljaju nameštaj u okolni prostor putem svojih mobilnih uređaja.

2. PROŠIRENA STVARNOST (AR)

Proširena stvarnost, ili *Augmented Reality*, je tehnologija koja omogućava digitalnim informacijama da se preklapaju s fizičkim svetom u realnom vremenu. Razvoj AR predstavlja plod dugog niza inovacija i tehnoloških napredaka koji sežu decenijama unazad [1].

2.1. Istorija AR tehnologije

Proširena stvarnost je razvijena 1967. godine od strane naučnika i profesora sa Harvarda, Ivana Suderlenda (*Ivan Sutherland*) koji je, zajedno sa svojim učenikom Bobom Sproulom (*Bob Sproull*), proizveo uređaj pod nazivom „Damoklov Mač“ (*The Sword of Damocles*). Ovaj uređaj je predstavljen u vidu displeja (*display*) okačenog o plafon, dok bi drugi kraj bio lociran na korisnikovoj glavi. Korisnik bi putem tog uređaja vizuelno doživeo računarsku grafiku, što bi im pružalo osećaj alternativne stvarnosti [2].

Proširena stvarnost je zvanično dobila svoje ime 1990. godine od strane Toma Kodela (*Tom Caudell*). Kao zaposlen u Boingovom istražnom centru (*Boeing Computer Services Research*) Tom biva zadužen da osmisli novi sistem koji bi pomogao radnicima prilikom projektovanja konstrukcije aviona. Kodel i njegov kolega Dejvid Mizel (*David Mizell*) su predložili uređaj koji bi radnici nosili tokom projektovanja i sastavljanja aviona. Taj uređaj bi projektovao poziciju kablova kroz naočare i prikazivao ih na višenamenskim tablama. Po uspešnoj implementaciji Kodel i njegov kolega zajedno imenuju ovu tehnologiju, *Augmented Reality*, to jest proširena stvarnost [3].

2.2. AR tehnologija danas i njene platforme

Nakon više od pola veka od začeća ove tehnologije, AR je doživela komercijalni uspeh pa samim tim i komercijalnu dostupnost. Implementacijom AR tehnologije na mobilne

uređaje doprinelo se njenoj masivnoj popularizaciji, što je rezultovalo velikim investiranjem od strane svetskih tehnoloških kompanija poput kompanija Apple, Google i Microsoft. Najveći korak ka modernizaciji i svakodnevnoj upotrebljivosti proširene stvarnosti je pružio Google 2013. godine, razvojem uređaja *Google Glass* [4].

3. RAZVOJ AR APLIKACIJA

AR integriše digitalne informacije kao što su grafika, zvuk, lokacija, i ostale senzorske karakteristike u realan svet korisnika - to se postiže korišćenjem uređaja poput pametnih telefona, tableta ili AR naočara, koji koriste senzore poput kamere, ili akcelerometara, da bi detektovali korisnikovo okruženje.

3.1. Setovi alata za razvoj AR aplikacija

Kako bi kompanije koje su zastupljene na tržištu proširene stvarnosti pomogle, i podstakle, programere u kreiranju određenih aplikacija za njihove platforme ili operativne sisteme, one im pružaju SDK-ove (*Software Development Kit*). SDK predstavlja set alata za razvoj softvera, kao i skup alata, biblioteka, dokumentacije i uzoraka koda. SDK-ovi obično obuhvataju sve što je potrebno programeru da napravi softver za određenu platformu, uključujući API-je (*Application Programming Interface*) - interfejsse za programiranje aplikacija radi pristupa platformskim funkcijama, razvojna okruženja, alate za dibagovanje (*debugging*) i često uputstva ili dokumentaciju koja pomaže programerima da efikasno koriste upravo taj SDK [5].

Najpopularniji setovi alata su:

- *Arkit* (iOS),
- *ARCore* (Android),
- *Vuforia*,
- *Easy AR i*
- *Snapchat Lens Studio*

4. RAZVOJ APLIKACIJE „ARRANGE“

Razvoj aplikacije obuhvata korake od pripreme okruženja za razvoj u programu Unity Engine, implementacije ključnih funkcionalnosti, sve do dizajniranja korisničkog interfejsa, pripreme trodimenzionalnih modela i povezivanja same aplikacije sa bazom podataka koja joj omogućava rad u realnom vremenu.

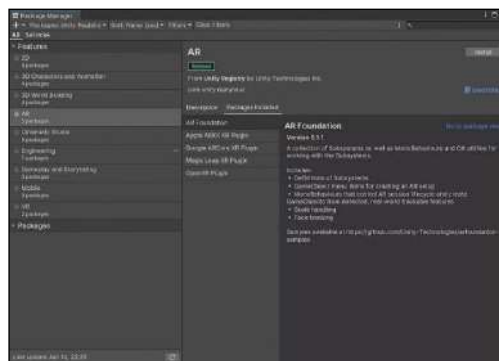
4.1. Priprema AR okruženja

Nakon kreiranja novog projekta, neophodno je izvršiti implementaciju određenih paketa kako bi projekat omogućio razvoj aplikacije proširene stvarnosti.

Otvaranjem prozora *Package Manager* (Slika 1.) dobija se uvid u različite pakete i podgrupe paketa koji su dostupni u ovom razvojnom okruženju.

Paketi koji se uvoze u program i instaliraju su:

- *AR Foundation*,
- *Google ARCore XR Plugin*,
- *Apple ARKit XR Plugin*,
- *XR Interaction Toolkit*,
- *Universal Render Pipeline i*
- *TextMeshPro*



Slika 1. Izgled Package Manager prozora

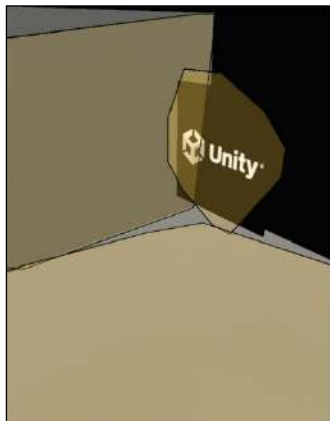
Po integraciji pomenutih paketa, konfigurise se projekat definisanjem određenih vrednosti i specifikacija koje namenski uređuju rad programa na mobilnim uređajima. Što se tiče Android platforme, u prozoru *Player Settings*, neophodno je onemogućiti *Multithreaded Rendering* ukoliko se targetiraju i stariji uređaji. Takođe, onemogućiti *Autographics API*, a u grupi *Rendering* odabrati *OpenGL ES3* opciju. Kao *Scripting Backend* opciju postaviti *IL2CPP*, omogućiti *ARM64* i podesiti minimalnu verziju Android operativnog sistema za koji je aplikacija predviđena. Što se tiče Apple uređaja, jedino što se zahteva jeste definisanje minimalne verzije operativnog sistema, to jest iOS-a. Po kompletiranju prethodnih koraka, vrši se aktivacija *Google ARCore* i *Apple ARKit* paketa u kartici *XR Plug-in Management*.

Nakon konfiguracije bitnih parametara aplikacije, vrši se integracija *Universal Render Pipeline (URP)* paketa. URP predstavlja sistem za renderovanje i generisanje grafike u igrama i aplikacijama. Kreiran je na taj način da bude kompatibilan i sa računarima i mobilnim uređajima. Osim fleksibilnosti, nudi odlične grafičke rezultate obezbeđujući optimalne performanse na samom uređaju [6].

Po optimizaciji aplikacije i primenjivanja URP sistema renderovanja, kreira se scena (*Scene*) i time se stvara radni prostor u kojem se definišu i primenjuju neophodni elementi za rad aplikacije, poput skripti ili modela.

Osnovno svojstvo AR aplikacija jeste upravo to da se koriste fizičke kamere, to jest kamere korisnikovog uređaja. Kako bi se to omogućilo kreiraju se AR sesija (*AR Session*) i XR izvor (*XR Origin*), čije su funkcije definisanje programu da je u pitanju AR aplikacija, posmatranje realnog sveta kroz objektiv kamere XR izvora kao i detektovanje vertikalnih i horizontalnih površina. Da bi pomenuto detektovanje ravni bilo moguće, dodaje se komponenta *AR Plane Manager* na objekat *XR Origin* (XR izvor). Po definisanju izgleda detektovanih ravni putem objekta *AR Plane* i njegovog materijala, i nakon njegovog referenciranja u *AR Plane Manager* komponenti, XR izvor, to jest kamera korisnikovog uređaja, vizuelno prikazuje detektovane horizontalne i vertikalne ravni generisanjem mreže poligona po površini prepoznatih fizičkih ravni. Izgled pomenute mreže je definisan pomenutim materijalom na *AR Plane* objektu što je u ovom slučaju prozirno žuti

materijal sa naglašenim ivicama crne boje kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Prepoznavanje vertikalnih i horizontalnih površina

4.2. Implementacija osnovnih funkcionalnosti manipulacije nameštaja

Osnovne funkcionalnosti manipulacije nameštaja, to jest objekata na sceni, koje je potrebno da ovakav tip aplikacije poseduje su:

- Instanciranje objekata na scenu,
- pomeranje instanciranih objekata i
- rotacija instanciranih objekata

Instanciranje objekata predstavlja kreiranje instanci, to jest kopija predefinisanih objekata, i ono se vrši putem skripti pisanih u C# programskom jeziku, metodom *Instantiate()*, dok se lokacija instanciranja definiše putem *Raycast* tehnike. *Raycast* tehnika predstavlja tehniku „pucanja“ usmerenih zrakova u definisanom pravcu, pri čemu se kao rezultat dobijaju informacije o pogođenom objektu, što su u ovom slučaju detektovane površine ili prethodno postavljen nameštaj na sceni [7]. Komponenta *AR Raycast Manager* se postavlja na *XR Origin* objekat kako bi izvor zraka bila sama kamera korisnikovog uređaja. Definiše se skriptom da se vrši konstantno zračenje u pravcu sredine ekrana uređaja i da se na samoj tački pogotka detektovanih horizontalnih površina vrši prikaz identifikatora (Slika 3.), to jest same lokacije gde će se stvoriti izabrani nameštaj.



Slika 3. Izgled identifikatora lokacije za instanciranje nameštaja

Pomeranje pomenutih objekata funkcioniše na sličan način, pri dodiru ekrana „ispaljuju“ se zraci u pravcu tačke dodira, ukoliko zrak pogađa i prepozna prethodno instanciran objekat, isti taj objekat se usidrava za dodirnu tačku sve do samog momenta otpuštanja ekrana. Što se

tiče rotacije, vrši se pri dodiru dva prsta na osnovu njihove relativne pozicije. Rotacija se vrši isključivo oko vertikalne ose objekta.

4.3. Dizajn i implementacija korisničkog interfejsa

User Interface, UI ili korisnički interfejs, i sam dizajn istog, predstavlja proces vizuelnog kreiranja naličja i izgleda programa, softvera, ili generalno uređaja koji se služe ekranom kao sredstvom za interakciju između korisnika i uređaja [8]. Dizajn interfejsa se vrši sveobuhvatnim setom alata koje nudi program Adobe XD. Vizuelne celine koje čine ovu aplikaciju su:

- ekran dobrodošlice i učitavanja aplikacije,
- ekran početne scene aplikacije,
- ekran menija za izbor kategorije proizvoda,
- ekran menija sa potkategorijama proizvoda i prikaz proizvoda tog tipa,
- ekran pojedinačnog proizvoda,
- ekran nakon postavljanja proizvoda u fizičko okruženje, sa funkcionalnostima manipulacije istog i
- ekran menija sa podešavanjima

Po pojedinačnom izvozu grafičkih elemenata koji čine ove celine iz programa Adobe XD, uvoz istih u Unity Engine se vrši jednostavnim prevlačenjem u projektni prozor aplikacije i definisanjem njihove namene u programu, to jest podešavanje teksture da bude tipa *Sprite (2D and UI)*. Proces integracije ovih elemenata u programu Unity Engine se vrši unutar *Canvas* objekta koji obuhvata ceo korisnički interfejs aplikacije. U njemu se definišu svi meniji, dugmad, slike i tekstualni elementi kao i njihove funkcije i metode koje izvršavaju.

Unity Engine podržava i uvoz eksternih, nesistemskih, fontova, koji se pre korišćenja obrađuju putem paketa *TextMeshPro* koji generiše *font atlas* i time omogućava implementaciju novih fontova.

4.4. Kreiranje i priprema 3D modela

Kreiranje i dizajn trodimenzionalnih modela u ovom istraživačkom radu se izvršava na dva načina:

- manuelnim modelovanjem putem programa Blender
- fotogrametrijskom metodom putem programa Polycam

U programu Blender, kao primer, se vrši dizajniranje himalajske slane lampe putem osnovnih primitiva i modifikatora.



Slika 4. Himalajska slana lampa, rezultat manuelnog 3D modelovanja

Kao baza se uzima jednostavan 3D objekat kocke na kojoj se primenjuju modifikatori *Subdivision Surface modifier* s ciljem generisanja kompleksnije mreže poligona, kao i modifikator *Displace* radi obrade same mreže čime se dobija nepravilan, prirodan oblik 3D modela. Primenjuje

se funkcija *Decimate Geometry* radi optimizacije mreže poligona. Generiše se postolje lampe kao i materijal na osnovu slike teksture himalajske slane lampe i za rezultat se dobija 3D model sa slike 4. Prilikom izvoza 3D modela iz programa Blender, definiše se to da se osim modela, zajedno s njim izvezu i primenjene teksture i materijali.

Što se tiče fotogrametrijske metode kreiranja 3D modela, fotografiše se željeni stvarni objekat, u slučaju ovog rada to je sto za kafu, iz različitih uglova. Zabeležene fotografije se obrađuju u programu Polycam i kao rezultat se dobija 3D model velikih deformacija koje ne ispunjavaju uslove reprezentativnog 3D modela. Korisnici ove aplikacije očekuju verodostojnu reprodukciju digitalnog modela prilikom izbora i pregleda artikla pri kupovini istog.

4.5. Integracija Firebase baze podataka i skladišta

Kako bi se izbeglo veliko zauzimanje memorije od strane aplikacije, učitavaju se samo podaci i modeli koje korisnik odabere. „ARrange“ koristi *Firestore Database* za osnovne podatke o proizvodu i *Firestore Storage* za slike i modele nameštaja. Pre korišćenja ovih usluga, potrebno je integrisati Firebase u Unity projekat i kreirati bazu i skladište na Firebase platformi, te uvezati projekat sa Firebase servisima putem Firebase konzole.

Nakon uvezivanja, generišu se i baza i skladište, a podaci se organizuju po sledećoj hijerarhiji:

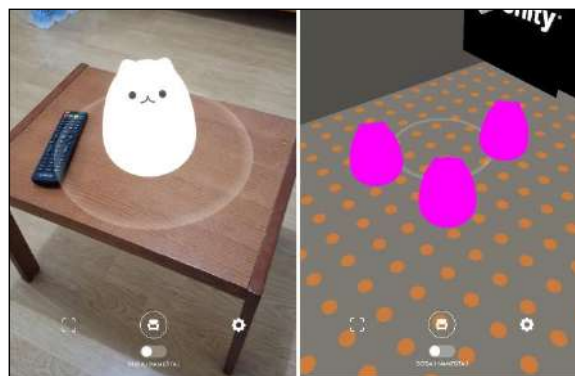
1. Svi proizvodi
2. Prostorija
3. Vrsta proizvoda
4. Pojedinačni proizvod
5. Podaci o proizvodu

Učitavanje podataka, modela i fotografija proizvoda vrši se u realnom vremenu pri izboru proizvoda, koristeći predefinisane metode Firebase paketa.

5. REZULTAT

U ovom istraživačkom radu prikazan je razvoj mobilne aplikacije za proširenu stvarnost pod imenom "ARrange", koja omogućava postavljanje digitalnog nameštaja u fizički prostor korisnika. Aplikacija je razvijena koristeći Unity Engine, dok su 3D modeli napravljeni pomoću programa Blender i Polycam. Za *backend* tehnologije korišćen je Google Firebase servis.

Rezultat rada je funkcionalna AR aplikacija koja omogućava korisnicima da virtuelno postavljaju i manipulišu nameštajem u stvarnom prostoru koristeći mobilne uređaje, kao i radni projekat koji sadrži sve neophodne pakete i podešavanja za razvoj aplikacije ovog tipa (Slika 5.). Glavni koraci u razvoju aplikacije uključuju pripremu razvojnog okruženja, implementaciju funkcionalnosti za postavljanje i pomeranje nameštaja, dizajn korisničkog interfejsa, kreiranje 3D modela i povezivanje sa Firebase bazom podataka i skladištem. Aplikacija "ARrange" nudi intuitivan i zabavan način za planiranje i vizualizaciju enterijera. Korisnici mogu lako da vide kako bi određeni komad nameštaja izgledao u njihovom prostoru, što im pomaže pri odlučivanju o kupovini.



Slika 5. Prikaz rada aplikacije na uređaju i u projektu

6. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da je razvoj AR aplikacije kompleksan i multidisciplinarni proces koji zahteva kombinaciju programerske stručnosti, kreativnog dizajna i tehničkog znanja o 3D modelovanju i *backend* tehnologijama. Detaljnim prikazom svih koraka, od konceptualizacije do implementacije i optimizacije, rad nudi uvid, uputstva i praktične savete za razvoj AR aplikacije. Kroz ovakav pristup, moguće je postići balans između tehničke izvedbe i korisničkog iskustva, što je ključno za uspeh modernih aplikacija.

7. LITERATURA

- [1] P. Cipresso, I.A.C. Giglioli, M.A. Raya, and G. Riva, "The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature," *Front. Psychol.*, Vol. 9, pp. 4, November 2018.
- [2] <https://colocationamerica.com/blog/history-of-augmented-reality> (pristupljeno u februaru 2024.)
- [3] <https://dummies.com/article/technology/programming-web-design/general-programming-web-design/the-history-of-virtual-and-augmented-reality-256104> (pristupljeno u februaru 2024.)
- [4] <https://techtaraget.com/iotagenda/definition/Google-Glass> (pristupljeno u februaru 2024.)
- [5] <https://www.ibm.com/blog/sdk-vs-api> (pristupljeno u februaru 2024.)
- [6] <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.universal@17.0/manual/index.html> (pristupljeno u maju 2024.)
- [7] <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.0/manual/raycast-manager.html> (pristupljeno u maju 2024.)
- [8] <https://www.browserstack.com/guide/what-is-user-interface> (pristupljeno u februaru 2024.)

Kratka biografija:



Luka Vukanić rođen je u Senti 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranio je u junu 2024. godine.

kontakt:

cimbur13@gmail.com

**UPOREDNA ANALIZA REZULTATA AI PREDIKCIJE I EYE TRACKING METODE U
ISPITIVANJU EFEKTIVNOSTI VEB REKLAMA****COMPARATIVE ANALYSIS OF AI PREDICTION RESULTS AND EYE TRACKING
METHOD IN EXAMINING THE EFFECTIVENESS OF WEB ADVERTISEMENTS**

Tamara Janjić, Neda Milić Keresteš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da istraži efikasnost reklama i kako različiti stimulusi utiču na vizuelnu pažnju korisnika, kao i da utvrdi tačnost AI softvera za predikciju poređenjem dobijenih rezultata sa rezultatima dobijenim metodom praćenja pogleda. Kroz istraživanje je potvrđeno da oba pristupa mogu pružiti korisne uvide u efikasnost veb reklama, ali se razlikuju u tačnosti i nivou detalja koje nude. Analiza je pokazala da su AI alati veoma korisni u ranim fazama dizajna reklama kada je potrebno brzo testirati različite varijante. AI predikcije omogućavaju dizajnerima da brzo identifikuju potencijalne probleme i prilagode dizajn pre nego što ulože značajne resurse u detaljna istraživanja sa metodom praćenja pogleda.

Ključne reči: veštačka inteligencija, testiranje upotrebljivosti dizajna, eye-tracking, AI alati za predikciju, nativne reklame, baner reklame

Abstract – The objective of this study is to investigate the effectiveness of advertisements and how different stimuli affect users' visual attention, as well as to determine the accuracy of AI prediction software by comparing the obtained results with those acquired through the Eye Tracking method. The research confirmed that both approaches can provide valuable insights into the effectiveness of web advertisements, but they differ in accuracy and the level of detail they offer. The analysis showed that AI tools are very useful in the early stages of ad design when it is necessary to quickly test different variants. AI predictions allow designers to quickly identify potential issues and adjust the design before investing significant resources into detailed research with the Eye Tracking method..

Keywords: Artificial Intelligence, usability design testing, eye-tracking, AI prediction tools, native ads, banner ads

1. UVOD

Veštačka inteligencija je danas uključena u sve faze razvoja digitalnog proizvoda uključujući i fazu dizajna proizvoda, odnosno UI/UX fazu. AI čini rad dizajnera efikasnijim i efektivnijim pružajući im personalizovane prepo

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Neda Milić Keresteš, docent.

ruke, prediktivnu analitiku i inteligentnu automatizaciju, čime unapređuju korisničko iskustvo i zadovoljstvo [1].

2. PRIMENA AI U UI/UX DIZAJNU

Od interpretiranja korisničkih povratnih informacija, do omogućavanja obrade prirodnog jezika, veštačka inteligencija olakšava ne samo proces dizajna, nego i podstiče kreativan, korisnički centriran pristup [2]. AI dizajnerani trendovi trenutno oblikuju budućnost UI/UX dizajna. Zahvaljujući sposobnosti veštačke inteligencije da analizira veliku količinu podataka, može identifikovati obrasce i predvideti budućnost trendova u dizajnu. Na ovaj način, dizajneri mogu da budu korak ispred i da kreiraju vizuelno dopadljive i interfejsne prilagođene korisniku [3]. Neke od načina na koje UI/UX dizajneri mogu iskoristiti benefiti AI tehnologije su [3]:

- **Analiza podataka:** AI je neophodna za analizu velikih skupova podataka, pružajući dizajnerima uvide u ponašanje i preferencije korisnika koje vode ka poboljšanju dizajna, izmenama rasporeda i nadogradnjama funkcionalnosti.
- **Personalizacija korisničkog iskustva:** Koristeći prethodno zabeležene podatke korisnika AI omogućava dizajnerima da predvide šta korisnici žele i očekuju, a zatim da kreiraju proizvode koji su u skladu sa tim očekivanjima.
- **Istraživanje korisnika i testiranje:** Alati vodeći veštačkom inteligencijom mogu automatizovati delove istraživanja korisnika i testiranja upotrebljivosti [4].
- **Generativni dizajn:** Ako su zadati specifični parametri ili ograničenja, AI može da predloži opcije dizajna koje mogu biti proširene ili prilagođene od strane dizajnera. Takav generički dizajn može pomoći dizajnerima da razmišljaju izvan svojih mentalnih blokada.
- **Pristupačnost:** AI je dokazano koristan u analizi dizajna i preporučivanju poboljšanja kako bi se osigurala pristupačnost za korisnike sa invaliditetom. To uključuje analiziranje kontrasta boja, pružanje alternativnog teksta za slike i identifikaciju drugih potencijalnih problema pristupačnosti.
- **Automatizacija ponavljajućih zadataka:** AI pojednostavljuje dizajn proces kroz automatizaciju rutinskih dizajnerskih zadataka poput promene veličine slika, kreiranja responsivnog dizajna i slično.
- **A/B testiranje:** Na osnovu analize baze prethodnih testiranja, AI može sa velikom pouzdanošću uraditi predikcije A/B testa koji predstavlja metod koji se koristi u UI/UX dizajnu kako bi se uporedno ocenila bolja

od pripremljene dve verzije veb sajta ili dva elementa dizajna.

3. TESTIRANJE UPOTREBLJIVOSTI DIZAJNA

Testiranje upotrebljivosti je proces otkrivanja načina za unapređenje određenog digitalnog proizvoda posmatrajući korisnika koji koristi proizvod ili njegov prototip [6]. Upotrebljivost je mera lakoće sa kojom korisnici mogu da obave određeni zadatak uz pomoć proizvoda koji se testira. Cilj je identifikovati probleme sa upotrebljivošću, utvrditi zadovoljstvo i preferencije korisnika i koristiti povratne informacije za unapređenje dizajna kao i za otkrivanje scenarija korišćenja koji nisu predviđeni dizajnom [7]. Tradicionalna *eye-tracking* testiranje podrazumeva prikupljanje podataka o kretanju oka od stvarnih korisnika u kontrolisanom okruženju i zahteva specijalizovanu opremu i vremenski su zahtevne, ali se na osnovu njih otkriva obrazac kretanja oka, te dobijaju toplotne mape koje pokazuju gde su korisnici usmerili svoju pažnju [6].

AI zauzima sve veću ulogu u procesima testiranja upotrebljivosti. AI alati pojednostavljaju proces testiranja, smanjuju ljudski ručni napor, povećavaju preciznost i efikasnost, odnosno ubrzavaju i automatizuju cikluse testiranja. AI alati omogućavaju kontinuirano testiranje u velikom obimu koje može brzo da se prilagodi novim podacima i varijacijama scenarija [8].

Izbor adekvatnog AI alata za testiranje upotrebljivosti zavisi od potreba, budžeta i tehničke stručnosti. Jedan od aktuelnih alata je *Attention Insight* koji koristi napredne algoritme veštačke inteligencije kako bi simulirao ljudsku vizuelnu pažnju i predvideo koji elementi će korisnike najviše zainteresovati. Kao rezultat analiziranja dizajna, ovaj AI alat generiše sledeće opcije: toplotna mapa, mapa fokusa, ocena jasnoće, a, ukoliko je definisana oblast od interesa (*Area of Interest – AOI*), i ideo ukupne pažnje (procenat vremena posmatranja AOI u odnosu na ukupno) za koju se pretpostavlja da će ta oblast dobiti. Smatra se da je tačnost ovog alata do 96%, a za generisanje rezultata je potrebno samo oko 60 sekundi [5]. Dizajneri na taj način dobijaju uvide kako bi se mogao optimizovati raspored proizvoda, povećati angažovanje i poboljšati korisničko iskustvo.

4. OGLAŠAVANJE U VEB APLIKACIJAMA

Reklame su kao ključni alat za promociju proizvoda i usluga postale neizostavan deo većine veb sajtova i aplikacija čime se povećava prepoznatljivost oglašavanog brenda i potencijal za ostvarenje prodajnih ciljeva. Odluka o tome koji tip reklame daje najbolje rezultate i gde ih postaviti utičaće direktno na povećanje angažovanosti korisnika i korisničko zadovoljstvo [9].

Baner je jedan od najčešće korišćenih tipova reklama u aplikacijama sa ciljem privlačenja pažnje korisnika. Fiksni položaj banera može dovesti do toga da korisnik zapamti prostor posvećen reklami i potpuno ga ignoriše. Ovaj efekat, poznat kao "slepa tačka za banere," odnosi se na sklonost korisnika da ignorišu delove stranice koje percipiraju kao reklamni prostor [10].

Nativne reklame su reklame koje su organski integrisane u aplikaciju imitirajući dizajn i kontekst, što ih čini čitljivijim i informativnim. Na primer, na društvenim mrežama bi ovaj tip oglasa izgledao kao bilo koja druga

objava. Prednosti ovog tipa reklama su visoko prilagodljivi blokovi oglasa i fleksibilnost dizajna, kao i niža cena u poređenju sa drugim oblicima oglašavanja [10].

5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

5.1 Kreiranje test stimulusa

Kreirano je 20 verzija prototipa desktop verzije aplikacije za deljenje iskustava sa putovanja, po 10 za nativne i banner reklame. Od 10 reklama, postoji 5 parova čiji je sadržaj gotovo identičan izuzetkom jedne varijacije u dizajnu reklame:

- pozicija reklame: A. na vrhu ili B. na dnu stranice,
- pozadinska boja reklame: A. boja palete ili B. akcentovana boja,
- ton tekstualnog sadržaja: A. neformalni ili B. formalni stil
- nivo kontrasta sadržaja reklame: A. manje kontrasta ili B. više kontrasta između sadržaja i pozadine reklame,
- vrsta vizuala u reklami: A. fotografije ili B. ilustracije.

5.2 Tok istraživanja i korišćeni alati

U prvom delu eksperimenta urađeno je tradicionalno testiranje praćenja pogleda. Učestvovalo je 17 ispitanika prosečne starosti 26 godina. Korišćen je *Gazepoint* uređaj, zajedno sa *Gazepoint Control* i *Gazepoint Analysis* softverom [46] za kalibraciju, snimanje i analiziranje podataka. Pre samog izvršavanja prvog dela eksperimenta, *Gazepoint* uređaj je kalibrisan za svakog ispitanika. Nakon toga, sledi posmatranje pripremljenih primera od strane ispitanika, pri čemu se svaki od primera dizajna prikazivao po 10 sekundi. Posle svakog primera pojavljivao se crni ekran sa belim krstićem u sredini, kako bi se pogled ispitanika „restartovao“. Po završetku *eye-tracking* testiranja korisnicima su prikazani parovi verzija dizajna, odnosno izvršeno je A/B testiranje.

U drugom delu eksperimenta, a nakon analize AI alata koji imaju mogućnost predikcije pogleda korisnika, korišćen je alat *Attention Insight*. Kao rezultat predikcije, između ostalog, daje toplotnu mapu koja će biti iskorišćena za upoređivanje sa rezultatima dobijenim uz pomoć *eye-tracking* metode.

6. REZULTATI I DISKUSIJA

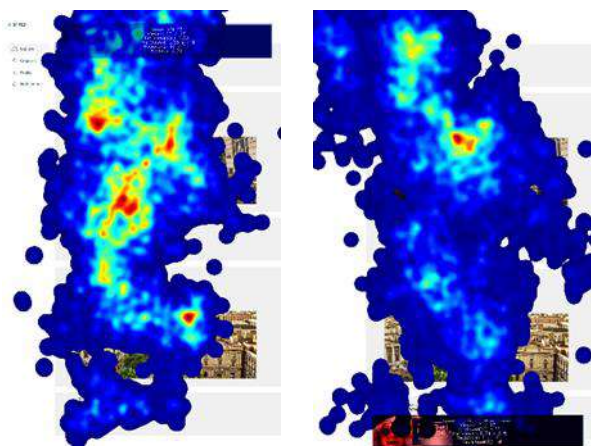
6.1 Uperedna analiza rezultata eye-tracking metode i AI predikcije korisničke pažnje na primeru ispitivanja uticaja pozicije reklame na njenu efektivnost

Na slikama 1 i 3 prikazane su sumarne toplotne mape od svih 17 ispitanika tačno nakon 5 sekundi posmatranja za primere sa baner reklamama i nativnim reklama respektivno, dok Slike 2 i 4 predstavljaju predikcije korisničke pažnje generisane alatom *Attention Insight* za iste primere.

Baner reklame

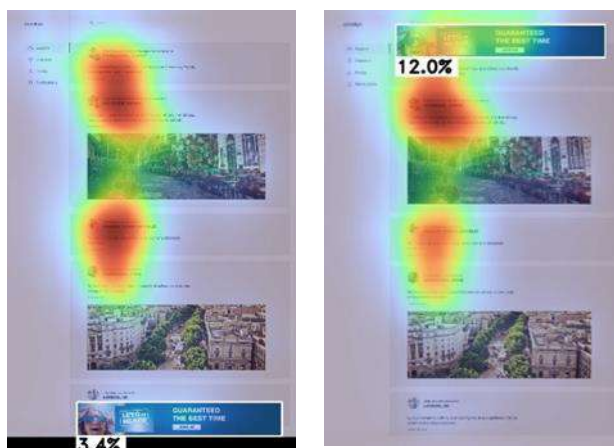
Od 17 ispitanika, 12 ispitanika je obratilo pažnju na baner pozicioniran na vrhu stranice, a za prvi uočavanje reklama im je bilo potrebno u proseku 2.63 sekundi. Vreme utrošeno na gledanje banera iznosi 0.68 sekundi (6.8 %). Deset ispitanika su ponovo vratili pogled na reklamu nakon početnog skeniranja stranice.

U slučaju pozicije banera na dnu stranice, samo pet od 17 ispitanika je obratilo pažnju na reklamu. Prosečno vreme koje je bilo potrebno ispitanicima da uoče baner je 4.28 sekundi, a prosečno vreme koje su proveli gledajući je svega 3.4% ukupnog vremena. Od pet ispitanika, samo je jedan ponovo pogledao baner.



a. b.
Slika 1. Izgled toplotne mape dobijena eye-tracking testiranjem za primer verzije stranice sa banerom na a. na vrhu i na b. dnu stranice

AI alat za predikciju pažnje, takođe, na osnovu ocene jasnoće i oblasti od značaja predviđa da će i baner reklama dobiti više pažnje ukoliko se nalaze na vrhu stranice (12%) u odnosu na dno (3.4%)(Slika 2).



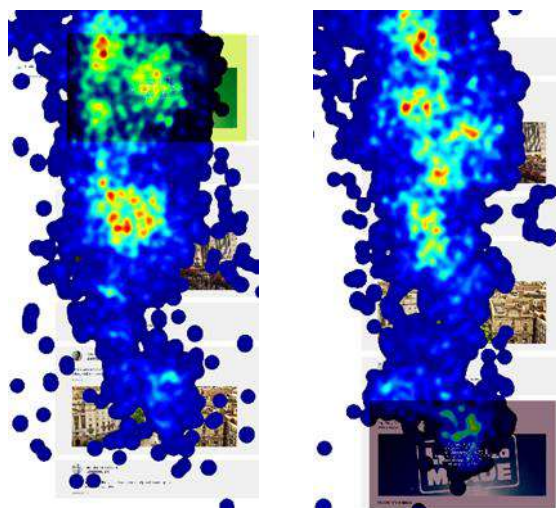
a. b.
Slika 2. Izgled toplotne mape dobijena Attention Insight alatom za primer verzije sa banerom a. na vrhu i na b. dnu stranice

Nativne reklame

U slučaju primera sa nativnom reklamom na vrhu stranice (Slika 3a), 16 ispitanika od 17 je pogledalo reklamu, a prosečno vreme potrebno da se uoči bilo je 0.91 sekundi. Od tih 16 ispitanika, 14 su se ponovo vraćali na reklamu u proseku 3.5 puta. Reklama je držala pažnju ispitanicima u proseku 2.39 sekundi (23.9%), a prosečan broj fiksacija bio je 7.81.

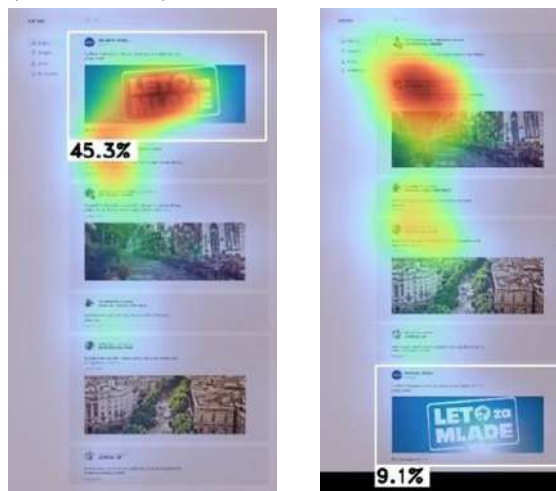
Pozicioniranje nativne reklame na dnu stranice (Slika 3b), kao i u slučaju banera, smanjuje njenu uočljivost tako da je samo 13 od 17 ispitanika pogledalo reklamu, a sedam ispitanika je ponovilo pogled. Prosečno vreme za uočavanje reklame bilo je 4.73 sekunde, dok je trajanje

pogleda bilo 1.27 sekundi (12.7%), sa prosečnim brojem fiksacija od 4.08.



a. b.
Slika 3. Izgled toplotne mape Attention Insight alatom u slučaju položaja za primer verzije sa nativnom reklamom a. na vrhu i na b. dnu stranice

Vrlo slične predikcije daje AI alat u slučaju nativne reklame – reklama na vrhu će privući mnogo više pažnje (45.3%) u odnosu na poziciju na dnu stranice (9.1%) (videti Sliku 4).



a. b.
Slika 4. Izgled toplotne mape dobijen eye-tracking testiranjem u slučaju položaja za primer verzije sa nativnom reklamom na a. na vrhu i na b. dnu stranice

Međutim, od 17 ispitanika, 12 preferira verziju sa baner reklamom na dnu iako je ta pozicija manje uočljiva.

Analiza podataka dobijenih pomoću eye-tracking metode pokazala je da je ispitanicima bilo potrebno manje vremena kako bi uočili reklame na vrhu ekrana, kao i da je veći broj ispitanika ponovo vraćao pogled na ove reklame u odnosu na reklame smeštene na dnu. Takođe, ispitanici su i duže gledali reklame ako je bila pozicionirana na vrhu.

Ukoliko su i nativna i baner reklama na istoj poziciji, ispitanici će duže gledati nativnu reklamu, ali im je bilo potrebno više vremena da je uoče.

6.1 Usporedna analiza A/B testa sa ispitanicima i testa jasnoće AI alata

Baner reklame

Prvi par baner reklama ispitivao je uticaj pozicije reklame na stranici. Od 17 ispitanika, 5 je preferiralo verziju A sa banerom na vrhu stranice, dok je 12 preferiralo verziju B sa banerom na dnu. Iako je AI alat *Attention Insight* predvideo veću pažnju za baner na vrhu (12% naspram 3.4%), korisnici su više preferirali verziju sa manje upadljivom reklamom. Drugi par ispitao je uticaj tona teksta, pri čemu nije bilo izražene preferencije između formalnog i neformalnog tona (8 prema 9). Sledeći par pokazao je značaj kontrasta, gde je 16 ispitanika preferiralo baner sa većim kontrastom. Na kraju, baneri sa različitim bojama i vrstama vizuala (fotografije naspram ilustracija) pokazali su da korisnici više preferiraju banere sa tamnijim bojama i fotografijama.

Nativne reklame

Prvi par nativnih reklama analizirao je poziciju reklame na stranici. Devet ispitanika preferiralo je reklamu na vrhu stranice, dok je 8 preferiralo reklamu na dnu. AI alat je predvideo veću pažnju za reklamu na vrhu. Drugi par ispitao je uticaj tona teksta, pri čemu je 11 ispitanika preferiralo neformalni ton, dok je 6 preferiralo formalni. Svi ispitanici su preferirali verziju reklame sa većim kontrastom. U slučaju različitih boja za naslove i dugmiće, 11 ispitanika je preferiralo tamnije boje, dok je 6 preferiralo živopisnije boje. Poslednji par ispitao je vrstu grafike, gde je 14 ispitanika preferiralo reklame sa fotografijama, što je potvrdio i AI alat.

Rezultati A/B testiranja pokazali su da korisnici preferiraju reklame koje su manje upadljive i integrisane u dizajn stranice, sa tamnijim bojama i fotografijama. AI alat *Attention Insight* je često predviđao veću pažnju za vizualno upadljivije reklame, ali stvarne korisničke preferencije su bile usmerene ka diskretnijim opcijama. Ovo ukazuje na važnost kombinovanja AI predikcija sa stvarnim korisničkim testiranjima za optimalne rezultate u dizajnu reklama.

7. ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju da AI alati mogu brzo i efikasno predvideti koje će delove reklame privući pažnju korisnika. Jedna od ključnih prednosti AI alata je njihova dostupnost i brzina. Oni mogu analizirati veliki broj reklama u kratkom vremenskom periodu, što omogućava brže iteracije u dizajnu. S druge strane, praćenje pogleda zahteva specijalizovanu opremu i više vremena za sprovođenje istraživanja, što može biti ograničavajući faktor u dinamičnim okruženjima. Međutim, metoda praćenja pogleda pruža preciznije podatke o tačnim tačkama fokusa korisnika i trajanju njihovog gledanja.

Iako su AI predikcije korisne za brzu procenu, za dublje analize i razumevanje korisničkog ponašanja preporučuje se korišćenje kombinovanog pristupa u istraživanjima. Korišćenjem AI alata za brze iteracije i predikcije, a zatim potvrđivanje tih predikcija metodom praćenja pogleda, može se postići optimalan balans između brzine i tačnosti u evaluaciji efektivnosti veb reklama.

8. LITERATURA

- [1] Coursera. „What Is Artificial Intelligence? Definition, Uses, and Types.” coursera.org. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.coursera.org/articles/what-is-artificial-intelligence>
- [2] Coursera. „AI in UX design: Tools to improve the design process.” coursera.org. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.coursera.org/articles/ai-in-ux-design>
- [3] M. Petruk. „The Influence of AI on UX/UI Design“ wesoftyou.com. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://wesoftyou.com/ai/the-influence-of-ai-on-ux-ui-design/>
- [4] R. Weingartz, N. Suleymanov. „6 best AI tools for UI/UX testing.” aqua-cloud.io. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://aqua-cloud.io/ai-tools-for-ux-ui-testing/>
- [5] Attention Insight. „Attention Insight Features“ attentioninsight.com. Pristupljeno: maj 19, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://attentioninsight.com/>
- [6] E. Schroeter. „Usability Testing: Everything You Need to Know (Methods, Tools, and Examples)“ careerfoundry.com. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/usability-testing-guide/#what-is-usability-testing-and-why-does-it-matter>
- [7] M. Deshpande. „AI applied to Usability Testing“ sogeti.com. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.sogeti.com/ai-for-ge/section-4-2-automate-scale/chapter-4/>
- [8] J. Deakin. „User testing: the secret sauce of AI powered UX“ bootcamp.uxdesign.cc. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://bootcamp.uxdesign.cc/user-testing-the-secret-sauce-of-ai-powered-ux-7eb1a9290f92>
- [9] UserTesting. „How do ads affect user experience?“ usertesting.com. Pristupljeno: maj 19, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.usertesting.com/blog/advertisement-user-experience>
- [10] FunCorp. „Common Mobile Advertisement Formats?“ medium.com. Pristupljeno: maj 19, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://medium.com/swlh/common-mobile-advertisement-formats-fca0793d078>

Kratka biografija:



Tamara Janjić rođena je u Novom Sadu 1998. god. Godine 2017. završila je Gimnaziju Petar Kočić u Zvorniku. Diplomirala je 2021. godine na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman Grafičko inženjerstvo i dizajn.

kontakt: janjictamara98@gmail.com



UPOREDNA ANALIZA AI ALATA ZA GENERISANJE UI/UX ELEMENATA
COMPARATIVE ANALYSIS OF AI TOOLS FOR GENERATING UI/UX ELEMENTS

Kristina Pantić, Neda Milić Keresteš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj rada je pružiti dublje razumevanje uticaja i potencijala AI alata u oblasti UX dizajna. Istraživački deo rada prikazuje komparativnu analizu tri AI alata kroz generisanje prototipova veb sajta i mobilne aplikacije pomoću ovih alata, uz evaluaciju njihovih mogućnosti i ograničenja. Zaključci ukazuju na prednosti kao što su ubrzanje procesa i personalizacija, ali i na izazove kao što su ograničena prilagodljivost i ograničena detaljnost ulaznih parametara.

Ključne reči: veštačka inteligencija, dizajn korisničkog iskustva, korisnički interfejs, alati veštačke inteligencije, prototip

Abstract – The aim of this thesis is to provide a deeper understanding of the impact and potential of AI tools in the field of UX design. The research part of the thesis presents a comparative analysis of three AI tools through the generation of website and mobile application prototypes using these tools, evaluating their capabilities and limitations. The conclusions highlight the advantages such as process acceleration and personalization, but also the challenges like limited adaptability and limited detail of input parameters.

Keywords: Artificial Intelligence, User experience design, User interface, Artificial Intelligence tools, Prototype

1. UVOD

Jedna od oblasti koja je doživela značajne promene zahvaljujući AI tehnologijama je UI/UX (*User Interface/User Experience*) dizajn [1]. Koristi se za analizu korisničkih podataka, istraživanje tržišta, definisanje korisničkih profila (*User Persona*), pisanje tekstualnog sadržaja proizvoda (*UX writing*) generisanje prototipova – od prvih skica i žičanih prototipova (engl. *wireframes*) do finalnog dizajna u interaktivnom prototipu, predikciju korisničke pažnje, kao i personalizaciju korisničkog interfejsa i iskustva [2]. Pored ubrzanja procesa, AI alati donose i visoku preciznost i personalizaciju rešenja koja su prilagođena individualnim potrebama i preferencijama korisnika [2]. Prema istraživanju kompanije *Adobe*, 62% UX dizajnera već koristi alate veštačke inteligencije za povećanje produktivnosti i automatizaciju zadataka koji se ponavljaju [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Neda Milić Keresteš, vanredni prof.

2. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I UX DIZAJN

2.1. Dizajn korisničkog iskustva

Dizajn korisničkog iskustva (engl. *UX design*) predstavlja deo procesa za kreiranje digitalnog proizvoda prvenstveno usmerenog ka korisniku [3]. Termin je prvi put upotrebio 1998. godine naučnik Donald Norman u svojoj knjizi *The design of Everyday Things*. Predstavlja oblast koja opisuje načine za kreiranje proizvoda koje omogućavaju korisnicima da interakcija sa nekom aplikacijom ili stranicom bude brza, efikasna i laka [3].

2.3. AI alati i UX dizajn

Danas UX dizajneri imaju na raspolaganju brojne alate koji automatizuju rutinske zadatke, analiziraju velike količine korisničkih podataka i generišu elegantne UI dizajne u nekoliko sekundi. Iako veštačka inteligencija ne može zameniti dizajnere, može pružiti izuzetnu podršku tokom procesa UX dizajna, čineći ga efikasnijim i kreativnijim [4]. Postoji nekoliko tipova AI alata koji su korisni u procesu kreiranja dizajna. Alati za automatizaciju dizajna koriste veštačku inteligenciju za obavljanje zadataka koji bi obično bili dugotrajni, oslobađajući dizajnere da se fokusiraju na kreativnije i strateške aspekte dizajna.

Kada se bira AI alat za UX dizajn, važno je uzeti u obzir faktore kao što su potrebe projekta na kom se radi, nivo iskustva dizajnera sa alatima veštačke inteligencije, kao i budžet [5].

Online AI alat *Uizard* se koristi za brzo kreiranje žičanih okvira i interaktivnih prototipova. *Uizard* se može koristiti i kao tipičan alat za dizajn za brzo generisanje prototipova od nule pomoću predefinisanih komponenti korisničkog interfejsa i njihovih varijacija. Dodatno, ovaj alat koristi AI tehnologiju za pretvaranje ručno nacrtanih skica ili snimaka ekrana u digitalni dizajn koji se može uređivati i dalje prilagođavati zahtevima projekta [4-8].

Alternativno, dizajn interfejsa se može kreirati i uz pomoć tekstualnih poruka koje se unesu sa opisanom idejom i dodatnim parametrima za precizniju specifikaciju zahteva. Funkcija alata *Autodesigner* će generisati teme i prototipove na osnovu teksta i izbaciće predloge za stil koji bi odgovarao zahtevima projekta.

Galileo AI je alat dizajniran posebno za UX dizajnere koji pojednostavljuje proces dizajna i unapređuje korisničko iskustvo. Predstavlja inovativnu primenu AI tehnologije koja ima sposobnost da brzo generiše dizajn složenog korisničkog interfejsa na osnovu tekstualnih upita. Ima mogućnost prilagođavanja preferencijama i stilovima dizajna što pruža podršku za efikasnije i prijatnije kreiranje

korisničkog interfejsa. Takođe, direktno u alatu se mogu uraditi modifikacije dizajna.

Sa svojim naprednim analitičkim mogućnostima, *Galileo AI* pomaže dizajnerima da analiziraju korisničke tokove kretanja kroz aplikaciju (*user flows*), identifikuju delove koje treba promeniti, ali i optimizuju celokupno korisničko iskustvo. Ovaj alat koristi adaptivni algoritam učenja koji kontinuirano poboljšava svoje preporuke na osnovu korisničkih preferencija [4-8].

Wondershare Mockitt koristi *AI* da pomogne dizajnerima da ubrzaju proces izrade prototipa, podstaknu kreativnost i popune kreativne praznine sadržajem generisanim od strane veštačke inteligencije kao što je generisanje slogana aplikacija i izjava o viziji [8]. Koristi interfejs za ćaskanje koji je vrlo sličan *ChatGPT* servisu. Na osnovu tekstualnog upita, generator komponenti kreira više komponenti, uključujući dijagrame toka, mape uma i tabele koristeći veštačku inteligenciju. Ove komponente je moguće dalje uređivati, odnosno dizajneri ih mogu koristiti kao dobru polaznu tačku za dalji rad [4-8].

Osim ovoga, *Mockitt AI* ima opciju da generiše prototipove za mobilne i veb interfejse koji se mogu dalje modifikovati uređivati, ali i pruža pristup sadržaju generisanom veštačkom inteligencijom na više jezika, uključujući engleski, francuski, kineski i španski [4-8].

3. ISTRAŽIVAČKI DEO

U radu je istražena sposobnost *AI* alata da precizno interpretiraju *UI/UX* zahteve i kreiraju funkcionalne prototipa koji zadovoljavaju korisničke potrebe.

Prototipovi će biti generisani korišćenjem tri aktuelna *AI* alata na osnovu istih *UI/UX* parametara za konkretno zadati sajt i mobilnu aplikaciju koja služi za informisanje, organizaciju i regrutaciju volontera za događaje.

Pored analize generisanih prototipova, biće analizirane i prednosti i nedostaci alata, kao i integracija povratnih informacija u budućim iteracijama.

Ulazni prompt je sadržao sledeće informacije:

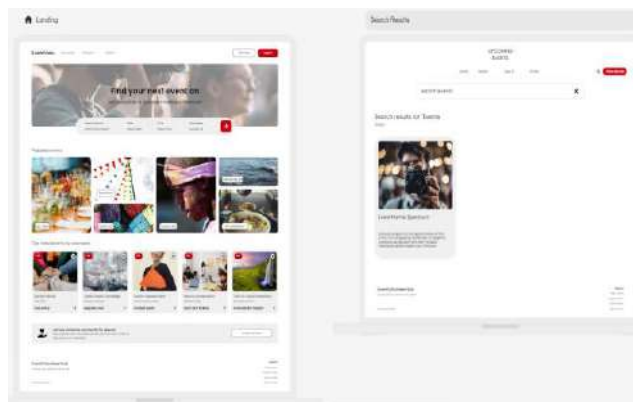
Veb sajt: *Projekat je veb sajt na kojem se korisnici mogu informisati o predstojećim događajima i saznati u kojima mogu učestvovati kao volonteri. Potrebna je stranica sa izlistanim svim događajima, stranica sa detaljima i opisom selektovanog događaja i stranica sa formom za prijavu.*

Mobilna aplikacija: *Projekat je mobilna aplikacija za korisnike da se prijave kao volonteri na događajima. Potrebna je stranica za prijavu korisnika (login), početni ekran sa događajima i dugme za akciju – prijava za učešće na događaju, pregled detalja događaja, ekran profila korisnika, ekrani za registraciju i pregled prošlih aktivnosti na događajima. Potrebna mi je opcija za pretragu na početnom ekranu, kao i stranica sa svim događajima.*

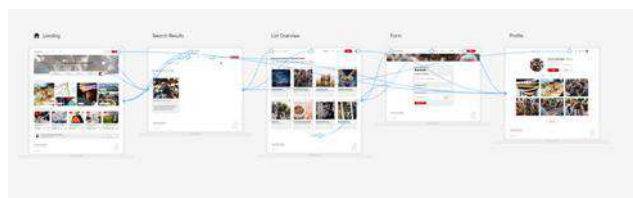
3.1 Generisani rezultati alata *Uizard*

Nakon unosa prompta zadatka, uneti su sledeći parametri: “*Modern*“, “*Young*“, “*Light*“, “*Elegant*“, kao i smernice da se koriste realistične fotografije, a da se ne koristi žuta boja. Na Slici 1. prikazana je generisana početna stranica

veb sajta, kao i stranica pretrage događaja, a na Slici 2 su prikazane i preostale generisane stranice (lista svih događaja, stranica forme za prijavu kao i stranica profila korisnika) sa automatski dodeljenim putanjama (putanjama) sa čime se dobija interaktivni klikabilni prototip.



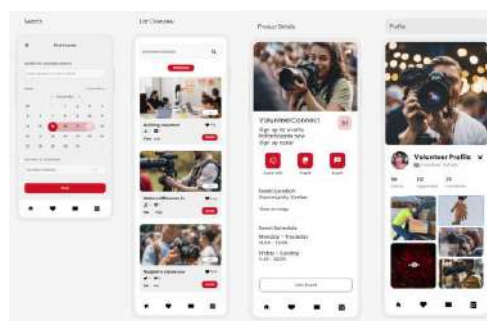
Slika 1 – Rezultati generisani *Uizard* alatom – početna stranica i stranica pretrage događaja



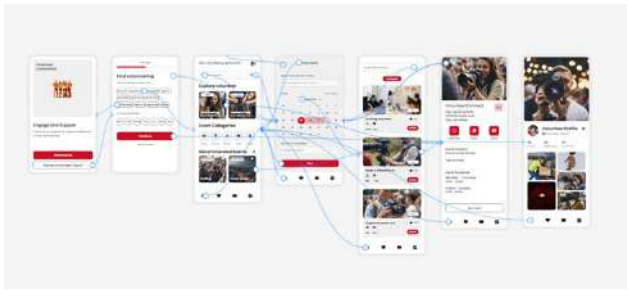
Slika 2 – Rezultati generisani *Uizard* alatom – sve generisane stranice veb sajta povezane u interaktivni *high fidelity* prototip

Stranice definisane zadatim parametrima su generisane, s izuzetkom stranice sa detaljnim prikazom događaja, dok je stranica za pretragu događaja generisana uprkos tome što nije bila tražena. Stranica sa formularom je generisana tako da omogućava slanje ocene događaja i iskustva, umesto prijave za događaj. Takođe, u dizajnu ne postoji dugme koje vodi na stranicu za prijavljivanje na događaj kao volonter. Alat *Uizard* omogućava naknadno generisanje dodatnih stranica, mada se one ne integrišu automatski u postojeći uvezani interaktivni prototip.

Nakon veb sajta, generisani su i ekrani mobilne aplikacije (Slika 3), kao i uvezani klikabilni prototip (Slika 4).



Slika 3 - Rezultati generisani *Uizard* alatom – stranice mobilne aplikacije



Slika 4 – Rezultati generisani Uizard alatom – sve generisane stranice aplikacije povezane u interaktivni high fidelity prototip

Iako je AI alat uspešno generisao tražene stranice za mobilnu aplikaciju na temu regrutovanja korisnika za određene događaje, rezultati nisu u potpunosti u skladu sa principima korisničkog iskustva. Alat zahteva značajno ručno prilagođavanje i unapređenje kako bi aplikacija ispunila sve funkcionalne i estetske zahteve. Specifični problemi uključuju neadekvatno povezane putanje između ekrana, nepravilne navigacione rute, i nepoštovanje traženih dizajnerskih smernica, poput upotrebe boja i postavljanja elemenata. Iako alat demonstrira osnovno razumevanje dizajna i funkcionalnosti aplikacije, njegova ograničenja postaju očigledna kroz neadekvatnu navigaciju i neprikladno raspoređeni sadržaji. Potrebno je dodatno ručno prilagođavanje i proširenje generisanih stranica kako bi se aplikacija učinila potpuno funkcionalnom i prilagođenom krajnjim korisnicima.

3.2 Generisani rezultati alata Wondershare Mockitt

Sledeći alat veštačke inteligencije za analizu automatskog generisanja prototipova je Wondershare Mockitt. Međutim, ovaj alat ne omogućava kreiranje svih stranica i ekrana jednog veb sajta ili aplikacije u jednom koraku, već zahteva generisanje svake stranice pojedinačno.

S obzirom da alat ima ograničen broj slova prilikom unošenja parametara, u ovom slučaju uneti su sledeći parametri: *Mobilna aplikacija sa događajima koju korisnici koriste za informisanje o događajima i prijavi za volontiranje.*



Slika 5 - Rezultati generisani Mockitt alatom – stranice mobilne aplikacije

Osim stranica, ovaj alat generiše i dizajn svake stranice. Međutim, svaka od ovih stranica sadrži samo minimalne i osnovne elemente navedene prilikom slanja parametara.

Zbog ograničenja od 200 karaktera, alatu se ne mogu dati preciznije instrukcije.

Za razliku od alata Uizard, Mockitt generiše manje stranica i sadržaja, a njegov dizajn je minimalistički. Još jedna razlika je u načinu generisanja prototipova – Mockitt prikazuje interaktivni prototip na samim stranicama, dok Uizard automatski povezuje sve stranice u jedinstveni interaktivni prototip.

Jedan od nedostataka ovog alata je što AI funkcija za automatsko kreiranje prototipova radi samo za mobilne aplikacije, tako da se generisani rezultati odnose isključivo na mobilne aplikacije. Međutim, alat se može koristiti i za samostalno kreiranje veb sajtova i njihovih prototipova, slično alatima kao što su Figma i Adobe XD. Pored toga, alat nudi interfejs za ćaskanje koji simulira okruženje ChatGPT.

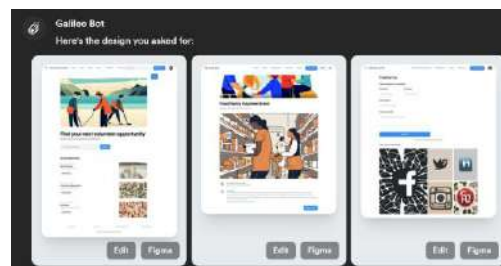
3.3 Generisani rezultati alata Galileo AI

Poslednji alat za testiranje kreiranja funkcionalnih prototipova je Galileo AI. Ovaj alat takođe ima opciju generisanja dizajna koristeći interfejs za ćaskanje koji imitira ChatGPT. Nakon potvrde, korisnik unosi željene upite u deo za komunikaciju, nakon čega AI sumira unesene parametre i zahteva potvrdu ili korekciju. Nakon obrade zahteva, dobijaju se generisani rezultati (Slika 6).

Ako korisnik želi da nešto promeni, ćaskanje sa AI alatom se može nastaviti, ali ne postoji mogućnost modifikacije već samo ponovno generisanje na osnovu novog seta parametara. Kopiranjem dobijenih rezultata u Figma dobija se dizajn podeljen na delove i ostale elemente na kojima može da se nastavi rad i kreira interaktivni prototip.

Za kreiranje veb sajta i mobilne aplikacije uneseni su duži parametri s obzirom da Galileo nema ograničenja u broju karaktera, već se slanje upita svodi na ćaskanje.

Nakon unetih parametra i potvrđivanja dobijeni su sledeći rezultati prikazani na slici



Slika 6 - Rezultati generisani Mockitt alatom – stranice veb sajta

Galileo AI alat omogućava promenu dizajna unosom novih parametara, što uključuje izmene određenih delova na stranicama, promene boja i dodavanje novih stranica. Analizom dizajna stranica, uočava se konzistentan, minimalistički stil sa bojama kao što su plava, bela i siva. Međutim, svaka stranica sadrži različite logotipe, nazive veb sajtova i linkove u navigacionom meniju, što sugeriše da Galileo AI generiše stranice na osnovu zadatih parametara, ali ne kao deo jednog jedinstvenog veb sajta, već kao zasebne stranice.

Tražene stranice su generisane sa podacima koji odgovaraju tim stranicama i elementima koji pomažu korisničkom iskustvu na jednom veb sajtu. Na kontakt stranici nalaze se polja za unos imena i prezimena, poruke, što je u skladu sa očekivanjima za takvu stranicu. Osim toga, podnožje stranice nije isto na svim stranicama. Nakon prve iteracije nedostajala je stranica sa svim događajima, tako da je naknadno tražena od AI alata i dobijeni su rezultati i za tu stranicu.

Ovaj AI alat ne generiše interaktivne prototipove, ali ima mogućnost izvoza stranica i elemenata u *Figma* alat gde se može kompletirati interaktivni prototip celokupnog sajta.



Slika 7 – Rezultati generisani Mockitt alatom – interaktivni prototip mobilne aplikacije

Primećujemo da su kreirane tražene stranice, ali se primećuje i nekonzistentnost u sadržaju zajedničkih stranica. Na osnovu analize i rada, možemo zaključiti da se *Galileo AI* pokazao kao moćan alat za generisanje dizajna, omogućavajući korisnicima da brzo dobiju osnovne elemente i stranice za veb sajtove i mobilne aplikacije. Iako *Galileo AI* ne generiše funkcionalne prototipove direktno, njegova mogućnost izvoza dizajna u *Figma* softver predstavlja značajnu prednost. Primetno je da *Galileo AI* generiše stranice sa konzistentnim, minimalističkim stilom, koristeći boje poput plave, bele i sive. Iako alat nudi značajnu fleksibilnost u unosu parametara i generisanju dizajna, primećena je nekonzistentnost u dizajnu zajedničkih elemenata stranica.

3.4 Upporedna analiza AI alata i heuristička evaluacija

U tabeli 1. su sumirane mogućnosti sva tri ispitivana AI alata.

Tabela 1 – Upporedna analiza funkcionalnosti AI alata

Funkcionalnost	Uizard	Wondershare Mockitt	Galileo AI
Generisanje mobilne aplikacije	✓	✓	✓
Generisanje veb sajta	✓	✓	✓
Generisanje interaktivnog prototipa	✓	✗	✗
Izvoz u neki drugi alat (npr. Figma)	✗	✓	✓
Mogućnost nastavka samostalnog rada u alatu	✓	✗	✓
Mogućnost unosa detaljnih ulaznih parametara	✗	✗	✓
Opcija časkanja	✓	✗	✓

Iz dobijenih rezultata evaluacije Nielsonove heuristika uočeno je da se ne izdvaja nijedna heuristika kao značajno lošija od ostalih, a ispitanici su pronašli makar mali problem u svakom alatu i svakoj heuristici. Pokazalo se da je alat sa najviše uočenih problema upotrebljivosti *Wondershare Mockitt*, dok je najbolje ocenjen alat *Uizard*, tačnije mobilna aplikacija urađena *Uizard* alatom.

4. ZAKLJUČAK

Kada se pravilno koriste, AI alati veštačke inteligencije mogu značajno unaprediti UI/UX proces, povećavajući efikasnost, podstičući kreativnost i stvarajući proizvode i iskustva bolje prilagođena korisnicima. Zahvaljujući mogućnostima kao što su automatizacija repetitivnih zadataka, izvlačenje korisnih uvida iz korisničkih podataka i generisanje kompletnog dizajnerskog rešenja, AI alati mogu biti moćan dodatak u dizajnerskom radu. Međutim, iako AI alati mogu ubrzati i unaprediti određene aspekte UX dizajna, ne mogu zameniti kritičko razmišljanje, empatiju i intuiciju koje dizajneri unose u proces izrade dizajna. Stoga je važno koristiti ih kao dopunu za efikasniji rad i unapređenje dizajnerskih veština, a ne kao zamenu za ljudsku kreativnost, stručnost, znanje i emocionalnu inteligenciju.

4. LITERATURA

- [1] Coursera. „*AI in UX design: Tools to improve the design process.*” coursera.org. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.coursera.org/articles/ai-in-ux-design>
- [2] M. Petruk. „*The Influence of AI on UX/UI Design*“ wesofy.com. Pristupljeno: mart 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://wesofy.com/ai/the-influence-of-ai-on-ux-ui-design/>
- [3] D. Norman, „*The Design of Everyday Things*“. New York: Basic Books, 2013.
- [4] Eficode. „8 AI tools to leverage for your UX and UI design process.” eficode.com. Pristupljeno: maj 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.eficode.com/blog/8-ai-tools-to-leverage-for-your-ux-and-ui-design-process>
- [5] Interaction Design Foundation. „AI tools for UX designers.”
- [6] UX Design Institute. „The top 8 AI tools for UX.” uxdesigninstitute.com. Pristupljeno: maj 04, 2024. OnlineOnlineOnline. Dostupno na: <https://www.uxdesigninstitute.com/blog/the-top-8-ai-tools-for-ux/>
- [7] Reload UX. „Top 10 AI tools for UI/UX design.” reloadux.com. Pristupljeno: maj 04, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://reloadux.com/top-10-ai-tools-for-ui-ux-design/>
- [8] Upwork. „AI tools for UX design.” upwork.com. Pristupljeno: maj 20, 2024. [Online]. Dostupno na: <https://www.upwork.com/resources/ai-tools-for-ux-design>

Kratka biografija:

Kristina Pantić rođena je u Smederevu 1998. god. kontakt: kristina.pantic.98@gmail.com

КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ФОТОГРАФИЈА КОРИГОВАНИХ У СОФТВЕРИМА
ADOBE PHOTOSHOP И AFFINITY PHOTOQUALITY CONTROL OF PHOTOS CORRECTED IN SOFTWARE ADOBE
PHOTOSHOP AND AFFINITY PHOTO

Драгана Чупић, Ивана Јурич, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И
ДИЗАЈН

Кратак садржај - У овом раду су кроз теоријске основе описане могуће корекције на дигиталној фотографији. У експерименталном делу су извршене те корекције на конкретним примерима и приказани су резултати истраживања контроле квалитета SSIM методом.

Кључне речи: Обрада дигиталне фотографије, врсте корекција на фотографији, софтвери за обраду фотографија, SSIM метода

Abstract – This master's thesis describes possible corrections in digital photography through theoretical foundations. In the experimental part, those corrections were made on specific examples and the results of the quality control research obtained by SSIM method were presented.

Keywords: Digital photo processing, types of photo corrections, photo processing software, SSIM method

1. УВОД

Данас је готово немогуће замислити да се фотографије пласирају у јавност, укључујући и аматерске фотографије намењене друштвеним мрежама, а да пре тога нису уређене у неким од апликација или софтвера за обраду фотографија. Сваки програм пружа бројне могућности промена, које се реализују са неколико кликова или пак захтевају веће умеће коришћења алатки и више времена. Најчешће корекције које се врше су промене боја, уклањање неправилности, побољшање контраста, светлине и сл. Исто тако, могуће је створити нове, бајковите пределе и магичне моменте.

2. КОРЕЦИЈЕ НА ДИГИТАЛНИМ
ФОТОГРАФИЈАМА

На дигиталним фотографијама могуће је извршити различите корекције, попут: корекције перспективе, светлине, контраста, боје, засићења, уклањања неправилности, шума, додавање нових елемената, итд.

Перспектива представља просторну везу између објеката на сцени [1].

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Јурич, доцент.

Експозиција представља количину светлости која падне на сензор или филм [2]. Светлост указује како је извор осветљења позициониран у односу на субјекат [3]. Сенке су одличан алат за наглашавање текстура, облика и појачавање контраста на фотографијама [4].

Контраст је разлика између најсветлије и најтамније тачке на фотографији. Боја је тродимензионална величина, која се састоји се из тона, засићења и светлине. Шум је зрнаста структура која прикрива детаље и лоше утиче на квалитет фотографије. Све наведене грешке су честа појава на фотографијама које се доста лако могу поправити у софтверима за обраду.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

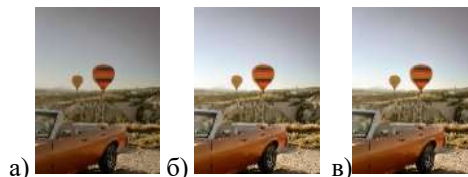
За потребе рада је изабрано 16 фотографија са различитим грешкама које су прво кориговане у софтверу *Adobe Photoshop* и након тога у софтверу *Affinity Photo*, са циљем да се добије што приближније решење добијено у првом софтверу.

Слика 1. приказује фотографије на којима је кориговано засићење у софтверима *Adobe Photoshop* и *Affinity Photo*.



Слика 1. Фотографија 1 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На слици 2. побољшана је светлина фотографија и уклоњене су сметње настале услед корекције у виду лоше градације тонова на небу.



Слика 2. Фотографија 2 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

Слика 3. приказује фотографије на којима је промењена боја елемената.



Слика 3. Фотографија 3 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На фотографијама приказаним на слици 4. модификована је температура боје.



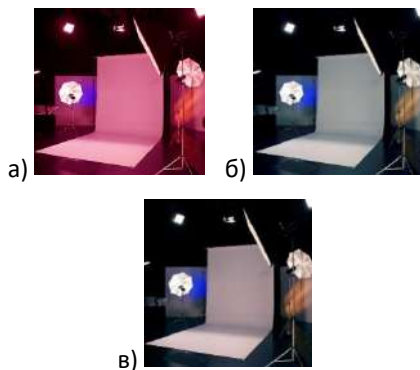
Слика 4. Фотографија 4 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

Слика 5. приказује фотографије на којима је коригована светлина, zasiћење и бојама је додат живљи изглед.



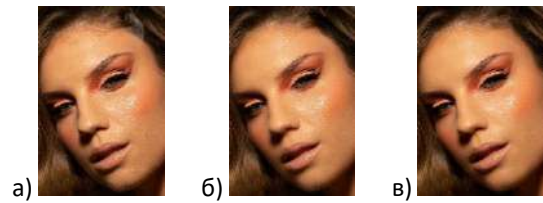
Слика 5. Фотографија 5 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На фотографијама које су приказане на слици 6, коригован је нежељени доминантан тон.



Слика 6. Фотографија 6 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На фотографијама које приказује слика 7, извршено је уклањање неправилности на лицу и уједначавање коже.



Слика 7. Фотографија 7 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На слици 8. приказане су фотографије у оквиру чије композиције је додат нови елемент - небо и благо коригован контраст.



Слика 8. Фотографија 8 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На слици 9. приказана је корекција најсветлијих и најтамнијих тонова на фотографијама. Промењене су вредности најсветлијих и најтамнијих тонова, након чега је и редукован шум који се појавио као нуспроизвод тога.



Слика 9. Фотографија 9 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

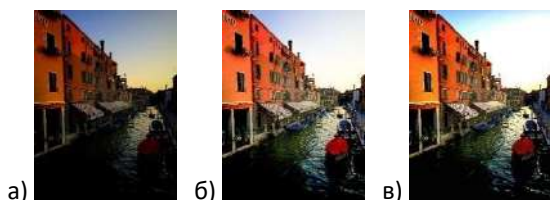
На слици 10. приказан је пример преекспониране фотографије која је модификована у складу са тим. Измењена је експозиција, баланс беле, сенке, повећан је контраст, смањено је осветљење.



Слика 10. Фотографија 10 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На слици 11. приказан је пример подекспониране фотографије. Измењена је експозиција, сенке, смањен је контраст, повећани су осветљење и zasiћење.

На фотографијама приказаним на слици 12. реализовано је zasiћење путем Alpha канала.

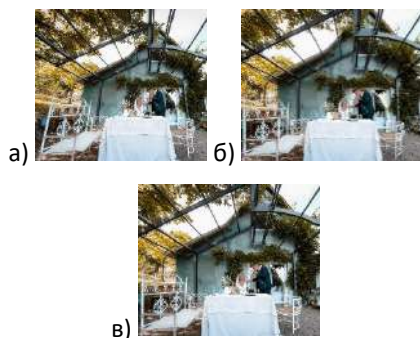


Слика 11. Фотографија 11 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада



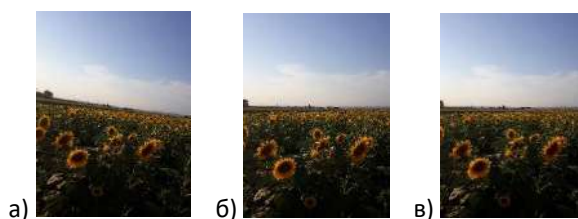
Слика 12. Фотографија 12 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

Фотографије приказане на слици 13. снимљене су широкоугаоним објективом. У софтверима је коригована њихова перспектива.



Слика 13. Фотографија 13 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

Фотографије приказане на слици 14. исечене су и ротиране у складу са постојећим хоризонтом.



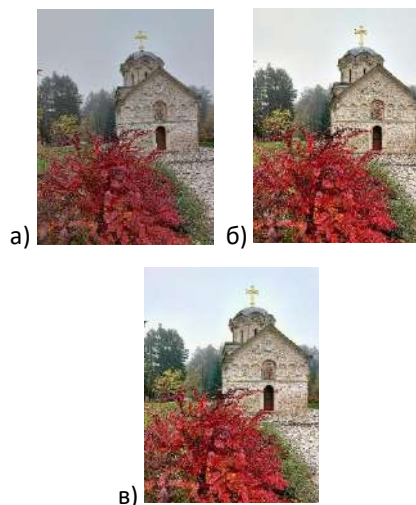
Слика 14. Фотографија 14 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На слици 15. представљен је пример подекспониране фотографије. Промењени су параметри температуре, повећане су вредности експозиције, контраста, сенки, редукован је шум настао због таквих подешавања. Фотографија је ротирана у складу са хоризонтом и исечена тако да вишак буде одстрањен.



Слика 15. Фотографија 15 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

На обрађеним фотографијама приказаним на слици 16. кориговани су контраст и боја (засићење). Фотографија је ротирана у складу са хоризонтом, а потом је извршено исечање.



Слика 16. Фотографија 16 а) пре обраде, б) Photoshop обрада и в) Affinity Photo обрада

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА - SSIM АНАЛИЗА

Индекс структуралне сличности SSIM (енгл. *Structural Similarity Index*) је метрика за мерење квалитета слике, која настоји да прикаже поређење две обрађене фотографије и средње вредности разлике пиксела представи нумерички и графички, односно приказује мапу на основу које се закључује у којим регијама су присутне веће тј. мање разлике.

Вредности које се презентују крећу се у опсегу од -1 до 1.

Већи износ указује на мање разлике и на тим местима су пиксели светлији и обрнуто, што је мањи број, разлике су веће, а пиксели тамнији [5].

У табели 1 приказано је поређење фотографија обрађених у софтверима *Photoshop* и *Affinity Photo*.

Приликом компарације фотографија обрађених у оба софтвера, најмања разлика од 0,998 се увиђа код фотографије где је коригован контраст и тонови боје с акцентом на засићење хаљине.

На основу резултата који је одмах испод 1, може се рећи да је разлика једва приметна.

Са друге стране, највећа разлика је уочена на фотографији на којој је промењена перспектива и то управо због тога што се пиксели ове две фотографије локацијски не подударају у потпуности.

Табела 1. Поређење обрађених фотографија у софтверима *Photoshop* и *Affinity Photo*

PHOTOSHOP	AFFINITY PHOTO	SSIM ANALIZA	
			0,998
			0,997
			0,997
			0,993
			0,993
			0,974
			0,973
			0,972
			0,913
			0,833
			0,814
			0,707
			0,408

5. ЗАКЉУЧАК

Анализом софтвера за обраду фотографија утврђено је да је *Affinity Photo* добра алтернатива програму *Adobe Photoshop*. Са друге стране, *Adobe Photoshop* има више могућности, опција и алатки које олакшавају сам рад и побољшавају квалитет фотографија. Једна од мана софтвера *Affinity Photo* је што нема опцију трансформације у паметне објекте, па самим тим није могуће видети промене које су

извршене на слоју, нити их додатно кориговати. Ово се највише истиче поновним учитавањем фајла, када је претходна историја корака изгубљена. Предност овог софтвера је у радном окружењу, које је врло слично окружењу у софтверу *Photoshop*, па је снажање лако.

Већина алатки носи исто име у оба софтвера, док постоје и оне чији се назив разликује, али врше једнаку функцију у оба програма. Није било могуће користити идентичне бројне вредности приликом подешавања параметара у оба софтвера, јер би се у том случају добила решења која се међусобно веома разликују.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.adobe.com/creativecloud/photography/discover/perspective-photography.html> (приступљено у јуну 2024.)
- [2] <https://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.php?fajl=c79ec57a8e72a87d8a69d2c6b8a2a8d4> (приступљено у јуну 2024.)
- [3] <https://www.canva.com/learn/beginners-guide-natural-light-use-take-great-photos/> (приступљено у јуну 2024.)
- [4] <https://www.lightstalking.com/shadows-in-photography> (приступљено у јуну 2024.)
- [5] <https://ch.mathworks.com/help/images/ref/ssim.html> (приступљено у априлу 2024.)

Кратка биографија:



Драгана Чупић, рођена је у Сремској Митровици 2000. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Графичко инжењерство и дизајн – Контрола квалитета фотографија коригованих у софтверима Adobe Photoshop и Affinity Photo одбранила је 2024. године.

контакт: draganadcupic@gmail.com



Доц. др Ивана Јурич, рођена је у Кикинди 1987. године. Докторске студије је завршила на Факултету техничких наука 2018. год, а од исте године је у звању доцент. Област интересовања је контрола квалитета дигиталне фотографије, дигитална штампа.

контакт: gilovska@uns.ac.rs

UPOREDNA ANALIZA REPRODUKCIJE TONOVA KOŽE U ECO-SOVENT I UV INKJET ŠTAMPI**COMPARATIVE ANALYSIS OF SKIN TONES REPRODUCTION IN ECO-SOLVENT AND UV INKJET PRINTING**Diana Kovačević, Sandra Dedijer, Saša Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Reprodukcija tonova kože na štampanom materijalu je prilično zahtevan zadatak a koji zavisi od niza faktora među kojima se izdvaja tehnika štampe, rezolucija štampe, mogućnosti reprodukcije u pogledu opsega boja i slično. Da bi se izbegle greške, neophodno je pravilno podesiti sve parametre vezane za proces štampe. Tačnost reprodukcije tonova kože u digitalnoj inkjet tehnici štampe je veoma važna. Proces zahteva više koraka i precizno podešavanje kako bi se postigao željeni rezultat. Predmet ovog rada je istraživanje i analiza reprodukcije tonova kože u Eco-Solvent i UV inkjet štampi.

Ključne reči: reprodukcija tonova kože, digitalna štampa

Abstract – Reproducing skin tones on printed material can be challenging due to various factors that affect the final result, such as printing technique, printing resolution, color gamut etc. To avoid errors, it is necessary to correctly adjust all parameters related to the printing process. The accuracy of skin tone reproduction in digital inkjet printing is crucial. The process requires multiple steps and precise adjustments to achieve the desired result. The subject of this paper is the research and analysis of skin tone reproduction in Eco-Solvent and UV inkjet printing.

Keywords: reproduction of skin tones, digital printing

1. UVOD

Kada je reč o našem izgledu, jedan od ključnih elemenata je koža. Njena nega i izgled nisu važni samo u stvarnom životu, već imaju veliki uticaj i u svetu medija, poput televizije, reklama ili umetničkih dela. Precizna reprodukcija tonova kože u štampanom materijalu je od suštinskog značaja, posebno u oblasti promocije proizvoda za negu i ulepšavanje. Digitalna štampa predstavlja tehniku štampanja koja se zasniva na direktnom prenosu digitalnih slika na različite medijske podloge, bez potrebe za štamparskim pločama, što je karakteristično za tradicionalne tehnike štampe kao što je ofset [1]. Eco-Solvent ink-jet tehnika digitalne štampe koristi specijalne boje na bazi eko-rastvarača kako bi proizvela visokokvalitetne otiske.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sandra Dedijer, red. prof.

Ove boje sadrže pigmente ili boje koje su rastvorene u blagom rastvaraču, što smanjuje emisiju štetnih isparenja tokom procesa štampanja [2]. UV ink-jet tehnika digitalne štampe predstavlja jednu od najprilagodljivijih načina direktnog štampanja. Specijalno dizajnirano UV svetlo, delujući kao katalizator, prati i suši boju tako da odmah otvrdnjava [3]. Kvalitet boja je neizostavan faktor koji direktno utiče na privlačnost i estetsku vrednost štampanog materijala. Bez obzira da li se radi o reprodukciji na istom uređaju, različitim uređajima ili na različitim proizvodnim mestima, kvalitet boje igra presudnu ulogu u postizanju doslednih i pouzdanih rezultata [4]. Pod kontrolom reprodukcije boja mogu se nabrojati rezolucija, rastriranje, interpolacija, pravac smera glave za štampanje, unapred definisane kombinacije uslova štampe i drugo. Za dobru reprodukciju boja važno je adekvatno podesiti mašinu za štampu, kao i njen režim rada, rezoluciju, interpolaciju i druga podešavanja.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Svrha ovog rada jeste analiza procesa reprodukcije boja u digitalnoj štampi kod mašina koje rade sa bojama na bazi rastvarača i UV bojama. Prvi korak u eksperimentalnom delu rada je bio da se napravi test karta. Na samoj test karti nalazi se kontrolna merna traka IDEAlliance ISO 12647-7 Digital Control Strip 2009, četiri fotografije sa tonovima kože i merna traka sa tonovima kože. Za tonove kože odabrane su boje koje su pronađene u Adobe Illustrator paleti tonova kože i u radu [5].



Slika 1. Test karta

Drugi korak jeste štampanje test karte na dve digitalne mašine uz odgovarajuća podešavanja. Za potrebe ovog

rada, korištene su dve digitalne mašine za štampu, Roland Versa UV Print and Cut lec-540 i Roland SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540. Pri tome, koristili su se određeni profili štampanja, a to su High Speed i High Quality. Na obe mašine korištene su dve rezolucije, 360x720 dpi za profil High Speed i malo veća rezolucija 720x1440 dpi za profil štampanja High Quality. Za rastriranje izabrana je opcija dither, kod interpolacije opcija nearest neighbor, za pravac smeru glave za štampanje izabrana je opcija bi-direction, a MAX Impact kao opcija za podešavanje unapred definisane kombinacije uslova štampe. Kako bismo precizno izmerili reprodukciju boja na datim odštampanim uzorcima, koristili smo merni uređaj Techkon Spectro Dens, poznat po svojoj tačnosti i pouzdanosti. Osim ovog mernog uređaja, za potpunu obradu uzoraka bio nam je neophodan i skener. Za te svrhe koristili smo CANON CanoScan 5600F, koji je pokazao visoku pouzdanost i preciznost u skeniranju slika.

2.1. Metodologija merenja

Prvi korak u procesu bio je izvršavanje kalibracije uređaja kako bismo osigurali da su sva merenja što je moguće preciznija. Postavili smo osvetljenje na standard D50, što je uobičajeno za procenu boja u štamparskoj industriji, i podesili ugao standardnog posmatrača od 2 stepene, što je standardni ugao posmatranja. U podešavanjima uređaja, pažljivo smo odabrali opciju za merenje CIE Lab vrednosti, koje pružaju sveobuhvatni prikaz boja i omogućavaju detaljnu analizu reprodukcije boja na uzorcima. Prvo su se merile vrednosti polja IDEAlliance kontrolne merne trake, pa merna traka digitalno zadatih vrednosti tonova kože. Prva analiza u eksperimentalnom delu zahtevala je merenje razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu između digitalno zadatih vrednosti i izmerenih vrednosti tih polja unutar svake mašine ponaosob. Sledeća analiza zahtevala je merenje razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu za svaku mašinu ponaosob u zavisnosti od primenjene rezolucije štampe. Merila su se polja tonova kože na odštampanim tabacima, na obe mašine za štampu, pri manjoj i većoj rezoluciji i upoređivale su se razlike unutar mašine. Treća analiza jeste uporedna analiza razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu između dve digitalne mašine. Za ovu analizu upoređivali su se rezultati merenja za manju rezoluciju na obe mašine za štampu, kao i za veću rezoluciju na obe mašine za štampu. Poslednja analiza jeste vizuelna procena za koju je bilo neophodno korišćenje skenera. Skeniranje delova tabaka sa obe mašine, pri obe rezolucije, obavljeno je pri rezoluciji 1200x1200 dpi. Skenirane slike upoređene su vizuelno unutar iste mašine, kao i među mašinama.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Analiza ukupne razlike u boji, razlike u svetlini, tonu i zasićenju za svaku mašinu ponaosob, u odnosu na digitalno zadate vrednosti

Prilikom ove analize koriste se Lab vrednosti digitalno izmerenih vrednosti tonova kože i izmerene vrednosti sa tabaka. Prva analiza odnosila se na uzorke štampane digitalnom mašinom SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540 pri manjoj i većoj rezoluciji. Druga digitalna mašina na kojoj je vršeno štampanje jeste UV Print and Cut lec-540.

Takođe, vrši se upoređivanje razlika u boji, tonu, svetlini i zasićenju tonova kože između digitalno zadatih vrednosti i izmerenih vrednosti sa tabaka, pri manjoj i većoj rezoluciji. Digitalno zadate vrednosti predstavljaju Lab vrednosti definisane digitalnim uzorkom. Izmerene vrednosti su dobijene merenjem štampanih uzoraka na mašini pomoću uređaja. Razlike u boji (ΔE_{00}) ukazuju na ukupnu razliku u boji između digitalnog uzorka i štampanog uzorka. Razlike u svetlini (ΔL) pokazuju razliku u svetlini između digitalnog uzorka i štampanog uzorka. Razlike u zasićenju (ΔC) ukazuju na razlike u zasićenju boji i razlike u tonu (ΔH) boje između dva uzorka. Tabela 1. prikazuje rezultate svih tabaka, manje i veće rezolucije, na obe mašine za štampu.

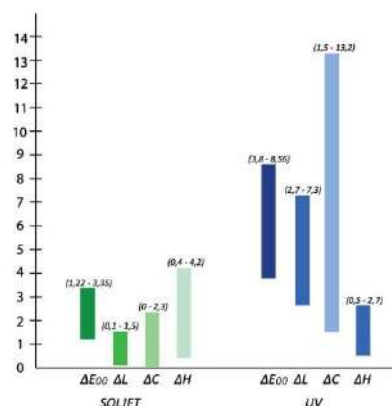
Tabela 1. Prikaz razlika u boji, svetlini, zasićenju i tonu za obe mašine i obe rezolucije

Разлике у боји	SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540		UV Print and Cut lec-540	
	мана рез.	већа рез.	мана рез.	већа рез.
ΔE_{00}	5,45 – 16,89	7,06 – 17,25	3,31 – 8,21 (0,86)	4,94 – 25,36
ΔL	1,0 – 13,7	0,4 – 12,2	0,8 – 6,6 (12,0)	0,2 – 11,0
ΔC	0,1 – 43,1	0,7 – 43,4	0,2 – 7,1 (35)	0,9 – 13,1 (48,2; 68,3)
ΔH	1,2 – 7,7	2,6 – 10,1	0,7 – 7,6 (22,1)	0,2 – 14,1 (22,9)

Kada uporedimo obe digitalne mašine za štampu i sve tabake, manje i veće rezolucije, možemo videti da tabak koji je odštampan na UV Print and Cut lec-540 digitalnoj mašini za štampu pri manjoj rezoluciji uglavnom ima najmanje odstupanja u razlikama u boji, tonu, svetlini i zasićenju tonova kože u odnosu na druge tabake sa iste i druge mašine.

3.2. Analiza ukupne razlike u boji, razlike u tonu, svetlini i zasićenju za svaku mašinu ponaosob u zavisnosti od primenjene rezolucije štampe

Tokom ove analize izvršeno je poređenje rezultata između dva tabaka različitih rezolucija odštampanih na jednoj mašini i tabaka odštampanih na drugoj mašini. Cilj ovog poređenja bio je utvrđivanje reprodukcije boja između različitih štamparskih tehnologija i upotrebljenih rezolucija.



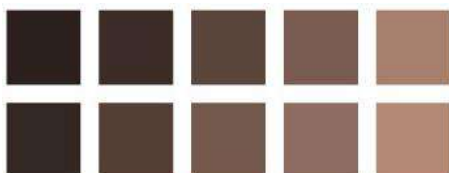
Slika 2. Grafički prikaz razlika u boji, svetlini, tonu i zasićenju između tabaka manje i veće rezolucije za obe mašine

Nakon izmerenih vrednosti za obe rezolucije po datim mašinama možemo zaključiti da su izmerene razlike u boji manje za tabake različitih rezolucija, ali štampane Eco-Solvent ink-jet tehnikom digitalne štampe. Razlike su

umerene i prihvatljive u odnosu na tabake koji su štampani UV ink-jet tehnikom digitalne štampe. Na slici 2 predstavljen je grafički prikaz gde se mogu videti razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu izmerene između tabaka manje i veće rezolucije za obe mašine. Zelenom bojom prikazane su razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu između tabaka manje i veće rezolucije odštampanih Eco-Solvent ink-jet tehnikom digitalne štampe, a plavom bojom prikazane su razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu između tabaka manje i veće rezolucije odštampanih UV ink-jet tehnikom digitalne štampe. Na grafičkom prikazu možemo jasno videti da se razlike u boji kod tabaka štampanih UV ink-jet tehnikom digitalne štampe kreću u dosta većem rangu, što govori da su razlike jako vidljive i jasne. Ukupne razlike u boji kod SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540 mašine kreću se u rangu od 1,22 do 3,34 što ukazuje na umerene do vidljive razlike u boji. Razlike u svetlini se kreću u rangu od 0,1 do 1,5. Možemo zaključiti da se ove razlike u svetlini minimalne. Vrednosti razlike u zasićenju su u rangu od 0,1 do 2,3, dok jedan uzorak boje kože pokazuje vrednost 0 kod razlika u svetlini. Takođe, ove razlike su suptilne do osrednjih. Razlike u tonu između ovih tabak kreću se u rangu od 0,4 do 4,2 što pokazuje da su razlike u tonu kod nekih uzoraka boje kože jedva primetne, a kod nekih jasne razlike u tonu. Druga mašina za štampu jeste UV Print and Cut lec-540. Kod ove mašine, ukupne razlike u boji kreću se u rangu od 3,8 do 8,56, što ukazuje na izrazite razlike u boji. Razlike u svetlini kreću se u rangu od 2,7 do 7,3. Iz ovoga možemo zaključiti da su ove razlike u svetlini očigledne i primetne. Vrednosti razlike u zasićenju su u rangu od 1,5 do 13,2. Takođe, ove razlike su veoma upadljive. Razlike u tonu između ovih tabake kreću se u rangu od 0,5 do 2,7, što pokazuje da su razlike u tonu kod neki uzoraka boje kože jedva primetne, a kod nekih značajne razlike u tonu.

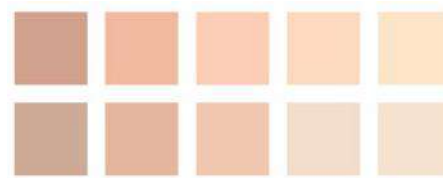
3.3. Uporedna analiza ukupne razlike u boji, svetlini, tonu i zasićenju između dve digitalne mašine

Treća analiza se odnosi na upoređivanje razlika u boji između dve digitalne mašine. U ovoj analizi, poređena je ista rezolucija na Eco-Solvent ink-jet tehnici digitalne štampe i UV ink-jet tehnici digitalne štampe kako bismo utvrdili gde su manje razlike u boji i koja mašina za štampu pri određenoj rezoluciji bolje reprodukuje boje. Prilikom analize tabaka niže rezolucije na obe mašine, korišteni su tamniji tonovi kože sa test karte. Za analizu i upoređivanje tabaka odštampanih pri većoj rezoluciji na obe mašine korišteni i mereni su svetliji tonovi sa test karte.



Slika 3. Tamniji tonovi kože sa test karte

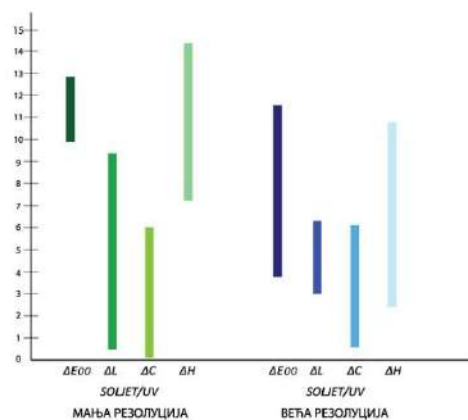
Prema datim rezultatima, možemo videti da se ukupne razlike u boji kod obe mašine pri manjoj rezoluciji kreću u rangu od 9,96 do 12,79, što ukazuje na velika odstupanja i vidne razlike u boji. Razlike u svetlini su u rangu od 0,4 do 9,3.



Slika 4. Svetliji tonovi kože sa test karte

Može se zaključiti da neki uzorci boje kože imaju minimalne razlike u svetlini, dok drugi imaju veoma upadljive. Izmerene vrednosti razlike u zasićenju se kreću u rangu od 0,1 do 6, što takođe ukazuje da su razlike u zasićenju negde skoro neprimetne, a negde su veoma izražene. Vrednosti razlike u tonu su u rangu od 7,2 do 14,3. Ovaj rang ukazuje na veoma značajne razlike u tonu između dve mašine, čak se mogu i vizuelno primetiti ove razlike.

Izračunate vrednosti ukupne razlike u boji između dva tabak iste, veće, rezolucije, ali na različitim mašina za štampu, kreću se u rangu od 3,8 do 11,55. Ove dobijene vrednosti nam govore da je razlika u boji velika i primetna. Razlike u svetlini su u rangu od 3 do 6,3, što je takođe vidljiva razlika. Izmerene vrednosti za razliku u zasićenju kreću se u rangu od 0,6, što je prihvatljiva razlika, do 6,1, što je znatna razlika u zasićenju između ove dve mašine. Razlike u tonu su u rangu od 2,4 do 10,8. Ove vrednosti ukazuju na uočljive razlike u tonu, a velike razlike, kao što je 10,8, mogu se primetiti i vizuelno.



Slika 5. Grafički prikaz rezultata razlike u boji, svetlini, zasićenju i tonu između manje i veće rezolucije na dve digitalne mašine

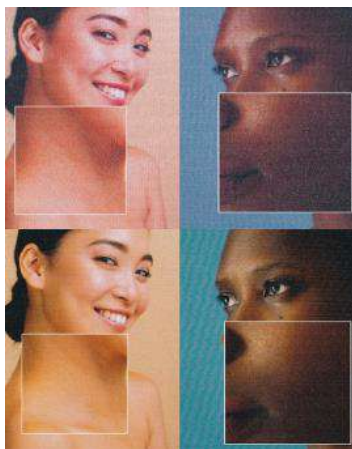
Na slici 5. grafički prikazane razlike između dve rezolucije na datim digitalnim mašinama. Zelenom bojom prikazani su rezultati merenja razlike u boji pri manjoj rezoluciji na datim mašinama, a plavom bojom prikazani su rezultat mereni na tabaku odštampanom pri većoj rezoluciji. Prema ovim rezultatima možemo zaključiti da veća rezolucija može da reprodukuje bolju štampu, jasniju preciznost boje, tona, svetline i zasićenja u odnosu na manju rezoluciju.

3.4. Vizuelna analiza procene reprodukcije otiska u zavisnosti od rezolucije štampe

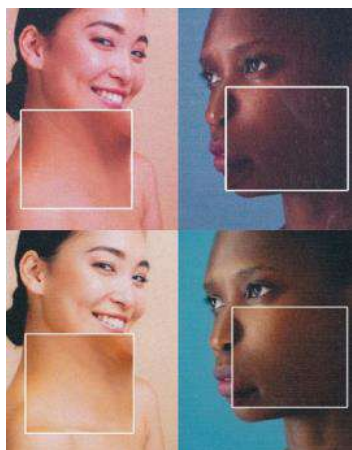
Vizuelna analiza doprinosi proceni kvaliteta reprodukcije boja. Fokusira se na prikaz razlika u prikazu tonova kože između različitih štamparskih mašina i različitih rezolucija pri štampi. Cilj ove analize jeste da uporedimo različite mašine za štampu koje imaju isti profil rada i rezoluciju, kako bismo utvrdili kako se boje reprodukuju

u zavisnosti od istih. Ovaj uporedni pregled omogućava nam da vizuelno uočimo razlike u kvalitetu i tačnosti reprodukcije.

Na datim slikama 6. i 7. prikazani su skenirani delovi tabaka odštampani na obe mašine pri obe rezolucije.



Slika 6. Prikaz svetlih i tamnih tonova odštampanih na SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540 i UV Print and Cut lec-540 mašini pri manjoj rezoluciji



Slika 7. Prikaz svetlih i tamnih tonova odštampanih na SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540 i UV Print and Cut lec-540 mašini pri većoj rezoluciji

Kada posmatramo i uporedimo skenirane slike odštampane pri manjoj rezoluciji na obe mašine, vidljive su značajne razlike u reprodukciji boja. Kod Eco-Solvent ink-jet tehnike primećuje se dominantan crvenkasti ton, što daje mekoću slici, ali tamniji tonovi su zasićeni i detalji su manje vidljivi. Boje su svetlije nego kod UV ink-jet tehnike. Kod UV ink-jet tehnike dominira žuti ton, slike sa svetlijim tonovima kože imaju više detalja, boje su zasićenije, a tamni tonovi su bolje reprodukovani, što omogućava bolju vidljivost sitnih detalja.

Pri upoređivanju skeniranih slika odštampanih pri većoj rezoluciji, Eco-Solvent ink-jet tehnika digitalne štape pokazuje dominantan crvenkasti ton koji daje mekoću i blage linije, ali tamniji tonovi su zasićeni i manje detaljni. Kod UV ink-jet tehnike dominira žuti ton, slike su oštrije sa više sitnih detalja, zasićenijim bojama i većim kontrastom. Tamni tonovi kože su bolje reprodukovani i izgledaju realnije i prirodnije.

4. ZAKLJUČAK

Boje tonova kože su od izuzetne važnosti kada je u pitanju štampa. Tonovi kože su izuzetno osetljivi na promene i zahtevaju precizno podešavanje kako bi se postigla tačna reprodukcija. Često se dešava da prevladavaju crveni, plavi ili drugi tonovi, što dovodi do neprirodnog izgleda slike. Precizna reprodukcija boja tonova kože je zahtevna jer svaka promena u podešavanju može dovesti do odstupanja boje i dati neprirodni izgled. Kroz ovaj rad upoređivali smo štampu na dve različite mašine koristeći različite profile rada, tj. rezolucije. Na osnovu svih analiza, zaključili smo da se i svetli i tamni tonovi bolje reprodukuju na UV Print and Cut lec-540 mašini za štampu. Ova tehnika štampe pruža bolju reprodukciju boja sa realnijim i prirodnijim tonovima kože. Eco-Solvent ink-jet tehnika je pokazala tendenciju da manje tačno reprodukuje crvenkaste tonove koji dominiraju u bojama kože. Svetliji tonovi, iako sadrže crveni ton, prijatniji su za oko u poređenju sa tamnijim tonovima koji su zasićeni i tamni, što rezultira manjom vidljivošću finih detalja. Generalno, boje su svetlije nego kod UV ink-jet tehnike. Kod UV Print and Cut lec-540 mašine dominira žučkasti ton koji pruža realniji izgled kože. Svetlije boje imaju više detalja, a tamni tonovi su bolje reprodukovani nego kod SOLJET Pro 3 Print and Cut xc-540 mašine, pružajući bolji uvid u fine detalje i strukturu kože. Veća rezolucija omogućava jasnije boje, detalje i prirodnije tonove kože. Niža rezolucija traje kraće, ali reprodukcija boja nije toliko dobra kao kod veće rezolucije. UV ink-jet tehnika je bolja opcija za štampu tonova kože, jer obezbeđuje pravilniju reprodukciju sa manjim odstupanjima u boji, tonu, svetlini i zasićenju. Reprodukcija boja tonova kože je kompleksna i zahteva pažljivo podešavanje rezolucije i profila rada. UV ink-jet tehnika digitalne štampe je pokazala superiornost u ovom aspektu, pružajući realnije i prirodnije boje sa više detalja i oštrijom slikom. Eco-Solvent ink-jet tehnika, iako korisna u određenim kontekstima, nije postigla istu preciznost u reprodukciji tonova kože kao UV ink-jet tehnika digitalne štampe.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.oxfordwebstudio.com/da-li-znate/sta-je-digitalna-stampa.html> (pristupljeno u maju 2024.)
- [2] <https://www.thegraphicaltree.com/eco/eco-solvent-printing/> (pristupljeno u maju 2024.)
- [3] <https://www.rolanddg.eu/en-em/technologies/uv-printing-hub> (pristupljeno u maju 2024.)
- [4] <https://inkjetters.com/blogs/news/comprehensive-guide-to-achieving-consistent-and-accurate-colors-in-printing> (pristupljeno u junu 2024.)
- [5] https://www.researchgate.net/publication/310443424_Improvement_of_Haar_Feature_Based_Face_Detection_in_OpenCV_Incorporating_Human_Skin_Color_Characteristic (pristupljeno u junu 2024.)

Kratka biografija:



Diana Kovačević rođena je u Vrbasu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn – Reprodukcija tonova kože odbranila je 2024.god. kontakt: kovacevicdiana24@gmail.com

RAZVOJ PROTOTIPA MOBILNE APLIKACIJE ZA TURISTIČKE AGENCIJE**DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION PROTOTYPE FOR TRAVEL AGENCIES**Vanja Todorović, Saša Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste izrada prototipa mobilne aplikacije turističke agencije na osnovu istraživanja i analize ključnih elemenata koji doprinose pozitivnom korisničkom iskustvu. Sprovedena je anketa u kojoj su ispitanici ocenjivali koji su delovi tri ponuđene veb aplikacije pregledniji i funkcionalniji. Na osnovu principa dizajna za iOS sistem i odgovora iz ankete kreiran je prototip mobilne aplikacije prilagođene preferencijama i potrebama korisnika. Uspesnost prototipa je potvrđena dodatnom anketom za ocenjivanje izgleda, funkcionalnosti i lakoće snalaženja u aplikaciji.

Ključne reči: mobilne aplikacije, turizam, ispitivanje preferencija korisnika, dizajn korisničkog interfejsa i korisničkog iskustva

Abstract – The subject of this paper is the development of a prototype of a travel agency's mobile application based on research and analysis of key elements that contribute to a positive user experience. A survey was conducted in which respondents evaluated which parts of the three offered web applications are more comprehensive and functional. Based on the principles of iOS design and the answers from the survey, a prototype of a mobile application adapted to the preferences and needs of users was created. The success of the prototype was confirmed by an additional survey for evaluation of the appearance, functionality and ease of navigation in the application.

Keywords: mobile applications, tourism, user preference survey, user interface and user experience design

1. UVOD

U savremenom digitalnom dobu, mobilne aplikacije su postale deo svakodnevnog života ljudi širom sveta. Njihova sveprisutnost obuhvata različite aspekte aktivnosti, od komunikacije i zabave, do kupovine, edukacije i upravljanja zdravljem. Sa tehnološkim napretkom, korisničko iskustvo (UX) postalo je ključni faktor koji određuje uspeh ili neuspeh mobilne aplikacije. Prvi utisak u dizajnu mobilnih aplikacija je ključan. Dobro dizajniran interfejs će ih zadržati, dok će ih loše dizajniran odmah odbiti. Mnogi interfejsi aplikacija su previše složeni, a navigacija nije jasna, što dovodi do otežanog snalaženja korisnika. Veoma je teško prikazati mnogo sadržaja na ekranu mobilnog telefona, tako da je korisničko iskustvo od suštinskog značaja [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Saša Petrović, docent.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Apple je stvorio iOS operativni sistem, prvobitno namenjen za iPhone uređaje, a sada se koristi i na iPad-u, iPad Touch-u i Apple TV-u. Iako Apple uređaji nisu bili mnogo zastupljeni u Srbiji, taj trend se u poslednje vreme znatno menja. Da bi iOS aplikacija bila kvalitetna, neophodno je posvetiti posebnu pažnju njenoj izradi i proveriti. Osnovne karakteristike ovih aplikacija uključuju dobre performanse i veliku brzinu.

2.1. Principi dizajna mobilnih aplikacija za iOS sistem

Pri dizajniranju aplikacija za iOS potrebno je ispoštovati 8 osnovnih principa dizajna: jasnoću, funkcionalnost i navigaciju, vizuelnu hijerarhiju, personalizaciju i responzivnost, estetiku i minimalizam, efikasnost, pristupačnost i povratne informacije.

2.2. Mobilne aplikacije za oblast putovanja

Turizam se poslednjih godina u velikoj meri oslanja na mobilne aplikacije zbog toga što se njihovim korišćenjem mogu zaobići turističke agencije, pa se turisti mogu direktno povezati sa ponuđačima, što predstavlja svojevrsnu priliku da se na savremen način promovisu usluge, ali i sve neophodne informacije učine lako dostupnim. Postoje različiti tipovi mobilnih aplikacija u turizmu kao što su aplikacije za planiranje prevoza, rezervacije smeštaja i avio karata, pronalaženja lokacija, specijalizovane aplikacije za muzeje i ustanove kulture [2].

U oblasti turizma, mobilne aplikacije beleže niz inovativnih trendova koji olakšavaju planiranje i realizaciju putovanja. Personalizacija koristi podatke o korisnicima za kreiranje prilagođenih ponuda, dok AI i chatboti pružaju instant podršku i informacije u realnom vremenu. Integrisane usluge pokrivaju sve aspekte putovanja, a AR i VR tehnologije omogućavaju virtualne ture i prikaze pre rezervacije. Mogućnost offline pristupa, geolokacijske usluge, mobilna plaćanja i socijalne funkcije dodatno unapređuju korisničko iskustvo, dok se eko-turizam i sigurnost podataka takođe nalaze u fokusu [3].

2.3. Analiza postojećih mobilnih aplikacija za putovanja

Analiza mobilnih aplikacija za putovanja obuhvata detaljno proučavanje tehničkih karakteristika aplikacija, kao i korisničkog iskustva koje one pružaju. Kroz analizu su predstavljene popularne aplikacije: Booking, Skyscanner i Airbnb. Za spomenute aplikacije je urađena analiza korisničkog interfejsa, dizajna, pretrage i filtriranja, rezervacije, personalizacije i dodatnih funkcionalnosti.

sekcija i time je ispoštovan princip vizuelne hijerarhije. Princip estetike i minimalizma je primenjen uklañanjem nepotrebnih elemenata, kao što su vesti, putopisi, višak ikonica i previše tekstualnih detalja o samoj agenciji. Aplikacija izgleda čisto i fokus je stavljen na bitne funkcije i sadržaj. Efikasnost se ogleda u optimizovanju broja koraka potrebnih za postizanje željenog cilja tako da je korisnicima omogućeno brzo korišćenje aplikacije. Korišćeni su lako čitljivi fontovi i adekvatan kontrast između teksta i pozadine kako bi se poboljšala čitljivost za korisnike sa vizuelnim oštećenjima i time se ispoštovao princip pristupačnosti. Pricip povratnih informacija je primenjen korišćenjem animacija i kartica koje korisnicima pružaju vizuelnu povratnu informaciju na njihove akcije. Sve ove karakteristike i principi dizajna zajedno čine aplikaciju intuitivnom, funkcionalnom, estetski prijatnom i pristupačnom za korisnike.

Na vrhu početne stranice (Slika 1) nalazi se forma sa poljima za unos koja se sastoji od polja za pretragu destinacije, izbor datuma putovanja i broja putnika, kao i dugme za pretragu.

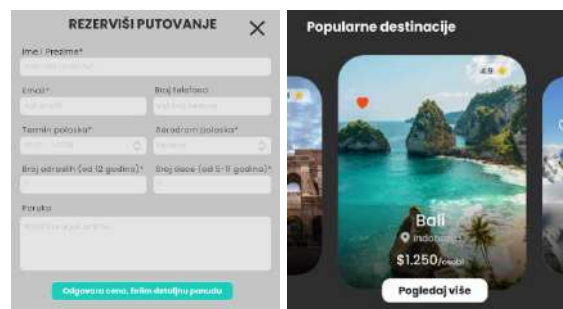
U sekciji ispod forme prikazane su ikonice zimovanja, letovanja, gradova i dalekih destinacija (Slika 1) i time je omogućeno brzo i lako kretanje kroz aplikaciju.

Klikom na bilo koju od ikonica otvara se novi overlay prozor, gde se nalaze 4 kartice sa destinacijama i informacijama kao što su trajanje ture, cene destinacija, dugme „Pogledaj“ i „Upit“ kao što je prikazano na levoj strani slike 2. Ispod kartica je postavljen tekstualni deo u kom je detaljno opisano šta sve paket sadrži. Klikom na dugme „Pogledaj“ automatski se otvara novi prozor na kom se nalazi slika destinacije, koja je postavljena na vrh stranice da bi se privukla pažnja korisnika. Galerija slika se otvara kada se klikne na „Vidi sve“. Ispod galerije su postavljene recenzije putnika. Postoje i ovalna klikabilna polja (ponuda, plaćanje, smeštaj i izleti), koja skroluju stranicu do željenih informacija kada se na njih klikne. Na desnoj strani slike 2. prikazan je izgled prethodno objašnjenih opcija.



Slika 2. Prikaz kartica sa destinacijama i jedne destinacije sa različitim informacijama

Na dnu ekrana nalazi se dugme „Rezerviši odmah“ i kada se klikne otvara se novi prozor na kom je forma za popunjavanje rezervacije putovanja. Forma je prikazana na levoj strani slike 3. i ima mogućnost automatskog popunjavanja ličnih podataka. Kada se popune svi podaci, klikne se na dugme „Odgovara cena, želim detaljnu ponudu“ i iskoči potvrda da je poruka uspešno poslata. Klikom na dugme „X“ vraća se na početnu stranu.

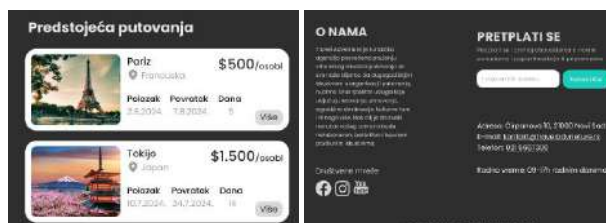


Slika 3. Prikaz forme za rezervaciju putovanja i sekcije sa popularnim destinacijama

Kada se korisnici vrate na kartice sa putovanjima i kliknu na dugme „Upit“ otvara se novi prozor na kom se nalazi forma za popunjavanje upita, kada se popune podaci i klikne na „Pošalji upit“ pojavi se potvrda da je upit uspešno poslat.

U sekciji popularne destinacije nalaze se kartice sa slikom destinacije, cenom po osobi i interaktivnim dugmetom „Pogledaj više“, kao što je prikazano na desnoj strani slike 3. Klikom na dugme, automatski se otvara novi prozor na kom se nalaze različite informacije o destinaciji.

Sekcija predstojeća putovanja (Slika 4) nudi listu kartica planiranih putovanja sa informacijama o destinaciji, ceni, datumu polaska i povratka i broju dana, omogućavajući korisnicima brz i lak pregled dostupnih putovanja u tom periodu kao i njihovih detalja. Hijerarhija informacija organizovana je tako da se najvažniji podaci ističu na prvi pogled (destinacija, cena, datum polaska), a dodatni detalji se mogu dobiti klikom na dugme „Više“ koje otvara novi prozor sa dodatnim funkcionalnostima koje su implementirane na isti način kao na primeru u sekciji kategorije kada se klikne na dugme „Pogledaj“.



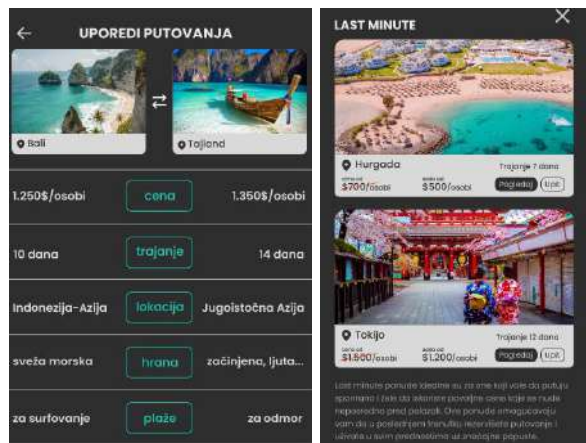
Slika 4. Prikaz kartica predstojećih putovanja i sekcije o nama

Sekcija o nama (Slika 4) sadrži opis agencije, adresu, email, telefon i radno vreme agencije. U okviru nje se nalazi i polje za unos email adrese za pretplatu na obaveštenja i ponude, kao i dugme „Subscribe“. Pored toga, dodate su i ikonice za linkove društvenih mreža.

Na dnu ekrana se uvek nalazi donji navigacioni meni (Slika 1) sa opcijama uporedi, popusti, početna strana, kalendar i kontakt, kako bi se korisnicima omogućio brz pristup najvažnijim funkcijama aplikacije. Meni je fiksiran kako bi ostao dostupan bez obzira na skrolovanje početnog ekrana, a redosled opcija je određen prema njihovoj učestalosti korišćenja i važnosti za korisnike.

Kada se klikne na ikonicu „Uporedi“ u donjem navigacionom meniju, otvara se novi prozor u kom mogu da se uporede dva različita putovanja. Kartice se nalaze jedna pored druge i unutar kartica se nalazi krug sa

klikabilnim „+“ dugmetom. Ovakvo rešenje je implementirano kako bi se maksimalno iskoristio raspoloživ prostor po širini ekrana, omogućavajući korisnicima da lako i pregledno uporede dve destinacije istovremeno. Ispod kartica nalaze se različiti parametri koji pružaju informacije za upoređivanje. Klikom na dugme „+“ otvara se novi prozor za odabir destinacije, a nakon izbora, u kartici se pojavljuje slika i popunjeni parametri, što čini proces upoređivanja jednostavnim i efikasnim. Krajnji rezultat je prikazan na levoj strani slike 5.



Slika 5. Prikaz prozora za upoređivanje destinacija i prozora sa First/Last Minute ponudama

Na desnoj strani slike 5. prikazana je opcija „Popusti“ sa First/Last Minute ponudama putovanja. Kartice sadrže fotografije destinacija, cene sa i bez popusta, trajanje putovanja, dugmad „Pogledaj“ i „Upit“. Dodavanjem ove opcije, korisnicima je omogućeno da lako pristupe ponudama, dok oni koji ne obraćaju pažnju na ovakve ponude neće biti opterećeni njihovim prisustvom u aplikaciji.

Kada se u donjem navigacionom meniju klikne na ikonicu „Početna strana“, korisnik se preusmerava na vrh početne stranice aplikacije. Klikom na opciju „Kalendar“ otvara se overlay prozor sa prikazom kalendara putovanja, tj. dostupnih putovanja za aktuelni mesec. Klikom na ikonicu „Kontakt“ pojavljuje se forma za kontaktiranje agencije.

3.4. Ocenjivanje zadovoljstva korisnika u korišćenju prototipa mobilne aplikacije

Cilj ankete za ocenjivanje zadovoljstva korisnika u korišćenju prototipa mobilne aplikacije je da se oceni izgled, funkcionalnost i lakoća snalaženja u aplikaciji za putovanja koja je izrađena na osnovu preferencija korisnika. Povratne informacije će pomoći da se potvrdi da li aplikacija zadovoljava očekivanja korisnika i otkrije koje bi elemente eventualno bilo potrebno dodatno obraditi. Anketa je dizajnirana da bi se proverilo opšte zadovoljstvo korisnika u obavljanju primarnih i sekundarnih zadataka u aplikaciji kao i ocenjivanje izgleda aplikacije. Kao i u anketi za ispitivanje preferencija korisnika, u istraživanju je učestvovalo 30 ispitanika izabranih iz uzorka od 100 ljudi.

Kroz analizu i diskusiju rezultata ankete može se zaključiti da većina ispitanika smatra da im se izgled aplikacije veoma dopada, da su boje i dizajn prijatni, a tekst veoma čitljiv. Ispitanici su veoma zadovoljni

funkcionalnošću aplikacije i lakoćom snalaženja, što pokazuje da su dizajn interfejsa i navigacija intuitivni i prilagođeni korisnicima.

4. ZAKLJUČAK

Uz pravilnu primenu najboljih praksi u dizajnu, mobilne aplikacije mogu značajno olakšati proces planiranja i organizovanja putovanja, pružajući korisnicima jednostavno, brzo i prijatno iskustvo.

Sprovođenje anketa sa korisnicima u različitim fazama razvoja mobilne aplikacije obezbeđuje to da konačan proizvod bude usklađen sa očekivanjima i potrebama korisnika, što je ključno za njegovu uspešnost.

Transformacija veb sajtova u mobilnu aplikaciju može biti izazovna iz više razloga: prilagođavanja interfejsa za manje ekrane, prelazak sa kompjuterske na mobilnu navigaciju, obezbeđivanja zaštite i sigurnosti podataka.

Postoje i funkcionalnosti telefona koje olakšavaju dizajn aplikacije: GPS, ekran osetljiv na dodir, obaveštenja koja omogućavaju komunikaciju sa korisnicima, integracija sa drugim aplikacijama i uslugama na telefonu, kao što su kalendar, email ili društvene mreže. Balansiranje ovih aspekata je ključno za kreiranje uspešne mobilne aplikacije. Razvoj mobilnih aplikacija je oblast koja se stalno menja i napreduje. Buduća istraživanja bi mogla obuhvatiti uporednu analizu razvoja aplikacija za iOS i Android platforme, istraživanje adaptacije aplikacija za sklopive telefone i uključivanje naprednih tehnologija kao što su veštačka inteligencija i proširena realnost.

Zaključno, ovaj rad je pokazao da je kreiranje mobilne aplikacije za turističke agencije moguće i najefikasnije uz primenu ustanovljenih principa dizajna i pažljivo razmatranje korisničkih potreba. Ova aplikacija predstavlja značajan korak ka modernizaciji i unapređenju usluga turističkih agencija, pružajući korisnicima bolje, sigurnije i zadovoljavajuće iskustvo u planiranju putovanja.

5. LITERATURA

- [1] Z. Jia, D. Li, F. He, "Analysis and Reviews on Tourism and Travel Mobile Apps of China", In: Proc. 7th International Conference on Electronics, Mechanics, Culture and Medicine EMCM 2016, 2016, pp. 62-66. doi: 10.2991/emcm-15.2016.13
- [2] I. Mišković, V. Holodkov, I. Radin, "Upotreba mobilnih aplikacija u promovisanju turističke ponude zaštićenih delova prirode", *TIMS. Acta*, Vol. 9, 2015, pp. 75-86. doi: 10.5937/timsact9-7219
- [3] L. Wroblewski, "Mobile First", New York, A Book Apart, 2011.

Kratka biografija:



Vanja Todorović rođena je u Novom Sadu 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2024.god.
Kontakt: vanja.todorovic25@gmail.com



Dr Saša Petrović rođen je u Gornjem Milanovcu 1993. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn 2020. god., a od 2023. je u zvanju docenta na Fakultetu tehničkih nauka.
Kontakt: petrovic.sasa@uns.ac.rs



ПОРЕЂЕЊЕ ПОСТОЈАНОСТИ ТЕКСТИЛНИХ ОТИСАКА ОДШТАМПЕНИХ
ПОМОЋУ ГРАФИЧКИХ СИСТЕМА *BROTHER GTX PRO BULK* И *TEXTEK DTF A60*
COMPARASION OF THE DURABILITY OF TEXTILE PRINTS PRINTED WITH
BROTHER GRX PRO BULK AND *TEXTEK DTF A60* GRAPHIC SYSTEMS

Софија Граховац, Немања Кашиковић, Растко Милошевић,
Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И
ДИЗАЈН

Кратак садржај – У раду је описана дигитална штампа на текстилу, као и штампарски системи *Brother GTX Pro Bulk* и *TexTek DTF A60*. Експериментални део рада подразумева праћење утицаја трљања и топлотног дејства на текстилне узорке, кроз мерење и упоређивање спектралне рефлексије и *CIE Lab* вредности.

Кључне речи: *Дигитална штампа, спектрална рефлексија, CIE Lab, Brother GTX Pro Bulk, TexTek DTF A60*

Abstract – *This research describes digital printing on textiles, as well as the Brother GTX Pro Bulk and TexTek DTF A60 printing systems. The experimental part of the work involves monitoring the effects of rubbing and heat on textile samples by measuring and comparing spectral reflectance and CIE Lab values.*

Keywords: *Digital printing, spectral reflection, CIE Lab, Brother GTX Pro Bulk, TexTek DTF A60*

1. УВОД

Дигитална штампа представља најмлађу технику штампе, а њен циљ је убрзавање и поједностављење процеса штампања. Основне карактеристике дигиталне штампе су прецизан и квалитетан отисак, постојаност боје и могућност штампе на разним материјалима, као што су фолије, папир, текстил. Када се говори о дигиталној штампи на текстилу, постоје две варијације, односно директна (*DTG – Direct to Garment*) и индиректна (*DTF – Direct to Film*) штампа [1].

2. ДИГИТАЛНА ШТАМПА НА ТЕКСТИЛУ

Индиректна штампа (*DTF – Direct to Film*) подразумева штампу на филму са посебним премазом, преко ког се наноси танак слој специјалног слоја адхезивног праха.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Немања Кашиковић, редовни професор

Након сушења одштампане апликације, филм се поставља на материјал, који се под притиском и топлотом аплицира. Уз правилно одржавање, штампа је изузетно постојана и стабилна [2].

2.1. Карактеристике индиректне дигиталне штампе

Овај вид штампе је погодан, како за мале и средње, тако и за велике тираже, првенствено због ниже цене [2]. Основне предности индиректне дигиталне штампе је што не захтева никакву претходну припрему материјала, попут прајмерисања, може се користити на великој већини материјала и процес је знатно бржи у односу на друге технике штампе. Уз правилно одржавање, штампа је изузетно постојана и стабилна [3].

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

Експериментални део рада подразумева праћење утицаја трљања и топлотног дејства на тест поља одштампаних узорака. За добијање што прецизнијих резултата, мерења су вршена четири пута. Прво мерење је подразумевало добијање почетних вредности, односно стање узорака након штампе. Свако следеће мерење је вршено након излагања одштампаних узорака једном од утицаја. Сваки узорак је и скениран, како би се урадила и визуелна процена добијених резултата.

3.1. Графички системи коришћени у експерименту

Brother GTX Pro Bulk је штампарски систем који се, иницијално, користи за директну *Ink Jet* дигиталну штампу, али поседује могућност појединачног штампања на филму. Овај систем поседује две пиэзо главе за штампу; једна за белу боју, док друга служи за цијан, магенту, жуту и црну. Након индиректне штампе на филму, адхезивни прах се наноси и отреса ручно, а препоручно време сушења отисак је минут и тридесет секунди, на температури од 160°C [4]. На слици 1 приказан је овај штампарски систем. *Textek DTF A60* је интегрисани систем за штампу на филму комбинован од *Ink Jet* штампача, јединице за наносење адхезивног праха, тунел сушаре и јединице за намотавање. Код овог система, штампа се врши из ролне. Поседује две главе за штампу, произвођача *Epson*; једна се користи за белу, док друга штампа цијан, магенту, жуту и црну. Сушење отисака у врши

се у тунел сушари, која ради на 95-100°C [5]. Сликаом 2 приказан је овај штампарски систем.



Слика 1. Штампарски систем Brother GTX Pro Bulk



Слика 2. Штампарски систем Textek DTF A60

3.3. Врсте текстилних узорака

За потребе истраживања, као подлога за штампу коришћени су један природни и један вештачки материјал. За природни материјал одабран је 100% памук, од којег се израђују мајице, док је за вештачки коришћена полипропиленска подлога од које се произведе кесе.

На одабране подлоге одштампани су узорци помоћу два споменута штампарска система. За сваки експеримент издвојен је посебан сет тест поља, која се састоје од боја цијан, магента, жута и црна, са различитим наносом боје (75% и 100%). Један сет узорака је излаган трљању, а други топлотном дејству.

3.4. Експеримент трљања

Експеримент трљања је подразумевао излагање узорака утицају главе за трљање уређаја *Testex TF411*. Циклус трљања је обухватао 500 понављања, за сваку од боја (и са 75% и са 100% наноса боје).

3.5. Експеримент топлотног дејства

Експеримент топлотног дејства је подразумевао излагање одштампаних узорака топлоти термо пресе *Drucktech PHP Maxima*. Узорци урађени на памуку су излагани температурама од 100 °C, 150 °C и 200 °C, у трајању од 45 секунди. Са друге стране, узорци одштампани на полипропиленском материјалу су излагани температурама од 90 °C, 100 °C и 110 °C, како не би дошло до деформације подлоге.

3.6. Мерни уређај

Коришћен је мерни уређај за спектрофотометријска и дензитометријска мерења, *Techkon SpectroDens*.

4. МЕРЕНЕ ВРЕДНОСТИ

Након завршених циклуса излагања одштампаних узорака дејствима трљања и топлоте, мерење су спектрална рефлексија и *CIE Lab* вредности.

Кад је реч о спектралној рефлексији, боје апсорбују светлост одређене таласне дужине и на основу тих података (таласних дужина), добија се спектрална крива. Вредностима од 0 до 1 се изражава рефлектовано светло са површине. Рефлексија се, у главном, мери у опсегу од 360 до 760 nm таласне дужине [6].

Lab скраћеница се односи на три вредности које се користе у овом систему за описивање боје. Осветљење (*L - luminance*) представља ниво светлине, док се вредности *a* и *b* односе на хорматичност боје, тј. обојеност из следећих односа: зелено у односу на црвено (*a*) и плаво у односу на жуто (*b*). Интервал светлине је од 0 до 100, односно, од црне до беле боје. Овај систем је развијен од стране међународне организације за стандардизацију *CIE (Commision Internationale delEclairage)* [7].

5. РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

Резултати мерења подељени су у две категорије:

1. Резултати добијени експериментом трљања
2. Резултати добијени експериментом топлотног дејства.

5.1. Резултати добијени експетиментом трљања

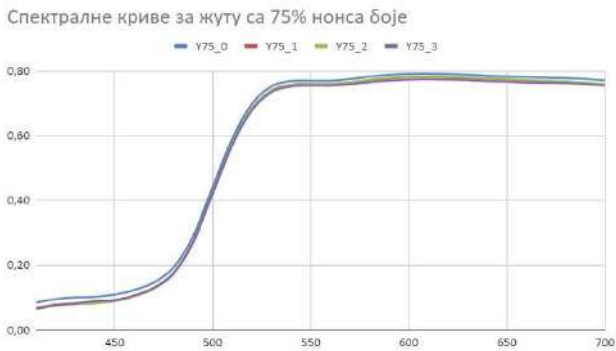
Репрезентативни узорци, спектралне рефлексије, за експеримент трљања су памучни узорак са 100% наноса црне боје и жути полипропиленски узорак са 75% наноса, штампаних помоћу графичког система *Brother GTX Pro Bulk*.

На слици 3 може се приметити јасан пад вредности спектралне рефлексије, након завршеног сваког циклуса трљања. Криве задржавају облик скоро читавим спектром, али вредности значајно опадају.



Слика 3. Спектралне криве за узорак црне боје

На слици 4 може се приметити да је након завршена сва три циклуса трљања, вредност спектралне рефлексије остала готово непромењена. Криве се поклапају готово читавим спектром, а одступања у вредностима су минимална.

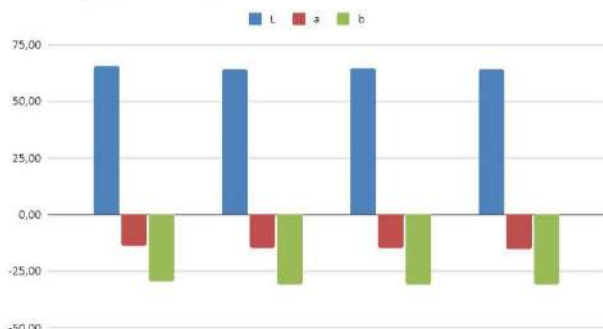


Слика 4. Спектралне криве за узорак жуте боје

Када је реч о *CIE Lab* вредностима, за експеримент трљања, као репрезентативни узорци изабрани су цијан полипропиленски узорак са 75% наноса боје и памучни магента узорак са 100% наноса боје, одштампани помоћу графичког система *TexTek DTF A60*.

Вредности за полипропиленски узорак цијана са 75% наноса боје приказане су на слици 5. Када је реч о светлини није дошло до већих промена. Компонента *a* показује благе промене. Њене негативне вредности указују на зеленији тон боје. Код компоненте *b*, такође долази до одређених промена, али минималних. Ова компонента има негативан предзнак, што нас наводи на плавлји тон боје.

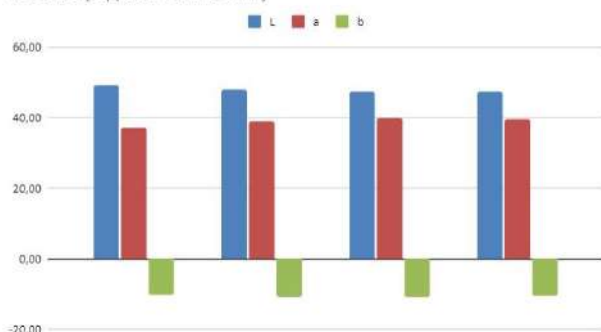
CIE Lab вредности за цијан



Слика 5. *CIE Lab* вредности за цијан

На слици 6 налази се графикон вредности за памучни узорак магенте са 100% наноса боје. Код светлине је дошло до минималних промена вредности. Када је реч о компоненти *a*, види се да је дошло до пораста позитивних вредности, које упућују на више црвен, него зелен тон. Код компоненте *b* не постоје претерано значајне промене. Све вредности се налазе испод нуле, што указује на више плав, него жут тон.

CIE Lab вредности за магенту



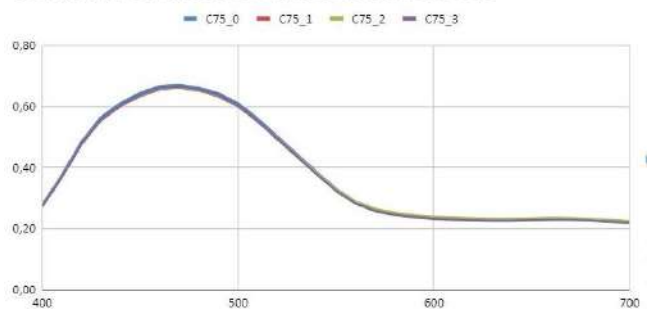
Слика 6. *CIE Lab* вредности за магенту

5.1. Резултати добијени експетиментом топлотног дејства

За репрезентативне узорке вредности спектралне рефлексије, за експеримент топлотног дејства, одабрани су памучни узорак цијана са 75% наноса боје, као и црни полипропиленски узорак са 100%. Оба узорка штампана су помоћу графичког система *TexTek DTF A60*.

Графикон са приказаним вредностима спектралне рефлексије за узорак цијана са 75% наноса боје, на памучном материјалу, налази се на слици 7. Јасно се може видети да топлота није имала готово никакав утицај на површину узорка. Криве се поклапају дуж читавог спектра, а промене вредности су минималне.

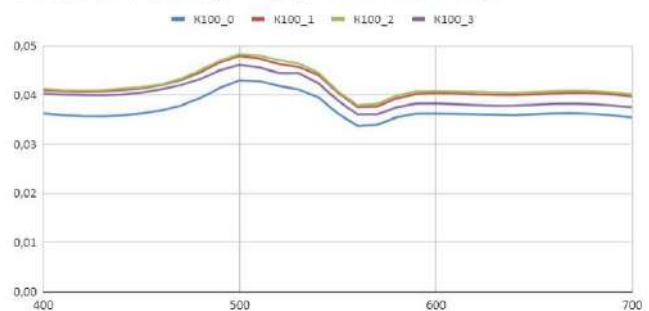
Сепктрална рефлексија за цијан са 75% наноса боје



Слика 7. Спектралне криве за узорак цијан боје

На слици 8 приказан је график са вредностима полипропиленског црног узорка, са 100% наноса боје. Код овог узорка може се приметити јасан пад вредности спектралне рефлексије, након завршеног сваког циклуса излагања топлотном дејству.

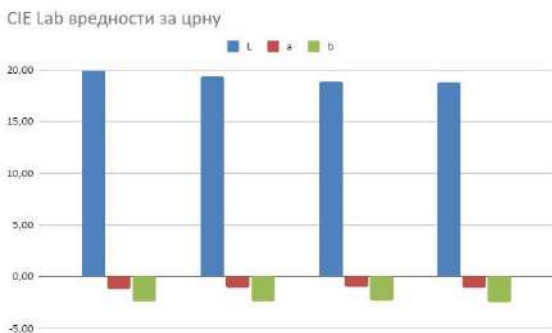
Сепктрална рефлексија за црну са 100% наноса боје



Слика 8. Спектралне криве за узорак црне боје

Као репрезентативни узорци за *CIE Lab* вредности експеримента топлотног дејства узети су црни памучни узорак са 75% и полипропиленски жути узорак са 100% наноса боје. Оба узорка штампана су помоћу графичког система *Brother GTX Pro Bulk*.

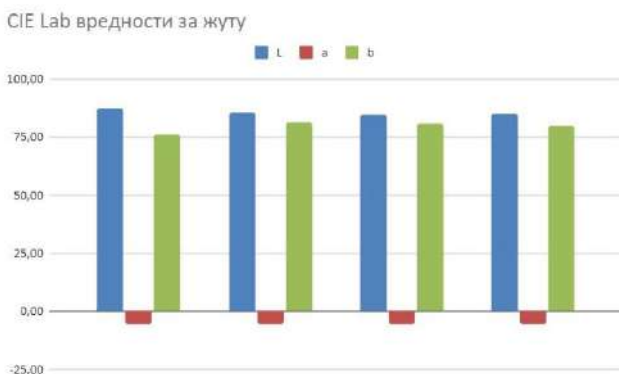
Сликом 9 представљен је графикон за узорак црне са 75% наноса боје одштампане на памуку. Може се приметити пад вредности светлине након завршеног сваког циклуса излагању топлоти. Код компоненте *a* нема значајних промена, а њена негативна вредност указује не нешто зеленији тон боје. Компонента *b*, такође, не показује велике промене, а њен негативан предзнак указује на нешто жући тон.



Слика 9. CIE Lab вредности за црну

Полипропиленски узорак жуте са 100% наноса боје приказан је на слици 10. Овај узорак показао је пад светлине након сваког циклуса излагања топлоти. Компонента *a* има негативан предзнак, што указује назелени тон боје и није показала значајне промене.

Компонентне *b* има позитивне вредности што се односи на жут тон, а дошло је до благог пада вредности приликом излагања узорка топлотном дејству.



Слика 10. CIE Lab вредности за жуту

6. ЗАКЉУЧАК

Узорци добијени индиректним штампом на памучном и полипропиленском материјалу, на системима *Brother GTX Pro Bulk* и *Textek DTF A60* показали су се као веома издржљиви и отпорни. Количина наноса је знатно утицала на постојаност боје.

Експеримент који је имао највећи утицај на површину узорака, односно, њихов нанос боје је експеримент трљања. Узорци црне боје показали су најмању отпорност на трљање. Цијан и магента су показивали одређене промене, али не у толикој мери. Глава за трљање је најмањи утицај имала на узорцима жуте боје.

Експеримент топлотног дејства није имао значајан утицај на одштапане узорке. Највеће промене виђене су код узорака црне боје, односно да је дошло до повећања њихове светлине.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://brendly.rs/stampa-za-tekstil/> [Приступљено: 04.07.2024]
- [2] <https://www.printful.com/blog/what-is-direct-to-film-printing> [Приступљено: 04.07.2024]
- [3] <https://coldesi.com/DTF-printing/direct-to-film-printers-explained-the-printer-dtf-process/> [Приступљено: 04.07.2024]
- [4] Новаковић Д, Павловић Ж, Кашиковић Н. (2015): Технике штампе – Практикум за вежбе
- [5] <https://axyra.com/latest/everything-you-need-to-know-about-inkjet-printing/> [Приступљено: 04.07.2024]
- [6] https://academicjournals.org/article/article1380633228_Ikiz%20and%20Keskin.pdf [Приступљено: 07.07.2024]
- [7] Новаковић Д, Павловић Ж. (2015): Репродукциона техника – Приручник за вежбе

Контакт:

Софија Граховац, sofjagrahovac9@gmail.com
др Немања Кашиковић, ред. проф.,
knemanja@uns.ac.rs



IDEJNO REŠENJE ZA PROJEKAT BOTANIČKE BAŠTE NA PALIĆU
CONCEPTUAL DESIGN FOR THE PROJECT OF THE BOTANICAL GARDEN IN
PALIĆ

Vuk Jurišin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ARHITEKTURA, ARHITEKTONSKO
PROJEKTOVANJE**

Kratak sadržaj – *Ovaj projekat predstavlja rešenje moderne botaničke bašte, sa integrisanim sekundarnim sadržajem, koja se temelji na ideji velikog napretka i uticaju ekoloških promena na arhitekturu.*

Ključne reči: *Botanička bašta, Palić, ekologija,*

Abstract – *This project represents solution of a modern botanical garden, with integrated secondary function, based on the idea of great progression and the impact of environmental changes on architecture.*

Keywords: *Botanical Garden, Palic, ecology*

1. UVOD

Projekat botaničke bašte na Paliću predstavlja sveobuhvatan odgovor na složene izazove savremenog doba. Dok su mnoge prognoze, istraživanja i publikacije uspele da predvide razvoj nauke, tehnologije i tehnike kakav danas imamo, ekološki faktor uvek je zaostajao za globalnim napretkom. Osvestiti ljude o ekološkim pitanjima predstavlja izazov. Temelj ovog projekta leži u ideji da se u budućnosti smanji potreba za klasičnim automobilskim prevozom. U tom scenariju, ostaje nam ogromna slobodna površina koja je nekada bila zauzeta parkingom, pružajući beskonačne mogućnosti arhitektima. Inspirisan ovom tematikom, projekat botaničke bašte nastao je kao moderan, progresivan i inovativan poduhvat.

2.1 Veliki napredak 2025-2050 – ranija predviđanja

Članak autora Švarca i Lejdena, objavljen u magazinu „Wired“ tokom devedesetih godina, istraživao je koncept velikog tehnološkog napretka. Oni su tvrdili da se budućnost može razumeti samo ako smo spremni da se otisnemo korak napred [1]. U saradnji sa tada manje poznatim stručnjacima iz oblasti digitalne tehnologije, izneli su niz predviđanja koja su se pokazala izuzetno tačnim. Jedno od najznačajnijih predviđanja bilo je ono koje se odnosilo na ulogu interneta u životu čoveka. Uspešno su predvideli ekspanziju broja korisnika interneta i druge faktore koji su značajno uticali na današnji svet.

NAPOMENA: *Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Ecet, Docent*

2.2. Veliki napredak 2025-2050 – novija predviđanja

S obzirom na tačnost i preciznost originalnih predviđanja o velikom napretku, bilo bi korisno ponoviti takvo istraživanje. Inspirisanom izrekom da je "istorija učiteljica života", možemo na osnovu prethodnih iskustava izvući nove zaključke i predviđanja. Ponovno istraživanje bi nam omogućilo da sagledamo kako su se prethodna predviđanja ostvarila u praksi, ali i da na osnovu tih podataka formulišemo nove pretpostavke o budućnosti.

3. Projektni zadatak

Osobito je projektni zadatak usredsređen na predviđanja budućnosti. Naša vizija obuhvata predstavu u kojoj će automobili kao tradicionalno prevozno sredstvo biti prevaziđeni i arhaični. S tim u vezi, postoji ogroman broj neiskorišćenih parking prostora koji bi mogli biti preoblikovani kako bismo istovremeno smanjili globalno prisustvo velikih zagađivača i stvorili ekološki orijentisane zone, poput botaničkih bašti.

4.1. Botanička bašta

Botanička bašta predstavlja zaštićenu zelenu površinu koja je uređena i dizajnirana od strane stručnih lica i predstavlja mesto gde se čuvaju dokumentovano i stručno uređene kolekcije živih i sačuvanih biljaka.

4.2. Hibridni objekti (arhitektura sa višenamenskom upotrebom)

Arhitektura sa višenamenskom upotrebom je pristup dizajnu koji kombinuje različite funkcije, poput stambenih, komercijalnih i rekreativnih, unutar jednog razvoja.

5. Studija slučaja

Primeri koji su izabrani za studiju slučaja najbolje opisuju projekat pošto su i sami poslužili kao inspiracija za isti.

5.1. London Eye

„London Eye“, poznat i kao „Millennium Wheel“, je panoramski točak na južnoj obali Temze u Londonu, otvoren za javnost 9. marta 2000. godine. Iako je prvobitno bio privremena struktura, zbog ogromnog uspeha postao je trajna ikona grada. Izgradnja je predstavljala izazove zbog blizine reke Temze, ali je postao vrhunska turistička atrakcija, privlačeći milione posetilaca godišnje [2]. Njegova izraženost na londonskom horizontu i arhitektonska impresivnost čine ga nezaboravnim simbolom grada.

5.2. Singapore Cloud Forest

Tropska šuma oblaka, deo „Singapore Cloud Forest“ u vrtovima „Gardens by the Bay“ u Singapuru, rekreira hladno-vlažne uslove tropskih planinskih regiona. Ova impresivna atrakcija, integrisana u najveći vrtarski projekt u Singapuru, predstavlja ključnu tačku strategije vlade za transformaciju grada u "Grad u vrtu" [3]. Konstrukcija u obliku školjke, visoka 35 metara, obavija unutrašnju planinu prekrivenu tropskim biljkama. Viseća pešačka staza omogućava posetiocima da istraže ovaj čudesni kompleks, dok magla stvorena zbog specifičnosti biljaka daje osećaj kao da se nalazite u pravoj tropskoj šumi oblaka.

5.3. Superkilen

Kopenhagen se ističe kao grad s najbolje uređenim javnim prostorima, a širenje pešačkih zona počelo je još 1962. godine. Projekt „Superkilen“ je primer uređenja javnih prostora koji podržava multikulturalnost i različitost, koristeći boje i simbole etničkih zajednica [4]. Ova dinamična sredina integriše vegetaciju i novu biciklističku infrastrukturu, stvarajući bolje povezan i živopisan gradski pejzaž.

5.4. New York Botanical Gardens (NYBG)

Botanička bašta u Njujorku („NYBG“), smeštena u Bronksu, jedna je od najvećih i najkompletnijih botaničkih bašti na svetu, protežući se na više od 250 ari. Sa preko milion biljaka, uključujući staklenik „Enid A. Haupt Conservatory“ sa različitim staništima i bogatu botaničku biblioteku, „NYBG“ predstavlja ključno mesto za proučavanje i očuvanje biljnog sveta [5]. Osnovana 1891. godine, ova bašta se posvećuje unapređivanju znanja o biljkama, očuvanju biodiverziteta i inspirisanju ljubavi prema prirodi.

5.5. Amazon Sphere

„Amazon Spheres“ su tri staklene kupole na kampusu glavnog sedišta kompanije „Amazon“ u Sijetlu, dizajnirane kao radno okruženje sa hiljadama biljaka iz celog sveta [6]. Svaka kupola podržava različite klime i biljni život, pružajući zaposlenima inspirativno iskustvo povezanosti sa prirodom.

6.1. Lokacija i kontekst

Analizirano područje u Subotici, na Paliću, između Kanjiškog puta i šetališta pored Palićkog jezera (ulica „Vermeš Lajoša“), trenutno je zauzeto parkingom koji retko prelazi polovinu popunjenosti, osim tokom određenih događaja ili sunčanih dana. Nalazi se u blizini drugih parkinga, što opravdava prenamenu. Predloženo rešenje uključuje podzemnu garažu kako bi se očuvala uloga parkinga. Lokacija se koristi samo za vašar za Prvi maj, ali postoje alternative za tu svrhu. Budući da je neasfaltirana, parcela je pogodna za izgradnju novog objekta bez potrebe za rušenjem.

6.2. Koncept rešenja

Koncept projekta se zasniva na hibridnoj integraciji botaničke bašte sa pijacom i dodatnim sadržajem. Objekat je podeljen na više tematskih celina koje se prepoznaju po različitim vrstama biljaka, ali i po fizičkim podelama. Postavlja se pitanje da li je na Paliću potrebna botanička

bašta, ili je ona suvišna dok su neki drugi sadržaji bitniji? Kako je Palić jedna od najatraktivnijih turističkih lokacija Subotice, a u Vojvodini ne postoji sličan objekat zaključujemo da je projekat botaničke bašte koristan i pozitivan potez u poboljšanju turističkog prometa.



Slika 1. Trodimenzionalni prikaz kompleksa

6.3. Programska struktura

U programskom smislu, najbitniji su multifunkcionalni prostori namenjeni socijalizaciji, kulturi i rekreaciji, a sekundarno trgovini i ugostiteljstvu. Ovi prostori imaju potencijal da budu okvir za različite događaje i aktivnosti. Glavni trg namenjen je primarno za pijacu ali u upravnoj zgradi pored trga se nalazi skladište u koje mogu da se prenesu tezge pa taj prostor može da se iskoristi u neke druge svrhe, na primer: predstave na otvorenom, izložbe, radionice, i dr. On predstavlja centar socijalnog i kulturnog života u botaničkoj bašti. U sklopu bašte nalaze se 3 atrijuma koji ujedno predstavljaju prostor za socijalizaciji ali pre svega za rekreaciju. Atrijum 1 karakteriše otvoren zeleni prostor sa velikim hrastom u sredini koji stvara prirodni hlad za ceo prostor pa je idealan za rekreaciju ali i relaksaciju. Atrijum 2 je namenjen za stari avion koji je karakterističan za ove prostore u današnje vreme a u budućnosti se neće vidati zbog zelene inicijative i smanjenja aero zagađenja, on je eksponat koji može da se posmatra izbliza, pa čak i da se uđe u njega. Atrijum 3 nije prostran kao ostala dva, dominantne su masline na izdignutom vrtu oko koga je napravljena klupa i jezerce u središnjem prostoru. Upravna zgrada je na samoj ivici objekta pored trga sa pijacom i ona je u sekundarnom planu ali je itekako izražena. Tu su smeštene kancelarije, toaleti, sale za sastanke, bioskopska sala, skladište, na krovu je kafić kao i vidikovac na ceo kompleks. Upravna zgrada je podeljena na 3 dela kako bi prizemlje bilo prohodno a na spratovima je povezana pešačkim mostovima koji su ujedno i mesta za odmor i socijalizaciju pošto je postavljen mobilijar koji to omogućava. Tropska zona, koja je na glavnom ulazu koje se nastavlja na šetalište van granica objekta je puna palmi, paprati i drugih tropskih biljaka. Tu se takođe nalazi i jezerce i stepenice koje vode do krova gde se nalazi pešačka staza kojom može da se pređe cela dužina objekta i sagleda čitav prostor iz ptičije perspektive. Pored tropske zone nalazi se panorama točak koji je ograđen kao poseban prostor, baš kao i atrijumi, a sa druge strane panorama točka nalaze se cvetna zona i zona četinara. Panorama točak u novoprojektovanoj botaničkoj bašti bi predstavljao jedan od najvećih na svetu, a najveći u Evropi, pored „London Eye-a“. Centralna zona je prolaznog karaktera i služi da posetioca vrati u poznato i

uvede na glavni trg (pijacu), kako se tu nalaze lokalne vrste visokog rastinja kao i po koja stena pa je ovo mesto idelano za odmor i dečiju igru. Što se tiče materijalizacije, najdominantniji su prirodni materijali. Pešačke staze su od lomljenog kamena sive-plave boje sa belom fugom dok su u upravnom delu pešačke platforme na spratovima prekirivene sivim mermerom i uglačanim betonom. Fasada upravnog objekta je od crnih cigala prekirvenih rastinjem do određenog nivoa kako bi postojao kontinualni prelaz iz prirodnog, organskog materijala u veštački (tj. neorganski), da bi na kraju došli do metalne konstrukcije krova i same fasade celog objekta. Fasada botaničke bašte je staklena sa horizontalnim i vertikalnim čeličnim profilima koji su glavni konstruktivni elementi. Krov nosi masivna čelična prostorna rešetka koja je oslonjena na prethodno pomenute čelične profile. Čelični profili su sive boje (RAL 9007) kako bi se objekat istakao iz spoljašnje okoline, dok su na unutrašnjoj strani objekta prekriveni rastinjem kako bi se ostvarila iluzija totalno ozelenjenog prostora koji je jedno sa okolinom. Panorama točak je podignut masivnom armirano betonskom konstrukcijom, odakle se pružaju metalni spregovi koji podupiru prstenove prečnika 120 metara. Spregovi su upareni sa fasadom, tj. sive boje (RAL 9007), dok su prstenovi ofarbani bronzanom bojom, davajući veoma jedinstven i prepoznatljiv izgled panorama točku. Što se tiče biljaka zastupljena je velika raznovrsnost u vrstama. U tropskoj zoni nalazimo razne vrste palmi, različitih nivoa rasta, kao i paprati, drveće banane i drugih tropskih plodova. Van tropske zone nalazimo mirtovke, drvo limuna, masline, drvo kestena, drvo orhideje, ginkgo bilobe, australijski eukaliptus, smrče, razne četinare, tulipanovce, hrastove, žbunje, ukrasno cveće i ostalo. U zoni pijace je postavljeno drveće trešnje celom dužinom pijace, tj. šetališta; na mestu gde je postavljen kružni tok na podzemnom nivou je postavljen mediteranski bor kako bi njegovo korenje moglo da se pruži dovoljno duboko; na mestima gde su otvori na međuspratnim pločama kod upravnog dela postavljena su dva drveće crvene smrče.



- LEGENDA:
- TROPSKA ZONA
 - ZONA ČETINARA
 - CVETNA ZONA
 - CENTRALNA ZONA
 - PIJACA
 - UPRAVNI OBJEKAT SA RESTORANOM I VIDIKOVCEM NA KROVU
 - 1 ATRIJUM 1
 - 2 ATRIJUM 2
 - 3 ATRIJUM 3
 - KLUPA

Slika 2. Osnova sa legendom prostornih celina kompleksa

7. Zaključak

Projekat transformacije parkinga u botaničku baštu predstavlja inovativan pristup koji ima potencijal da donese brojne koristi kako lokalnoj zajednici, tako i životnoj sredini. Iako možda nije trenutno u fokusu javnosti, njegova važnost postaje sve veća u kontekstu borbe protiv zagađenja i očuvanja prirodnih resursa. Ovaj projekat se, osim što se fokusira na ekološke aspekte, takođe trudi da odgovori na potrebe zajednice i korisnika prostora. Studijski istraživačka radna tema koja se bavi ovim projektom može doneti dublje razumevanje potencijala transformacije urbanog prostora u korist prirode i ljudi. U skorijoj budućnosti, kako se svest o zaštiti životne sredine i potrebi za održivim urbanim planiranjem bude širila, projekti poput ovog mogu postati prioritetni u razvoju gradova širom sveta.



Slika 3. Ambijentalni prikaz glavnog trga

8. LITERATURA

- [1] „The Great progression“ -2025-2050 *The Great Progresion 20-205-Big Think*
- [2] „London Eye“
<https://www.britannica.com/place/London-Eye>
- [3] „Singapore Cloud Forest“
<https://www.hotels.com/go/singapore/gardens-by-the-bay>
- [4] „Superkilen“
<https://arquiteturaviva.com/works/parque-urbano-superkilen-3>
- [5] „New York Botanical Gardens“ („NYBG“)
<https://www.nybg.org/about/>
- [6] „Amazon Sphere“
<https://www.seattlespheres.com/>

Kratka biografija:



Vuk Jurišin rođen je u Subotici 1999. god. 2022 god. u oktobru diplomirao na osnovnim akademskim studijama na Fakultetu tehničkih nauka, iste godine upisuje i master na modulu Arhitektonsko projektovanje. kontakt: vuk.j99@gmail.com

IDEJNO REŠENJE OBJEKTA SA PROSTOROM ZA ZAJEDNIČKI RAD (COWORKING)**CONCEPT DESIGN FOR A BUILDING WITH A CO-WORKING SPACE**

Jelena Pantić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTONSKA VIZUELIZACIJA I SIMULACIJE, ARHITEKTURA

Kratak sadržaj–Tema istraživanja, kao i sam zadatak master rada, zasniva se na naučno istraživačkom radu na primeru projektovanja radnog prostora (co-working centra) u Novom Sadu. Rad se fokusira na temi implementacije objekta zajedničkog radnog prostora na području Novog Sada sa prethodno urađenom analizom lokacije koja je pogodna za ovakav tip objekta. Pored analize lokacije, rađeno je istraživanje distribucije sedenja u kancelarijskim prostorima, analiza biljaka i njihov uticaj na čoveka u zatvorenom prostoru. U radu je prisutan i restoranski deo sa funkcijom zajedničkog radnog prostora.

Ključne reči: *Zajednički radni prostor, GIS analiza lokacije, idejno rešenje, biljke u enterijeru, restoran kao radni prostor, organizaciona šema;*

Abstract– *The topic of a research, as well as the task of the master's work, is based on scientific research work on the example of designing co-working space in Novi Sad. The work focuses on the topic of implementation of the joint working space facility in the area of Novi Sad with a previously done analysis of the site suitable for this type of facility. In addition to the analysis of the site, research of the distribution of seating in office spaces, plant analysis and their impact on the man indoors was done. In the work there is also a restaurant part with a function of a common working space.*

Ključne reči: *Coworking space, GIS analysis, concept design, plants in interior design, restaurant as a work space, organizational scheme;*

1. UVOD

Predmet master rada je izrada idejnog rešenja zajedničkog radnog prostora (coworking center), sa ciljem da se pronađe adekvatna lokacija u Novom Sadu koja će tom zajedničkom radnom prostoru pružiti razne pogodnosti. Rad se bavi istraživanjem lokacije, definisanjem datog prostora, analizom korisnika i njihovih potreba, uvođenjem dodatnog sadržaja kao i značajem vegetacije u neposrednom okruženju čoveka.

NAPOMENA: *Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Bojan Tepavčević*

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Formiranje zajedničkih radnih prostora se najčešće se pojavljuje u gradovima i većim mestima širom sveta, on nudi brojne pogodnosti kao što su fleksibilnost kancelarija.

Istraživački deo rada baziran je na temama koje se odnose na elemente direktno primenjene u samom projektu, a to su zajednički radni prostori, potrebe zaposlenih, prisutnost vegetacije u zatvorenim radnim prostorima, kao i mnoge druge teme.

Zadatak projekta je oblikovanje zajedničkog radnog prostora koji je u velikoj meri povezan sa temom o prisutnosti zelenila i značaju vegetacije u neposrednom okruženju čoveka kao i njegova implementacija u gradsko jezgo.

Uvođenje zajedničkog radnog prostora u tipologiju restorana stvara se dodatani sadržaj koji može proizvesti pozitivne benefite zbog ne tako tipičnog koncepta.

Kada govorimo o gradovima, svesni smo da se njihovim rastom i razvojem umanjuju zelene površine kao što su parkovi. U gradskoj urbanoj sredini dugi niz godina gradnja je bila u prvom planu, nasuprot biljnom svetu koji je sveden na minimum. Prisustvo biljnog sveta utiče pozitivno na kvalitet života i bitan je faktor za razvoj, fizičko i mentalno zdravlje ljudi. Jedan od načina na koje je moguće stvoriti mikro eko sisteme jeste uvođenje ozelenjenih terasa i krovnih terasa koje će se moći koristiti kao zajednički prostori za rad, vežbanje, opuštanje ali i okuljanje što samim tim dovodi i do poboljšanja socijalizacije svakog pojedinca i stvaranje boljeg i zdravijeg društva.

3. ZAJEDNIČKI RADNI PROSTOR (COWORKING SPACES)

Koncept zajedničkog radnog prostora prvi put je upotrebljen 1999. godine kada Bernard DeKoven takvom tipu prostora dao naziv „coworking space“.

Prvi coworking space je u San Francisku otvorio softverski inženjer Brad Neuberg, 2005. godine. Ideja koja stoji iza ovog prostora bila je da se obezbedi zajednički radni prostor gde će rad pojedinca u takvom okruženju stvoriti osećaj zajedništva. Ovaj koncept se od tada proširio globalno i postao popularan za mnoge koji traže fleksibilan i dinamičan radni prostor.

Ideja koja stoji iza ovog radnog prostora bila je da se obezbedi alternativa tradicionalnim kancelarijskim okruženjima, nudeći kolaborativno, fleksibilno i pristupačno okruženje za pojedince koji rade samostalno ili kao deo tima. Pozitivna strana ovakve vrste kancelarija

se ogleda je u tome što se u jednom prostoru okupljaju ljudi različitih struka i zanimanja, što omogućava razmenu ideja, usavršavanje veština kao i mogućnost saradnje pojedinaca ili grupe timova.

Danas u svetu postoji bezbroj zajedničkih radnih prostora koji zadovoljavaju potrebe frilensera, preduzetnika i radnika na daljinu. Sa svojim naglaskom na saradnji i fleksibilnosti, ovakav način rada ne pokazuje znakove usporavanja [1].

4. PREDNOSTI I MANE COWORKING PROSTORA I NJIHOVA BUDUĆNOST

Rad u ovakvom tipu prostora postao je sve popularniji zbog porasta rada na daljinu i potrebe za fleksibilnim i saradničkim radnim okruženjima.

Prednosti zajedničkog radnog prostora:

1. Povećana produktivnost i motivacija: Okruženi profesionalcima i istomišljenicima, ovakav vid prostora podstiče produktivnost i motivaciju. Energija i fokus drugih mogu biti zarazni, pomažući pojedincima da ostanu na pravom putu i postignu svoje ciljeve.
2. Mogućnost proširenja kontakata u poslovnom svetu: Ovakvi tipovi prostora pružaju mogućnosti za saradnju sa profesionalcima iz istih ili različitih industrija, takođe podstiče formiranje okruženja za podršku i za razmenu ideja, znanja i resursa, što može dovesti do novih poslovnih veza, partnerstava i potencijalnih projekata.
3. Fleksibilnost i ušteda: Prostori su generalno pristupačniji od iznajmljivanja tradicionalne kancelarije ili rada od kuće. Ovaj pristup koji štedi troškove omogućava malim preduzećima, ljudima koji rade samostalno i početnicima u poslovanju da ulažu u druge bitne aspekte svog poslovanja.
4. Učenje i lični rast: Ovakvi prostori često održavaju događaje, radionice i seminare, pružajući mogućnosti za kontinuirano učenje i lični rast, što može pomoći profesionalcima da budu u toku sa trendovima u industriji i da razviju nove veštine.
5. Ravnoteža između poslovnog i privatnog života: Ovakvi prostori često imaju opuštenu i prijateljsku atmosferu, što može pomoći u smanjenju stresa na poslu, a što direktno utiče i na kvalitet privatnog života.

Mane zajedničkog radnog prostora:

1. Ometanja: Ometanja koja nastaju zbog ljudi koji dolaze i odlaze, razgovorima i raznim aktivnostima koje se dešavaju u zajedničkom prostoru, može biti izazovno zadržati fokus i koncentrisati se na posao.
2. Ograničena privatnost: Ovakvi prostori obično ne nude isti nivo privatnosti kao tradicionalna kancelarija. Ovo može otežati razgovor o osetljivim informacijama ili onemogućiti privatne razgovore.
3. Nivoi buke: U zavisnosti od rasporeda i dizajna prostora, nivoi buke mogu da variraju. Neki članovi se mogu uključiti u glasne razgovore ili aktivnosti koje bi mogle da ometaju druge.
4. Ograničena kontrola nad vašim okruženjem: U ovakvom prostoru možda je onemogućena potpuna

kontrola nad faktorima kao što su temperatura, osvetljenje, pa čak i čistoća vašeg radnog prostora.

5. Bezbednosni problemi: Pošto više ljudi dolazi i odlazi iz zajedničkog radnog prostora, bezbednost može

biti narušena, posebno ako korisnici rukuju vrednom opremom ili osetljivim informacijama.

Pozitivne i negativne strane zajedničkog radnog prostora mogu zavisiti i od specifičnog prostora i načina na koji se on vodi. Iz tog razloga od suštinskog je značaja da se pre izbora radnog prostora sagledaju svi uslovi i rizici koje nudi dati prostor prema ličnim potrebama i preferencama.

Kako sve više profesionalaca i kompanija prihvata ovo fleksibilno i saradničko radno okruženje, može se očekivati rast i inovacije u pogledu coworking space. Inovacije koje će se pojaviti su u pogledu korišćenja napredne tehnologije za povećanje produktivnosti i povezanosti što uključuje pametne kancelarije kroz primenu virtualne stvarnosti i veštačke inteligencije. Pored napredne tehnologije, uvek aktuelna tema je takođe održivost i dobrobit. Pod ovim se misli na uključivanje zelenih tehnologija i promovisanje ekološke prakse, kao i na celokupnu dobrobit čoveka i brizi o njegovom fizičkom i duhovnom zdravlju [2].

5. RESTORANI KAO PROSTORI ZA COWORKING

Restorani kao coworking prostori predstavljaju inovativan način kombinovanja poslovanja i društvenog života. Ovaj koncept podrazumeva pretvaranje prostorije restorana u prostorije za zajednički rad i saradnju, pružajući na taj način ljudima mogućnost boravka, komuniciranja i rada u okruženju koje nudi restoran.

Ovaj koncept ima nekoliko prednosti:

- Fleksibilnost: Korisnici mogu koristiti prostor za rad i susrete, a na istom mestu imaju mogućnost izbora brojne hrane i pića.
- Socijalizacija: Ovakav tip radnog prostora pruža mogućnost upoznavanja i povezivanja, odnosno sticanja kontakata u prijatnom i društvenom okruženju.
- Ušteda: Upoređivanjem tradicionalnih coworking-a i restoranskih, troškovi boravka u restoranskom zajedničkom radnom prostoru može biti prihvatljivije zbog uporednih usluga koje ona nudi, a to su hrana i piće.
- Promenljivo okruženje: Promenom okruženja prekida se monotonija konvencionalnih kancelarija.



Slika 1. Restoranski coworking-Kettlespace (New York)

Ovakav vid restorana može biti uspešan samo ako ima odgovarajuću infrastrukturu, kvalitetnu opremu i usluge koje će privlačiti korisnike.

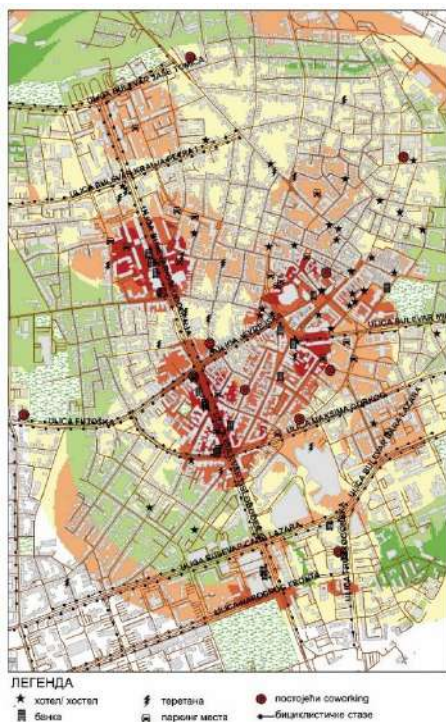
Takođe je važno osigurati odgovarajuću ravnotežu između socijalnog i radnog okruženja kako bi se osiguralo zadovoljstvo svih korisnika (slika 1) [3].

6. ANALIZA LOKACIJE GIS METODOM

ArcGIS je programski paket koji omogućava obradu, prikaz i analizu geografskih podataka. On je razvijen od strane ESRI, američke kompanije koja se bavi softverskim rešenjima za geografsku informaciju. Ovaj program omogućava korisnicima da stvaraju interaktivne karte, analiziraju podatke i rešavaju probleme vezane uz prostor. ArcGIS metoda je široko rasprostranjen u geografskim znanostima, planiranju, geotehničkim istraživanjima i mnogim drugim područjima gde se koriste geografski podaci.

Analiza koja je bila potrebna za projekat objekta koji je predviđen kao prostor za zajednički rad (coworking) jeste da se na prostoru Novog Sada pronađe lokacija koja zadovoljava sledeće parametre:

- Da se objekat nalazi blizu hotela/ hostela.
- Da se nalazi blizu banaka.
- Da se nalazi u blizini parking mesta.
- Da se nalazi u blizini teretana.
- Da se nalazi na što većoj udaljenosti od ostalih coworking-a, a što bliže centru grada.
- Da je lokacija dobro povezana sa autobuskom i železničkom stanicom, kao i da ima izgrađene biciklističke staze.

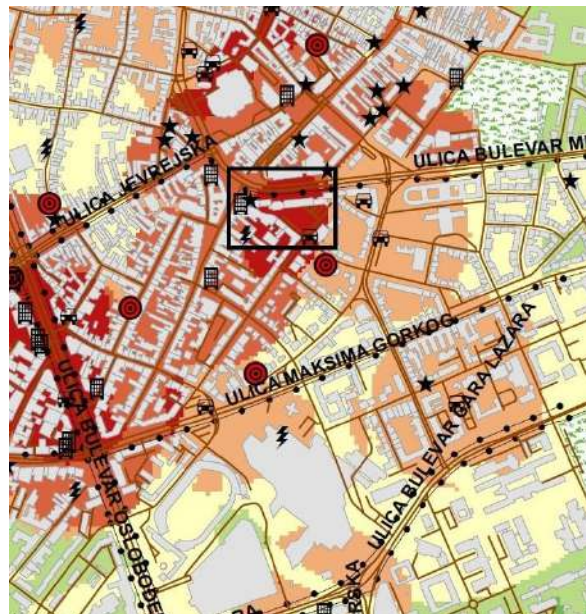


Slika 2. Gis analiza lokacije na području Novog Sada

Udaljenost gore nabrojanih parametara koji trebaju biti najbliži od tražene lokacije u najboljem slučaju iznosi 500m, a sa najvećom udaljenosti od postojećih coworking-a. Na mapi grada su ove lokacije označene crvenom bojom (1) i one predstavljaju najbolji izbor prema

zadatim potrebama i zadatoj udaljenosti. Sve ostale udaljenosti su definisane razdaljinom od 1000m (2), 1500m (3), 2000m (4), 2500m (5), 3000m (6), 3500m (7).

Na osnovu date analize, izabrana je finalna lokacija, a to je Bulevar Mihajla Pupina 4a, na mestu sadašnjeg Univerziteta Singidunum, jer se nalazi u prometnoj ulici i u samom je centru grada. Lokacija se u daljoj fazi projektovanja posmatra kao da se na njoj ne nalazi postojeći objekat, slika 3, [6].



Slika 3. Gis analiza lokacije na području Novog Sada

7. KONCEPT PROJEKTA

Osnovna ideja projekta jeste da se isprojektuje jedan zanimljiv, produktivan i inspirativan prostor koji će svojim oblikovanjem i funkcijom predstavljati novi reper ulice i grada.

Stvaranje zajedničkog radnog prostora koji sadrži elemente vegetacije potrebno je da se nađe u urbanom delu grada kako bi ispunio zahteve korisnika tog prostora. Forma objekta, materijali, prisustvo vegetacije, raspored elemenata(stolova, stolica, zidova,..) u prostoru, sve je usmereno ka oblicima koji se javljaju u prirodi, a to su krug i talasi.

Krug i talasi, elementi u arhitekturi koji su prirodni i estetski privlačni, a njihova primena doprinosi harmoniji i dinamici. Krug predstavlja perfektnu geometrijsku formu i predstavlja nepokretnost, celovitost i beskonačnost, dok talas, kao prirodna pojava, simbolizuje promenu, kretanje i dinamiku.

U funkcionalnom smislu, objekat je prvenstveno namenjen ljudima koji će ga koristiti za rad, međutim prisustvom restorana, otvara se mogućnost da ga koriste i korisnici koji žele da uživaju samo u hrani i piću.

8. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA

U funkcionalnom smislu idejno rešenje projektovanog objekta može da se подели na dve značajne celine, a to su restoranski deo koji ujedno ima funkciju zajedničkog radnog prostora i deo koji je isključivo namenjen zajedničkom radnom prostoru (coworking). Ono što povezuje ove dve celine jeste objekat, funkcija koja podrazumeva rad u prostoru, dizajn i vegetacija.

Restoranski deo je smešten u prizemlju i na spratu, njemu je moguće pristupiti sa ulične strane Bulevara Mihajla Pupina. U prizemlju se nalazi kuhinja sa pratećim prostorijama, kao i trpezarijski deo. U trpezarijskom delu se nalazi šank sa barskim stolicama i stolovi sa različitim tipovima sedenja koji su okruženi vegetacijom, ovde se takođe nalazi stepenište koje vodi do narednog sprata. Na prvom spratu se nalazi samo trpezarijski deo koji takođe ima različite tipove sedenja sa akcentom na vegetaciju, iz ovog dela moguće je pristupiti hodniku koji vodi do prostora koji je predviđen samo za coworking.

Deo koji obuhvata coworking ima poseban ulaz u prizemlju i on se nalazi u prolazu između restorana i susedne zgrade. U prizemlju se nalazi samo hodnik kao predulaz, stepenište i lift. Na prvom spratu se takođe nalazi hodnik, ali u njemu je smešten pult za obezbeđenje, stepenište i lift. Na drugom spratu se nalazi prostor koji je predviđen za rad, u tom prostoru se nalaze dve velike sale koje mogu da služe za grupne sastanke, jedna zasebna kancelarija za četiri mesta, stolovi koji su poređana u niz, prostor za odmor i čajna kuhinja. Čitavim prostorom dominira vegetacija. Radni prostor se nalazi i na narednim spratovima, odnosno trećem i četvrtom.



Slika 5. Idejno rešenje coworking objekta, vizuelizacija



Slika 6. Idejno rešenje coworking objekta, vizuelizacija

Na petom spratu se nalazi zona koja je pre svega namenjena za relaksaciju i uživanje, a sa krovnom terasom kao „terasni park“ može da služi i za vežbanje i meditaciju, slika 4 i slika 5.

9. ZAKLJUČAK

Projektovanje prostora za rad kao što je ovaj coworking, nudi brojne prednosti, pre svega zbog svog specifičnog koncepta, lokacije i dodatnog sadržaja (restoran).

Na samom početku, prva zamisao i koncept su bili da se napravi otvoren radni prostor koji će uz primenu

vegetacije stvoriti zoniranje i na neki način barijere u prostoru kako bi se smanjile negativne strane otvorenih radnih prostora kao što je na primer buka. Priroda i njeni oblici su ključni u svakoj fazi projektovanja u smislu primene vegetacije, materijalizacije, forme objekta i ostalog.

Čovek veliki deo svog života provede na poslu, u zatvorenom prostoru i zbog toga je potrebno da ovakve prostore projektujemo sa posebnom pažnjom. Može se reći da je zajednički radni prostor sve više zastupljen zbog načina rada koje moderno doba donosi.

10. LITERATURA

[1] <https://cobaltworkspace.com/the-history-of-coworking/>

[2] <https://cowlective.erasmus.site/positive-and-negative-aspects-of-coworking/>

[3] <https://www.lightspeedhq.com/blog/restaurant-coworking-spaces/>

Kratka biografija:



Jelena Pantić rođena je u Subotici, 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonska vizuelizacija i simulacije- arhitektura, odbranila je 2024. godine



TRANSFORMACIJA RANŽIRNE STANICE U NOVOM SADU U MUZEJ ŽELEZNICE I
MULTIFUNKCIONALNU DVORANU

TRANSFORMATION OF THE ROUNDHOUSE STATION IN NOVI SAD INTO A
RAILWAY MUSEUM AND A MULTIFUNCTIONAL HALL

Mirjana Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – *Zasnovan na revitalizaciji industrijskog nasleđa i prenameni objekata od istorijske važnosti, ovaj rad predlaže rešenje za neprocenjivo vredan, ali zapušten i ruiniran prostor stare ranžirne stanice u Novom Sadu. U skladu sa idejama revitalizacije, predloženo rešenje čuva svu lepotu postojeće arhitekture uz dodavanje određenih elemenata kako bi se od ranžirne stanice napravilo muzej železnice i multifunkcionalna dvorana.*

Ključne reči: *železnica, ranžirna stanica, industrijsko nasleđe, prenamena, muzej, multifunkcionalna dvorana*

Abstract – *Based on the revitalization of industrial heritage and the repurposing of historically important buildings, this paper suggest a solution for the priceless, but derelict and abandoned location of the old roundhouse station in Novi Sad. In accordance with the ideas of revitalization, the proposed solution keeps all the beauty of the existing architecture with the addition of certain elements in order to make a railway museum and a multifunctional hall out of the roundhouse station.*

Keywords: *railway, roundhouse station, industrial heritage, repurposing, museum, multifunctional hall*

1. UVOD

Predmet istraživanja je ranžirna stanica u Novom Sadu koja je trenutno van funkcije. Stanica se nalazi uz novoizgrađeni Bulevar Evrope koji efektivno deli gradska naselja Novo Naselje i Detelinaru. Analiza lokacije upućuje na potrebu da ovaj neiskorišćeni i zapušteni prostor promeni svoju namenu tako da bude koristan i vizuelno atraktivan žiteljima ova dva gradska naselja. Multifunkcionalna dvorana, koja inače nedostaje u ovom delu grada, te moderno koncipiran muzej železnice udahnuli bi novi život nekadašnjem centru železničkog transporta. U procesu promene lokacija industrijskog nasleđa u turističke atrakcije, promoteri turizma kao i zajednice koje žive u okolini pretvaraju ih u „mesta sećanja” u kojima je sva istorija sačuvana i ponovo ispričana. Turizam na taj način služi ne samo kao katalizator za pronalaženje značenja i identiteta u industrijskoj prošlosti nego kao i sredstvo za očuvanje industrijskog nasleđa [1].

Zaista, turizam industrijskog nasleđa postaje integralni deo turizma kulturološkog pejzaža u kojem je lepota u očima onog koji posmatra [2].

2. KONCEPT

Početak ovog veka u Novom Sadu obeležila je haotična gradnja velikog broja stambenih objekata, pre svega neodgovarajućih propisa, kao i nepoštovanja postojećih propisa. Ovakvim načinom gradnje neka naselja su bila pogođena više nego druga, u prvom redu loše gradnje prednjače naselja Nova Detelinara i Grbavica. Kako ova gradnja velikog broja stambenog prostora nije praćena sadržajima javne namene dolazi do nedostatka istog na tim prostorima.

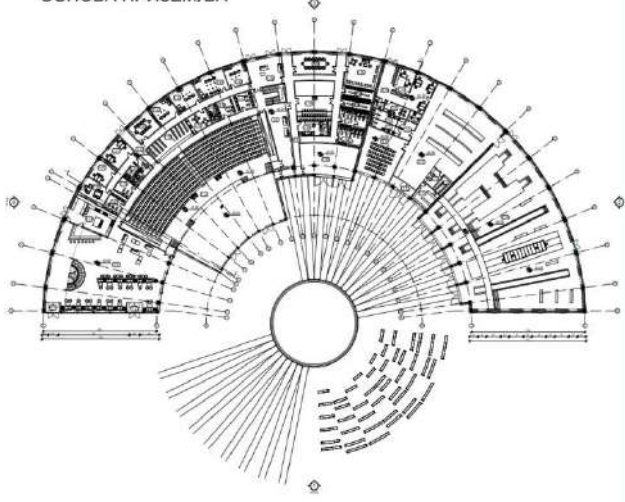
Prostor između dva naselja, Nove Detelinare i Novog Naselja nameće se kao idealan prostor za nadoknadu jednog dela javnih sadržaja u ovim naseljima. Prostor za javne namene je organizovan sa dve strane važne saobraćajnice u gradu, Bulevara Evrope što ovoj lokaciji obezbeđuje dobru povezanost i sa drugim krajevima grada koji mogu da gravitiraju do sadržaja na tom prostoru. Na strani bulevara koja pripada Novom Naselju nalazi se stara Ranžirna stanica koja više nije u funkciji. Sam objekat Ranžirne stanice je pod zaštitom, ali se nalazi u jako lošem stanju pa je kao takav idealan za rekonstrukciju u nove sadržaje potrebne ovim naseljima. Ovim projektom je predviđena dvojaka namjena ovog objekta, jedan deo (u lošijem stanju) predviđen je kao multifunkcionalna dvorana za održavanje raznih manifestacija, koncerata, predstava. Ovaj deo objekta sadrži i prostor kafe-restorana i bara. Drugi deo (u boljem stanju) predviđen je kao prostor muzeja železnice, ovim se čuva i uspomena na nekadašnju namenu objekta a i grad Novi Sad se obogaćuje novim muzejskim prostorom koji je nedostajao. U samom kompleksu stare ranžirne stanice nalaze se i drugi objekti, neki se zadržavaju praveći širi kompleks sadržaja (ostali objekti u kompleksu nisu tema dalje razrade kroz projekat), neki ostaju u funkciji dodatnih prostora za potrebe muzeja, a neki se uklanjaju. Širi pojas oko samog kompleksa po urbanističkom planu je predviđen kao parkovska površina, koja ovom delu grada svakako nedostaje. Sama pozicija objekta time postaje idealno mesto za ovakvu vrstu sadržaja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, red. Prof

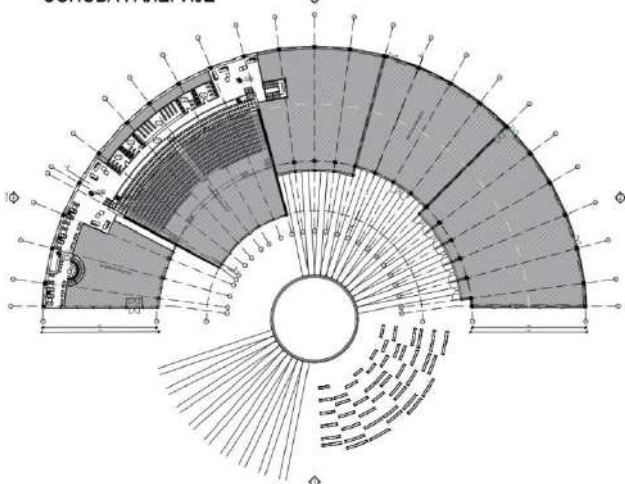
3. GRAFIČKI PRILOZI

ОСНОВА ПРИЗЕМЉА



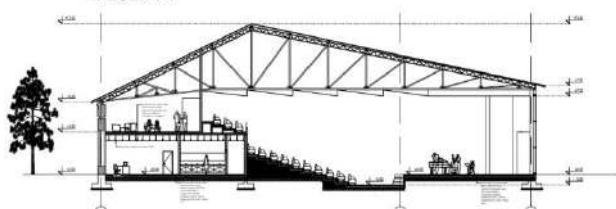
SLIKA 1 – PRIKAZ OSNOVE PRIZEMLJA

ОСНОВА ГАЛЕРИЈЕ

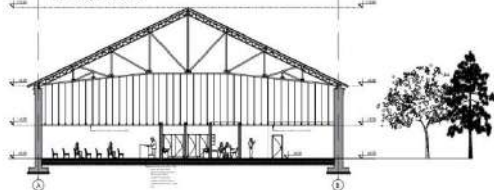


SLIKA 2 – PRIKAZ OSNOVE GALERIJE

ПРЕСЕК 1-1



ПРЕСЕК 2-2



SLIKA 3 – PRIKAZ PRESEKA



SLIKA 4 – AMBIJENTALNI PRIKAZ

4. FUNKCIONALNA PODELA

Oblikovanje objekta kao i sama funkcija mogu se podeliti u dve podceline, jedna celina objekta koja ima funkciju muzeja železnice je u potpunosti zadržala postojeći izgled objekta sa spoljašnje strane dok je prostor namenjen multifunkcionalnoj dvorani delimično zadržao spoljašnji izgled a delimično dobio novi izgled.

4.1 Prva podcelina – Muzej železnice

Muzej železnice funkcionalno je podeljen u dve podceline: jednu javnu, namenjenu posetiocima i drugu administrativnu, namenjenu zaposlenima.

Prva podcelina, javni deo objekta, namenjen posetiocima, u sebi sadrži sledeće:

- dva izložbena prostora - jedan koji je sačuvan u autentičnom izdanju kako je objekat izgledao i čemu je služila njegova namena i drugi manji u kome se organizuju izložbe i instalacije u modernoj i promenljivoj formi;
- prostor za održavanje konferencija i predavanja;
- sanitarni blok;
- biletarnica;
- garderoba;
- suvenirnica.

Ovom delu objekta se pristupa sa prostora platoa ispred objekta.

Druga podcelina, administrativna, namenjena zaposlenima u sebi sadrži sledeće:

- kancelarijski prostor za zaposlene;
- sanitarni blok;
- čajnu kuhinju.

Ovom delu se pristupa sa zadnje strane objekta. Obe celine su međusobno povezane.

4.2. Druga podcelina – Multifunkcionalna dvorana

Kao i muzej železnice i multifunkcionalna dvorana ima podelu na dve podceline, javni deo i na administrativni.

Prva celina, javni deo objekta, namenjen posetiocima u sebi sadrži sledeće:

1. prizemlje:

- atrijumski prostor u kome je smešten kafić sa pratećim prostorijama kao i biletarnica
- sala za koncerte, konferencije, predstave itd;
- dva sanitarna bloka sa podelom na muški, ženski i za osobe sa invaliditetom;
- garderoba;
- prostor za okupljanje publike;

2. galerija:

- bar;
- galerija;

- dva sanitarna bloka sa podelom na muški i ženski;
- garderoba;
- prostor za okupljanje publike.

Prizemlje i galerija su povezani sa dve vertikalne komunikacije. Javni pristup je obezbeđen sa bočne fasade objekta, koja je u potpunosti projektovana kao zid zavesa i na prvi pogled odmah upadljiva. Obezbeđena su dva ulaza. Pored ova dva ulaza po potrebi se otvaraju i dva ulaza za posetioce sa zadnje fasade objekta u delu preklapanja dve funkcije.

Druga celina, administrativna, namenjena zaposlenima i izvođačima u sebi sadrži sledeće:

- kancelariju direktora i dve kancelarije administracije;
- salu za sastanke namenjenu administraciji;
- sanitarni blok namenjen administraciji;
- čajnu kuhinju namenjenu administraciji;
- četiri prostorije za probe članova orkestra;
- čajnu kuhinju za izvođače;
- salu za sastanke izvođača;
- šminkernicu;
- svlačionice, mušku i žensku;
- sanitarni blok za izvođače sa tuševima;
- malu salu za probe hora;
- prostor za glavnog izvođača, dirigenta (u svom sklopu sadrži zaseban degažman i kupatilo);
- magacinski prostor.

Ovom delu se pristupa sa zadnje strane objekta preko pet ulaza, od kojih dva ulaza po potrebi budu preusmerena za potrebe pristupa posetilaca.

5. ZAKLJUČAK

Kada se govori o industrijskom nasleđu i istorijskoj baštini, železnica je ta koja nudi izrazito mnogo velelepno izgrađenih objekata čija je funkcija prevaziđena ili im je prosto lokacija u modernom svetu neupotrebljiva. Ovi arhitektonski biseri iz prošlih vremena nažalost propadaju nagriženi zubom vremena i bez mnogo pompe i vike, u tišini odlaze u zaborav. No ideja revitalizacije ovog, neprocenjivog industrijskog nasleđa može dati novi život ovim spomenicima pređašnjih vremena.

Ovaj rad predstavlja samo jednu od ideja ljudi koji ne žele da vide kako prebogata istorija železnice na ovim prostorima pod naletima kiše, vetra, ali i građevinskih mašina pohlepnih pojedinaca malo po malo nestaje u prašini. Restauracijom, transformacijom i preimenom moguće je od lokaliteta koji podsećaju na urbane džungle stvoriti nove sadržaje i ustanove koji će u svojoj slavi svoje prošlosti doneti mnogo toga dobrog u budućnosti.

Stara ranžirna stanica u Novom Sadu već duže vremena predstavlja crnu mrlju na mapi Srpske Atine. Ovaj rad je pokušao da predstavi bogastvo njene istorije, približi opštoj javnosti njenu sadašnju sudbinu, ali i da za budućnost postavi temelje u novom ruhu tako što će joj se dati nova namena – multifunkcionalna dvorana (tako potrebna u njenom delu grada) i muzej železnice, tako potreban železnici, a i svima koji se sa nostalgijom sećaju najromantičnijeg prevoznog sredstva.

Takođe, ovaj rad svojom idejom ima želju i da podstakne druge da aktivno rade na očuvanju svoje kulturno-istorijske baštine, kako arhitekta i građevince, tako i gradske oče, ali i svakog građanina Srbije.

6. LITERATURA

[1] Gouthro, M. и Palmer, C. (2011) Pilgrimage in heritage tourism: Finding meaning and identity in the industrial past. У M. Conlin и L. Jolliffe, Mining Heritage and Tourism (pp. 33–43). New York: Routledge.

[2] Xie Feifan, P., (2015) Industrial Heritage Tourism, Tourism and Cultural Change

Kratka biografija:



Mirjana Todorović rođena je u Trebinju 1994. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2024. godine.

kontakt: michav.994@gmail.com



ВИРТУЕЛНА РЕКОНСТРУКЦИЈА ДИМЊАКА ДВОРЦА ОРЕНШТАЈН-ШПИЦЕР У БЕОЧИНУ

VIRTUAL RECONSTRUCTION OF THE CHIMNEYS OF ORENSTEIN-SPITZER CASTLE IN BEOCIN

Јелена Мишљеновић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област –АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Циљ овог истраживања јесте да се коришћењем три различите методе виртуелно реконструишу димњаци дворца породице Шпицер, на основу тренутних остатака који су доступни на терену и старих фотографија. Реконструисањем по једог димњака уз помоћ три различите одабране методе које укључују фотограметрију + софтвер Блендер (енг. Blender), ајФон (енг. iPhone) ЛиДАР (енг. LiDAR) скенер са апликацијом Поликем (енг. Polycam) + софтвер Блендер (енг. Blender) и програм за моделовање 3Дс Макс (енг. 3Ds Max), ова компаративна анализа ће бити значајна за одабир методе приликом реконструисања 3Д модела оштећених објеката.

Кључне речи: Виртуелна реконструкција, фотограметрија, ЛиДАР, оштећени објекти

Abstract –The goal of this research is to use three different methods to virtually reconstruct the chimneys of the Spitzer family castle, based on the current remains that are available on the ground as well as old photographs. By reconstructing one chimney at a time with the help of three different selected methods that include photogrammetry + Blender software, iPhone LiDAR scanner with Polycam application + Blender software and the 3Ds Max modeling program, this comparative analysis will be significant for choosing a method when reconstructing 3D models of damaged objects.

Keywords: Virtual reconstruction, photogrammetry, LiDAR, damaged objects

1. УВОД

Културно наслеђе служи као сведочанство људског идентитета, историје и вредности. Када говоримо о културном наслеђу, мислимо на материјалне и нематеријалне аспекте људске историје [2]. Виртуелна реконструкција је начин на који приступамо очувању и презентацији културно-историјских артефаката. Са појавом напредних дигиталних технологија, сада је могуће поново креирати и комуницирати са виртуелним моделима стварних објеката, локација и

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Весна Стојаковић, ред. проф.

окурења која су крхка, неприступачна или чак уништена. Ова технологија има далекосежне импликације за области као што су археологија, архитектура и културно наслеђе, омогућавајући истраживачима и широј јавности да истражују и ангажују се са историјским артефактима на начин без преседана. Улога 3Д виртуелне реконструкције изгубљених артефаката наслеђа добија све већи значај, као подршка археолошким истраживањима и студијама историје уметности, као и средство за културно и евокативно укључивање крајњег корисника. [2]

1.1 Тема истраживања

Можемо идентификовати два главна критеријума у генерисању 3Д дигиталних модела прво, они су верни прикази тренутног стања споменика, захваљујући напредним техникама дигиталног снимања као што су дигитална фотограметрија и 3Д ласерско скенирање, са следећим процесима моделовања и представљања на основу истинитих геометријских података. Друго, 3Д дигитална реконструкција се може замислити почевши од историјских информација и цртежа, са истраживачким приступом који је више оријентисан на интерпретацију изгубљене архитектуре [2].

У наредним сегментима ове студије случаја ће бити истражене управо могућности генерисања дигиталних модела помоћу три различите методе које укључују фотограметрију + софтвер Блендер (енг. Blender), ајФон (енг. iPhone) ЛиДАР (енг. LiDAR) скенер са апликацијом Поликем (енг. Polycam) + софтвер Блендер (енг. Blender) и програм за моделовање 3Дс Макс (3Ds Max), на основу истинитих геометријских података кроз које можемо да доживимо верни приказ тренутног стања објекта. Један такав објекат чији некадашњи сјај можемо само да наслутим приликом сустрета са њим је Дворац Оренштајн-Шпицер у Беоцину.

1.2 Историјски значај Шпицеровог дворца у Беоцину

Саграђен на прелазу два века од најквалитетнијег цемента који је данас заштитни знак Беоцина, дворац је складна и маштовита мешавина стилова [3]. Летњиковац у Беоцину представља пример традиционалног и модерног, заосталости и напретка, са једне стране везаност за историјске стилове, а са друге стране коришћење материјала будућности, односно цемента [4]. Дворац је саграђен 1898. године као резиденцијално здање за потребе породице Едварда Едеа Шпицера, који је уз барона Хенрика Оренштајна и Семјуела Редлиха био власник беоцинске фабрике

цемента и зачетник индустријализације и урбаног развоја Беочина који данас познајемо [3]. Неки летњиковац Орендштајн у Беочину називају парадигмом архитектонске сецесије или га наводе као школски пример еклектике у контексту сецесије. Једносpratна грађевина је разуђене основе, комплексног конструкцијског склопа. Разни елементи објекта припадају различитим стилевима, различите терасе и балкони; прозори у облику окулуса, трифореса завршетком преломљених лукова; аркаде разних облика; заталасане барокне и сецесијске линије, доминантни димњаци који потсећају на француске дворце [4]. Управо ови димњаци представљају главни предмет истраживања на основу чијих остатак ће се извршити дигитална реконструкција



Slika 1. Шпицеров дворац-тренутно стање

1.3 Циљ истраживања

Циљ овог истраживања јесте да се коришћењем три различите методе виртуелно реконструишу димњаци дворца породице Шпицер. Реконструисањем по једог димњака уз помоћ три различите одабране методе које укључују фотограметрију + софтвер Блендер (енг. Blender), ајФон (енг. iPhone) ЛиДАР (енг. LiDAR) скенер са апликацијом Поликем (енг. Polycam) + софтвер Блендер (енг. Blender) и програм за моделовање 3Дс Макс (енг. 3Ds Max), ова компаративна анализа ће бити значајна за одабир методе приликом реконструисања 3Д модела оштећених објеката. Добијени резултати ће се поредити на основу следећих критеријума:

- а. Могућност реконструкције
- б. Комплексност објекта
- в. Потребно време за реконструкцију 3Д модела
- г. Намена 3Д модела

1.4 Методе коришћене у истраживању

Све три одабране методе у овој студији случаја имају специфичан начин моделовања 3Д објекта, па су баш због тога узете за пример како би се на крају могли поредити критеријуми који су наведени у тексту.

Када је реч о првој методи, односно фотограметрији, она се односи на технику снимања вишеструких фотографија које се преклапају и извођења мерења из њих за креирање 3Д модела објеката или сцена. Поред фотограметрије, у овој методи је такође коришћен и софтвер Блендер како би се 3Д модел реконструисао у потпуности обзиром на оштећења која се налазе на објекту [5].

Друга метода је подразумевала коришћење ајФон (енг. iPhone) телефона са ЛиДАР (енг. LiDAR) скенером у комбинацији са апликацијом поликем (енг. Polycam). ЛиДАР (енг. LiDAR) је акроним за „light detection and

ranging“ и ради на истим принципима као радар. У оба система, електромагнетни талас се емитује из предајника, а сензор детектује било какве рефлексије таласа ако ударе у објекат. Растојање између рефлектујућег објекта и извора таласа може се одредити на основу времена између преноса и пријема [6]. Као и претходна метода, и ова ће такође користити софтвер Блендер како би се 3Д модел реконструисао у потпуности.

Последња метода, односно трећа, је подразумевала коришћење програма за моделовање 3Дс Макс (енг. 3Ds Max). Традиционално, овај програм се сматра професионалним алатом за архитекте и дизајнере ентеријера. Разлог томе је погодност у 3Д моделовању чврстих објеката, велика слобода у креирању модела и висококвалитетни модули за фотореалистичну визуелизацију [7].

2. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

2.1 Теренско истраживање

У оквиру теренског истраживања спроведеног на дворцу породице Шпицер у Беочину, фокус је био на документовању урушених димњака који су пали са крова на тло земље. Пре почетка документовања, део вегетације око димњака је морао бити рашчишћен како би се омогућило несметано и што детаљније фотографисање и снимање урушених елемената. Оно што се могло уочити на први поглед јесте да су димњаци били у порпично лошем стању обзиром да су претрпели различите степене оштећења услед пада са крова на земљу, при чему су неки сегменти били потпуно уништени или деформисани, што је представљало додатну отежавајућу околност. Стране димњака које су биле припијене за зид или лежале на тлу нису могле бити адекватно забележене на фотографијама што је представљало изазов за каснију реконструкцију помоћу фотограметрије. Друга метода је спроведена коришћењем Поликем апликације. Коришћење Поликем апликације базиране на ЛиДАР сензору, показало се као једноставније и флексибилније због мобилности телефона и могућности снимања забачених детаља који нису били уочљиви на фотографијама. Обзиром да није било могуће утицати на позиције димњака на терену, снимање по сунчаном дану у комбинацији са оштрим сенкама које су се пружале од дрвећа и остатка окружења ка димњацима, изазвало је местимичне контрасте светла и сенки током снимања, што није оптимално за рад ЛиДАР сензора.



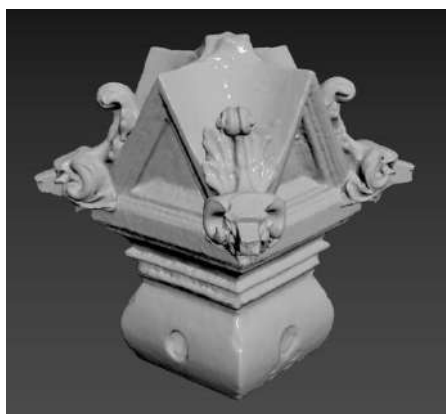
Slika 2. Други димњак



Slika 3. Treћи димњак

2.2 Фотограметрија + Блендер

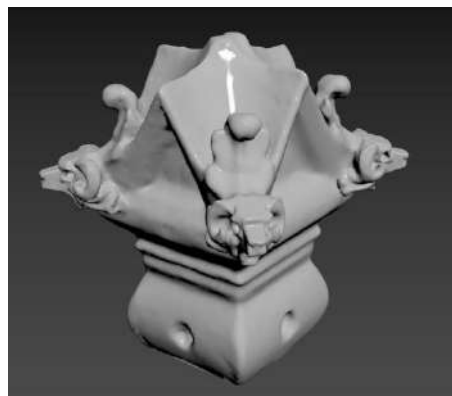
Након прикупљених теренских података следећи корак се базирао на генерисању 3Д модела димњака у софтверу Агисофт Меташејп (енг. Agisoft Metashape). Генерисани фотограметријски 3Д модели димњака су увезени у софтвер под називом Блендер (енг. Blender) који је послужио за мануелну реконструкцију. Након добијених 3Д модела и њихове комплетне анализе, лако је било закључити да је трећи 3Д модел димњака најпогоднији за потпуну реконструкцију, узимајући у обзир његову делимично бољу очуваност у односу на друга два димњака. Обзиром да је трећи димњак у основи квадрат, то је значило да су му све стране идентичног изгледа што је омогућавало да се реконструијом једне стране димњака, или бар његове четвртине, добије остатак 3Д модела. Декоративне главе овнова које су се налазиле на ћошковима димњака су биле тешко оштећене или у потпуности уништене приликом пада. Обзиром да је на другом димњаку било могуће наћи једну декоративну главу овна која је током пада претрпела најмањи степен оштећења, она је преузета као сегмент са другог 3Д модела како би се припојила трећем 3Д моделу за реконструкцију међутим, пре тог корака је било неопходно реконструисати декоративни елемент у целисти. Декоративни елемент са биљним мотивом листа акантуса који се налазио на свакој од глава се највише очувао на трећем димњаку стога је и преузет са њега као засебан сегмент и мануелно спојен са остатком овнове. Након што су сва оштећења и деформисани делови на декоративној глави и биљним мотивима санирани пажљиво су припојени на остатак димњака. Следећи корак у реконструкцији је био да се симетризацијом једне четвртине добије половина димњака од које се поновљеним поступком добио 3Д модел у целисти са свим неопходним елементима.



Slika 4. Финални резултат димњака

2.3 ЛиДАР у комбинацији са Поликем апликацијом + Блендер

Оно што је било видно приликом увоза Поликем модела у Блендер јесте да су они имали знатно мање детаља него фотограметријски односно, да је број полигона био далеко мањи. Обзиром да је трећи димњак био више изложен сунцу у тренутку снимања на терену, модел који је добијен је резултовао као мање детаљан. Сам поступак реконструкције унутар софтвера Блендер је био индетичан као и за фотограметријски 3Д модел. Након што су санирана мања оштећења на декоративној глави овна и биљног мотива листа акантуса, та два елемента су спојена а затим припојена димњаку, након чега је уследо поступак симетризације како би се добио цео 3Д модел димњака. Поред индентичних поступака са фотограметријским 3Д моделом, разлика која се појавила на 3Д моделу добијеном преко Поликем апликације је и у местимичним "рупама" које су се јављале унутар модела на неколико локација, стога су и оне морале бити мануелно саниране. Процес реконструкције 3Д модела димњака добијеног помоћу Поликем апликације је трајао знатно мање због мањег броја полигона од којих је био састављен 3Д модел у поређењу са фотограметријским моделом. С друге стране, ова метода се показала као једноставнија и флексибилнија због мобилности телефона и могућности снимања забачених детаља који нису били уочљиви на фотографијама, могућност добијања 3Д модела на лицу места као и много бржи процес целокупне реконструкције димњака.

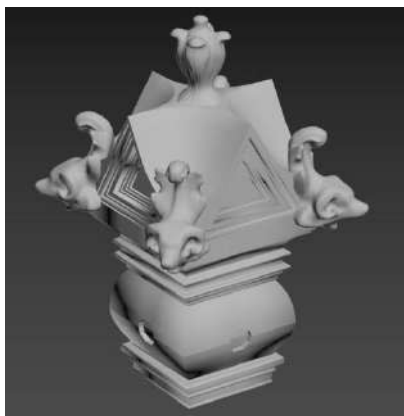


Slika 5. Финални резултат димњак

2.4 3Дс Макс

Порцес моделовања димњака помоћу треће методе се по много чему разликовао од претходне две обзиром да је је цео модел прављен мануелно у програму 3Дс Мак. Ова метода је подразумевала прикупљање референтних фотографија из разних углова, првенствено фронталног приказа. Обзиром да тренутне позиције димњака на земљи нису омогућавале добијање прикладног фронталног приказа, за тај део су коришћене старе фотографије прикупљене на интернету. Обзиром на своју сложену форму, модел је прављен из више целина. Формирање базе димњака - уз помоћ фотографије на којој се димњак види фронтално користећи се алатком за исцртавање линије исцртан је профил са којим формиран жељени облик базе димњака. По сличном принципу је моделован и троугаони облик, с тиме што су удубљења произвољно исцртана уз помоћ различитих фотографија прикупљених на терену.

Кровић на димњаку измоделован је од осмине лопте и прилагођен. Овнова глава измоделована је од половине лопте и уз помоћ алатке за симетрију формирана је и друга страна а затим је додат лист акантуса формиран од елемента коцке. Ради провере пропорција димњака, коришћен је Перспектив Меч (енг. Perspective Match) на фотографијама добијеним са терена.



Слика 6. Финални резултат димњака

2.5 Ретопологија

Након финализације неопходно је било смањити број полигона на 3Д моделима добијеним помоћу фотограметрије и ЛиДАР-а, односно урадити ретопологију, како би модел био оптималан за коришћење у некој 3Д сцени. Ретопологија је процес у 3Д моделовању у коме се топологија модела оптимизује или прерађује да би се направио ефикаснији 3Д модел. То укључује оптимизацију и пречишћавање мрежне структуре да би се побољшала ефикасност и припремио модел за анимацију, рендеровање у реалном времену или друге процесе [8].

3. РЕЗУЛТАТ

Финални резултат овог рада јесу три дигитална модела димњака, добијених засебним методама, на основу којих је извршена компаративна анализа.

Први модел димњака је успешно моделован на основу великог броја фотографија помоћу фотограметрије али се показао као најдетаљни са најдужим временским периодом реконструкције. У случају даљег коришћења 3Д модела у виртуелним галеријама, свакако да би на 3Д моделу морала бити извршена ретопологија. Када је реч о другом 3Д моделу димњака, скенираним ЛиДАР скенером на ајФон телефони помоћу Поликем апликације, он се показао као мање детаљан 3Д модел у односу на фотограметријски и изискивао је мање времена за реконструкцију али је такође успешно реконструисан. Предност ове методе се састоји у њеној брзини формирања 3Д модела на лицу места и мобилности телефона приликом скенирања тешко приступачних локација. И поред мањег броја полигона у односн на претходни модел, овде би исто било неопходно извршити ретопологију како би 3Д модел био оптималан за даље коришћење у 3Д сценама. Трећи 3Д модел димњака се разликовао по иницијалном приступу моделовања у односу на прва два. Моделован целокупно у 3Д Макс у од малог броја полигона, није захтевао ретопологију јер је и ниво детаља био на

мањем нивоу у односу на претходна два. Кључна ствар за успешну реализацију 3Д модела помоћу ове методе је у овом случају било поседовање одговарајућих референтних фотографија.

4. ЗАКЉУЧАК

Кроз ово истраживање чији је главни циљ био да се коришћењем три различите методе виртуелно реконструишу димњаци дворца Оренштајн-Шпицер, може се закључити да су постигнути различити резултати на основу задатих критеријума. Када говоримо о могућности реконструисања овог задатог објекта на основу његовог тренутног стања на терену и на основу фотографија, све три методе су се показале као успешне али је постигнут различит ниво детаља 3Д модела, где први 3Д модел има највећи ниво детаља, затим други и на крају трећи. Комплексност објекта није представљала препреку у сва три случаја и 3Д модел је успешно реконструисан у целости обзиром да је објекат у основи квадрат са индентичним страницама. Када је реч о потребном времену за реконструкцију модела, поступак помоћу прве методе се показао као најдужи док су се друге две показале доста краће у односу на први. Намена реконструисаних 3Д модела би свакако зависила од сцене у коју би били постањени. У случају сцена које би представљале 3Д модел самостално, одлучили би се за прву или за другу методу. За веће пројекте, у овом случају целокупан дворца, потребно би било да постоји модел који садржи мањи број полигона тако да би у том случају могли да употребимо све три методе, али само ако је на 3Д моделима са високим бројем полигона урађена ретопологија

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.graygroupintl.com/blog/cultural-preservation>
- [2] Diachronic representation of ancient buildings: studies on the “San Giovanni in Conca” Basilica in Milan
- [3] <https://www.grenef.com/spicerov-dvorac-bastina-u-krizi-ili-sumorni-odraz-modernog-drustva/>
- [4] ГРАЂА за проучавање споменика културе Војводине XXXIV; ПОКРАЈИНСКИ ЗАВОД ЗА ЗАШТИТУ СПОМЕНИКА КУЛТУРЕ
- [5] <https://thehaskinsociety.wildapricot.org/photogrammetry>
- [6] <https://www.androidpolice.com/what-is-lidar-and-what-does-it-do/>
- [7] <https://artland3d.com/blog/3ds-max-low-poly-modeling/>
- [8] <https://www.autodesk.com/solutions/retopology#:~:text=Retopology%20is%20the%20process%20of,time%20rendering%2C%20or%203D%20printing.>

Кратка биографија:



Јелена Мишљеновић рођена је у Новом Саду 1997. године. Дипломира на Академији уметности, смер Дизајн ентеријер, у Новом Саду 2020. године. На Факултету техничких наука уписује мастер студије 2021. године, смер Архитектонска визуализација и симулације.

ИДЕЈА САВРШЕНСТВА - РАЈСКИ ВРТ**THE IDEA OF PERFECTION - GARDEN OF PARADISE**

Уна Радивојевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад се бави идејом савршенства и идејним решењем рајског врта у коме природа заједно, са архитектуром ствара, мелодију. Допринос звука у архитектури рајског врта наглашава идеалност и опуштајућу природу простора, пружајући угодност и хармонију. У архитектури, звук има значајну улогу, јер утиче на перцепцију простора. Стварање нематеријалног, односно звука, са материјалним формама архитектуре у заједничком деловању са природом представља главну идеју овог пројекта.

Кључне речи: Идеја савршенства, рајски врт, звук, форма, мелодија

Abstract – The work deals with the concept of perfection and the conceptual solution of a paradise garden where nature, together with architecture, creates a harmony. The contribution of sound in the architecture of the paradise garden emphasizes the idealistic and relaxing nature of the space, providing comfort and harmony. In architecture, sound plays a significant role as it influences the perception of space. Creating the immaterial, namely sound, in conjunction with the material forms of architecture in collaboration with nature, represents the central idea of this project.

Keywords: The idea of perfection, garden of paradise, sound, form, melody

1. УВОД

Рајски врт је концептуално место које се често описује као идиличан врт који представља симбол раја или савршенства. У контексту архитектуре и дизајна, рајски врт може бити простор који је пројектован како би пружио корисницима осећај мира, спокоја и склада са природом. Може бити додатно обогаћен уз помоћ звука. Форма објекта и размештај различитих елемената у врту могу утицати на стварање звуковних ефеката који доприносе угодној атмосфери.

2. ИСТРАЖИВАЧКИ ДЕО

Звук је механички талас који се преноси кроз материју, попут ваздуха, воде или чврстих материјала. Разумевање теорије звука је од суштинског значаја за акустичан дизајн простора, јер омогућава архитектама да предвиде како ће се звук понашати у различитим

окужењима и како ће утицати на људе у тим просторима. Када звук путује кроз простор, он може да има интеракцију са различитим објектима и површинама. Објекти могу рефлектовати, апсорбовати или распршити звук, што може утицати на његову јачину, тоналитет и квалитет. Кључни концепти у акустици простора укључују ехо, ревербацију, дифузију и апсорпцију звука. Најосновнија подела понашања материјала када дођу у додир са звуком јесте на оне који одбијају звучне таласе и на материјале који могу апсорбовати звук. Звук је имао значајну улогу у историји архитектуре, посебно у цивилизацијама као што су стара Грчка и Рим, где је акустика била кључна за дизајн различитих простора, укључујући и позоришта. Вероватно најпознатији по својим акустичким својствима јесте пример [1] позоришта у Епидаурусу (III век пре н. е.), у коме се до најудаљенијих седишта гледалишта може чути када новчић падне на оркестру. У модерној архитектури, акустика и звук још увек играју кључну улогу, посебно у дизајну простора као што су концертне дворане, позоришта, студији за снимање и јавни простори. Оргуље на плажи у Задру су архитектонско-музичка инсталација која је дело хрватског архитекта Николе Башића. Степениште се састоји од 35 степеника који су постављени под различитим угловима. На сваком степеништу се налази цев која производи различит звук.

Након темељног истраживања рајског врта, његовог симболичког значења и различитих начина формирања, откривено је како форма може утицати на стварање звука.

3. ОПИС ПРОЈЕКТА**3.1. Концепт**

Главна идеја пројекта јесте стварање рајског врта где природа и архитектура заједно стварају мелодију, користећи форму и утицаје природних елемената за стварање угодног чулног доживљаја. Пројект је дизајниран да употпуњује лепоту природе и објекта музиком, уједињујући хармонију звука и визуелног искуства за кориснике.

3.2. Ужа ситуација

Објект се налази на северо-западној обали острва Крит у Грчкој. Крит је познат по својим лепим пејзажима, пријатној клими и богатој историји, што га чини идеалном локацијом за рајски врт. Централни део објекта, оркестар као и театар су окренути ка западној страни, јер у периоду заласка сунца ниво плиме и осеке је такав да ствара најлепшу и

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Јелена Атанацковић Јеличић, ред. проф.

најразноврснију музику, стварајући посетиоцима посебан доживљај. На тај начин док уживају у погледу могу да се опусте уз музику коју ствара сама природа.. Театар је делом укопан у стене због акустике, омогућавајући музици да достигне све делове простора.

3.3. Основе изнад и испод нивоа мора

Објекат се састоји из више делова спојених у један. На основи изнад нивоа мора [2] могу се видети, оркестар, театар, плато и техничке просторије.

Централни кружни део је оркестар који ствара музику. Позициониран је тако да му је немогуће приступити преко копа, само преко воде. Кружно је облика како би са свих страна кроз систем цеви које се налазе у њему једнако емитовао звучне таласе и тако стварао музику која је захваљујући једнаким растојањима и висинама равномерно распоређена у театру. Посетиоци у току целог дана и ноћи могу да уживају уз музику различитог интензитета и мелодије због различитог нивоа мора изазваног плимом и осеком, а посебно у периоду заласка сунца када се ствара и посебан визуелни доживљај.

Симболично посетиоци су у театру усмерени ка оркестру који својом формом подсећа на бину, али због водене баријере немогуће му је приступити те оркестар увек визуелно делује празно, стварајући мелодију чиме се архитектонском формом пажња уместо на визуелни доживљај скреће на чуло слуха. Плато је у крајњим деловима укопан у стене које га окружују. Поред двокраког степеништа које води до дела објекта испод нивоа мора налази се и део платоа који је стаклени како би степениште било осветљено. Основа која се налази испод нивоа мора [3] је у неким деловима конструктивно повезана са остатком објекта односно са основом која се налази изнад нивоа мора.

На источном зиду се налази двокрако степениште, формирано је тако да омогући наизменичан силазак до дна ресторана, са оградом од стакла стварајући звучне баријере које смањују преношење буке која се ствара док посетиоци силазе низ степениште.

Централни део ресторана заузима базен са водом позициониран тако да посетиоци уколико крену ка делу са столовима морају да наставе да иду том страном или да направе пун круг како би у потпуности осетили доживљај целог простора и различитих звучних таласа. Столови су постављени на западној страни ресторана, где купола има стаклени део и тиме омогућава и продор светлости, а посетиоци уживају у погледу на море испод његове површине. На позиционирање столова утицала је и труба кружног облика која се налази на самом центру круга изнад базена. Труба се простира на сам врх оркестра, где је отворена само са западне стране, супротно у односу на театар, тиме је звук подељен, односно бука са трибина не пролази кроз трубу, већ само звук који ствара оркестар заједно са таласима и преноси га преко ветра кроз трубу.

Спуштајући се са плафона куполе ресторана испод мора, труба се шири и на тај начин својом формом преноси звук. Вода испод трубе преноси звук даље до источног дела ресторана, али су столони постављени само у западном делу због најбољег доживљаја музи-

ке и погледа. Звук се преноси посредством молекула, те се на тај начин звук брже и већом јачином преноси кроз воду која је гушћа од ваздуха, јер звук осцилује преко молекула који су гушће распоређени, односно међумолекулско растојање је мање. Својом кружном формом, основа испод нивоа мора у делу где су столони ресторана, враћа звучне таласе ка води и централном делу, док најужи део, пролаз између источног и западног дела својим обликом одбија звучне таласе, односно враћа их у оквир у којем се простиру. На тај начин се звук у западном делу враћа у исти, као и у источном делу што се звук враћа у источни део. На крају источног дела зид, на коме се налази степениште, јесте раван са ивицама од 90°, а степениште са подестима и степеницама које су истих висина на истом растојању апсорбује звук и не ствара ехо, већ смањује интензитет таласа. Тиме се бука из источног дела не шири даље према западном делу, али се мелодија из оркестра пренешена преко трубе на воду у западном делу преноси до источног дела, у слабијем интензитету него у западном делу, али довољном да привуче посетиоце ка столовима у ресторану.



Слика 1. Основа изнад нивоа мора [2]

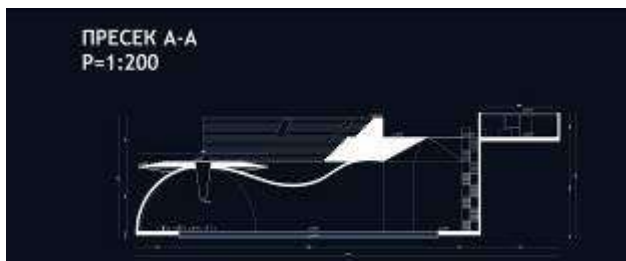


Слика 2. Основа испод нивоа мора [3]

3.4. Пресек

Линија пресека је позиционирана тако да пролази кроз централни део целог објекта како би се најбоље

виделе све висинске разлике и форме које доприносе преношењу или заустављању звучног таласа. На источном делу пресека може се видети већ објашњен принцип преношења звука са оркестра преко трубе, као и њена полукупола на врху која на отвореном делу прихвата звук спољашности, а на супротном делу зауставља звукове са театра. Део изнад нивоа мора, односно театар, прихвата једнаким интензитетом звучне таласе оркестра који се преносе преко ветра и воде. Испод оркестра, повезано конструктивним делом, налази се купола западног дела ресторана. На тај начин се звук враћа ка центру где и излази из трубе не само преко основе, већ и уз помоћ куполног облика у пресеку. У најужем делу пресека, кров је конвексан, тако да се звук по истом принципу одбија као и у основи. На источном делу се може видети степениште и кров формиран тако да такође враћа звучне таласе ка степеништу где се интензитет смањује и бука настала на степеништу нестаје.



Слика 3.. Пресек [4]

3.5. Плима и осека

Истраживања плиме и осеке у области Медитерана, на острву Крит, довела су до формирања оркестра као и театра и постављања истих на одређену висину како би се мелодија стварала током већег дела дана, односно како не би долазило до честог плављења или насупрот томе да се оркестар налази на доста већој висини од воде и самим тим не ствара адекватну мелодију. Разлике у висинама плиме и осеке су у просеку око 10 цм, због чега је сваки степеник, од укупних седам, виши од претходног за 10 цм. Степеника има седам и представљају седам акорда, а због своји различитих висина и цеви које се налазе у степеницама су различитих дужина и димензија те на тај начин производе различите тонове. Најнижи степеник се налази на -0.1 у односу на апсолутну коту мора, док је највиши степеник на нивоу +0.5 у односу на апсолутну коту мора. Просечно највиши ниво мора је у поноћ и тада вода може доћи до нивоа +0.3 или чак +0.4. Најнижи ниво мора просечно је у седам сати ујутру и тада је ниво воде око -0.1. У обзир треба узети не само висину воде, већ и њено мировање, односно ветрове који утичу на стварање таласа и самим тим проузрокују мелодију. Највише висинске разлике и најзбурканије море су врло често у вечерњим часовима где се утицајем плиме и осеке ниво воде подиже, повећавајући интензитет јачине мелодије и уз поглед заласка сунца који посетиоци уживају док су у театру, ствара се осећај присуства на вечерњем концерту. Звук је такође у то време најјачи у ресторани где се преноси преко трубе. На самом

оркестру, ради мера предострожности, у горњем делу трубе се налази клапна која се аутоматски спушта када ниво воде дође до +0.4 и тиме спречава плављење ресторана. Ниво висинских разлика плима и осеке се разликује како у току дана, тако и у целој години, те самим тим посетиоцима пружа увек различит доживљај. Кров средишњег дела ресторана има удубљење гледајући у односу на сам театар и оркестар, због чега се вода враћа и ствара таласе који пролазе кроз цеви у кружном оркестру. На тај начин се ствара и тиха мелодија у ситуацијама кад се ниво плиме и осеке не помера и када море мирује, довољан је само благи поветарац и објекат ће својом формом испод нивоа мора створити одбијање воде и самим тим пролазак таласа кроз цеви стварајући музику.

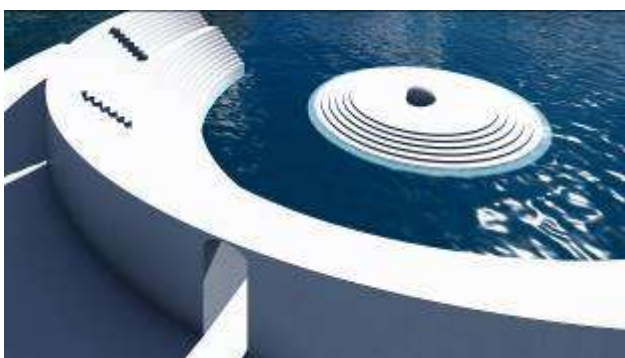
3.6. Конструкција и материјализација

Објекат је већински направљен од белог камена, како би се најбоље уклопио у само окружење. Обраде камена се разликују у односу на то да ли је потребно да рефлектују или да апсорбују звук. За места где је потребно користити глатки камен коришћен је мермер беле боје са глатком обрадом, а на место храпаве обраде камена коришћен је бели кварцит. Оркестар је направљен од глатког камена како би се вода са њега лако сливала, због чега вода лако улази у цев и из њих излази брже, стварајући веће и чешће притиске ваздуха у цевима из којих се на тај начин ствара мелодија. Театар је такође од белог камена, али за разлику од оркестра, камен је храпаве обраде из два разлога. Први разлог је безбедност људи који се налазе на степеништу, јер храпава површина ствара трење и самим тим мање су шансе да се посетиоци оклизну и падну, док је други разлог апсорпција звука који ствара оркестар чиме не долази до еха у великој мери, али исто тако и смањење ширења буке коју стварају посетиоци док се налазе на самом степеништу, чиме се акценат ставља на музику која допире из оркестра. Плато је из истих разлога од белог камена и обрађен је храпаво, осим дела у близини степеништа које је од стакла како би се пропуштала светлост на само степениште. Кухиња је са свих страна затворена, прављена од истог материјала, осим крова који је стаклени, пропуштајући светлост и вентилацију довољну за све садржаје који се налазе унутра. Степениште које води на дно ресторана и зид на који налаже су такође храпаве обраде због чега апсорбују буку коју посетиоци стварају док се крећу на њима, степениште је ограђено стаклом из безбедносних разлога, али и ради спречавања ширења звука кретања посетилаца. Осим стакленог дела плафона, остатак плафона и зидови у источном делу ресторана су од белог камена храпаве обраде, као и сам под. Кров изнад средишњег дела ресторана је направљен од непробојног стакла, како би пропуштао довољно светлости у ресторан који се већинским западним делом налази испод нивоа мора, док је остатак источног дела испод копна. Глатка обрада стакла рефлектује звук и враћа га ка источном и ка западном делу ресторана због свог облика. Обрада куполне површине у западном делу ресторана испод оркестра је глатка, чиме се ствара рефлексија звучних таласа који долазе из оркестра

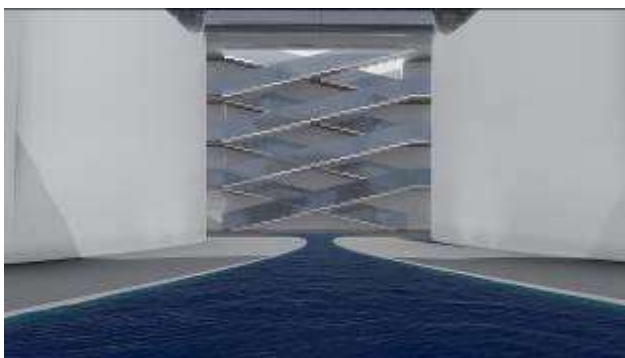
преко трубе и рефлектујући се од куполе, преко воде се шире кроз цео део објекта испод површине мора и копна.

Конструкција је већим делом камена, осим делова који су од непробојног стакла, као што је део куполе и средишњи део ресторана. Оркестар већим делом налаже на куполу која лучним обликом преноси оптерећење ка дну. Правоугаона основа где се налази кухиња, као и театар, изграђени су од камене конструкције масивног система. Део објекта испод копна и мора је у конструктивном смислу од сулфатно отпорног бетона, који је отпоран на корозивне ефекте соли и сулфата који се налазе у морској води и од антикорозивног челика, који представља смесу легура отпорних на морску воду са специјалним премазима који су отпорни на корозију.

4. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ



Слика 4. Тродимензионални приказ оркестра и театра



Слика 5. Тродимензионални приказ унутрашњости источног дела ресторана



Слика 6. Тродимензионални приказ унутрашњости западног дела ресторана

5. ЗАКЉУЧАК

Рајски врт, у свом концептуалном облику, представља симбиозу архитектуре и природе која тежи хармоничном споју ова два елемента. Овај пројекат не само да тежи да омогући визуелно привлачно окружење, већ и да креира унутрашњи доживљај који обухвата сва чула.

Са визуелног аспекта, рајски врт је дизајниран да буде естетски угодан и да привуче пажњу посматрача. С обзиром на аудитивни аспект, рајски врт је место где звук природе постаје једно са окружењем. Облик и структура објекта, материјали који се користе и начин на који се усклађују у природну околину, јесу компоненте које имају циљ да створе простор који је у складу са окружењем, али и да омогући уникатно искуство за посетиоце. Архитектура рајског врта, кроз своје форме и материјале, тежи да створи позитивно окружење које стимулише различита чула. Рајски врт представља комплексан пројекат који тежи да обједини архитектуру и природу у хармоничном споју. Он пружа простор за уживање, опуштање и поновно повезивање са природом, стварајући јединствено искуство које се пружа свим чулима. Стварање нематеријалног, односно звука, са материјалним формама архитектуре у заједничком деловању са природом представља главну идеју овог пројекта.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Принципи и историја односа архитектуре и акустике“ докторска дисертација Зорана З. Ђорђевић, Београд 2016. година

Кратка биографија:



Уна Радивојевић рођена 7.4.2000. године у Руми. Дипломирала је 2023. године на Департману за архитектуру и урбанизам, на Факултету техничких наука. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектуре одбранила је 2024. године.
контакт:
unaradivojevic11@gmail.com

**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 Grotesque*, *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 Grotesque*, *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 Grotesque*, a evo i jednog citata iz članka vezanog za taj projekat: "Projekat *Digital Grotesque* 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].

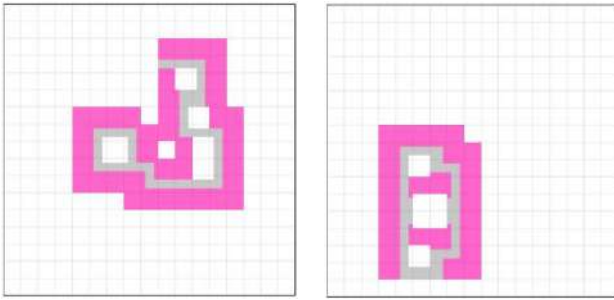
Rad je nastao korišćenjem ćelijskog automata čiji je autor doc. dr Dejan Ecet, a lokacija za isti može se pronaći na sledećem linku:

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.

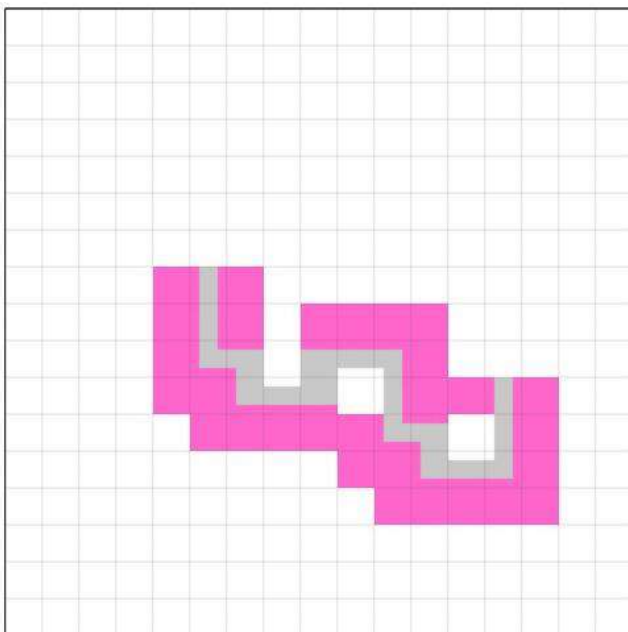


Slika 1. Neki od oblika koje je automat ponudio

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.

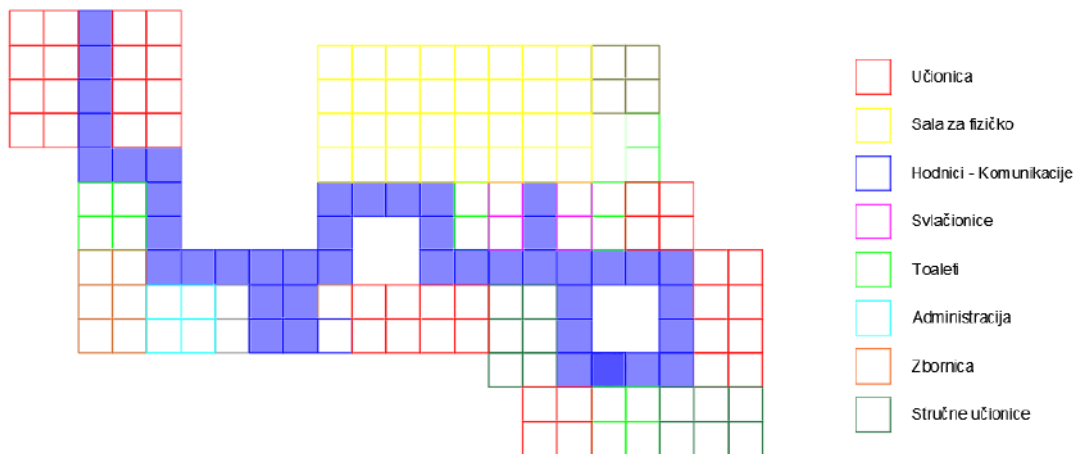
Šematski prikaz dobijenog rasporeda prostorija prikazan je na slici 3.

2.2. Optimizacija funkcionalnost.

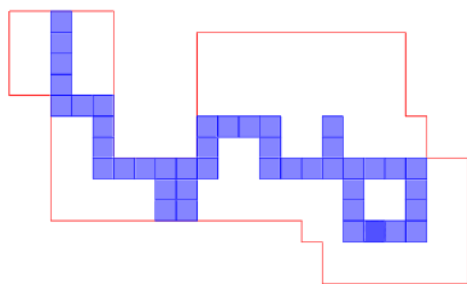
Proces funkcionalne optimizacije detaljno je analizirao protok učenika i nastavnika kroz različite delove škole kako bi se osigurala efikasnost i sigurnost svake funkcionalne celine. Poseban fokus bio je na dizajnu hodnika koji su izvedeni sa mnogo zglobova radi smanjenja rizika od povreda i olakšanja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

PROJEKTOVANJE TRŽNOG CENTRA UZ POMOĆ ĆELIJSKOG AUTOMATA DESIGNING A SHOPPING CENTER USING CELLULAR AUTOMATON

Adham Al-Farra, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje primenu algoritma ćelijskog automata u projektovanju tržnih centara kao naprednog pristupa za generisanje arhitektonskih rešenja. Korišćenjem algoritma, razvijene su raznovrsne varijante osnove tržnog centra, koje su analizirane u kontekstu njihove estetike, funkcionalnosti i ekonomske održivosti. Fokus je bio na identifikaciji optimalnih rešenja koja efikasno odgovaraju na dinamične zahteve urbanih okruženja, uz poseban naglasak na optimizaciju energetske efikasnosti i poboljšanje korisničkog iskustva. Rezultati pokazuju značajan potencijal ćelijskog automata kao alata za inovativno projektovanje tržnih centara, čime se otvaraju perspektive za dalji razvoj održivih i adaptivnih urbanih prostora.

Ključne reči: Tržni centar, Algoritam, Ćelijski automat, Dizajn, Projektovanje

Abstract – This paper explores the application of cellular automata algorithm in the design of shopping malls as an advanced approach for generating architectural solutions. Using the algorithm, diverse variants of the mall layout were developed and analyzed in terms of their aesthetics, functionality, and economic sustainability. The focus was on identifying optimal solutions that effectively respond to the dynamic requirements of urban environments, with a particular emphasis on optimizing energy efficiency and enhancing user experience. The results demonstrate the significant potential of cellular automata as a tool for innovative shopping mall design, opening perspectives for further development of sustainable and adaptive urban spaces.

Keywords: Shopping mall, Algorithm, Cellular automaton, Design, Designing

1. UVOD

Savremeni arhitektonski izazovi zahtevaju nove pristupe i metode u projektovanju prostora koji su fleksibilni, održivi i korisnički orijentisani. U ovom radu se istražuje inovativna primena algoritma ćelijskog automata u kontekstu projektovanja. Tradicionalni pristupi sve više se suočavaju sa zahtevima za stvaranjem kompleksnih, ali funkcionalnih arhitektonskih obrazaca, a ćelijski automati nude potencijal za generisanje takvih rešenja kroz jednostavna pravila.

NAPOMENA:

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

Istraživanje se fokusira na razvoj i analizu različitih varijanti osnove koje zadovoljavaju estetske i funkcionalne zahteve, uz efikasno upravljanje resursima kao što su prostor, svetlo, ventilacija i energetska efikasnost. Ova analiza omogućava identifikaciju optimalnih rešenja koja odgovaraju na dinamične i promenljive potrebe savremenih urbanih sredina. Cilj rada je da se ispita potencijal ćelijskog automata kao alata za napredno projektovanje tržnih centara, sa naglaskom na unapređenje urbanog prostora i stvaranje inspirativnih okruženja pogodnih za poslovne i društvene aktivnosti.

Primena algoritma ćelijskog automata u projektovanju tržnih centara donosi niz prednosti u odnosu na tradicionalne metode. Ovaj algoritam omogućava generisanje arhitektonskih rešenja koja su inovativna i funkcionalna, uz optimizaciju resursa i poboljšanje korisničkog iskustva. Uvođenje algoritama u arhitektonsko projektovanje otvara mogućnost za stvaranje prostora prilagođenih savremenim potrebama društva, obezbeđujući održivost i adaptivnost u dinamičnim urbanim sredinama.

Cilj ovog rada jeste da prikaže kako se algoritam ćelijskog automata može koristiti za kreiranje različitih varijanti osnova, kao i da se analizira njihova funkcionalnost, estetika i ekonomska održivost. Ovaj pristup omogućava detaljnu analizu različitih prostornih rešenja, identifikaciju najboljih praksi i pružanje uvida u buduće primene ćelijskog automata u arhitektonskom dizajnu.

2. METODOLOGIJA

Metodologija ovog istraživanja temelji se na integraciji ćelijskog automata u proces projektovanja tržnog centra. Centralni fokus metodologije obuhvata sledeće korake: prvo, definisanje jasnih ciljeva istraživanja koji uključuju optimizaciju prostornih rešenja, poboljšanje funkcionalnosti tržnog centra i istraživanje novih pristupa arhitektonskom dizajnu putem ćelijskog automata. Sledeći korak je razvoj specifičnog algoritma ćelijskog automata prilagođenog projektu, koji će generisati različite arhitektonske varijante.

Zatim, korišćenjem ovog algoritma generišu se varijante arhitektonskih formi tržnog centra koje se detaljno analiziraju u smislu prostornih rasporeda, funkcionalnosti i estetike.

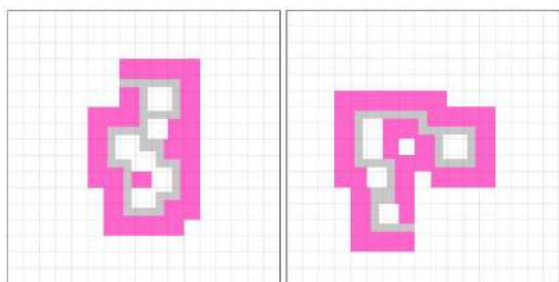
Nakon toga sledi detaljna analiza i evaluacija svake varijante u odnosu na energetska efikasnost, estetiku, praktičnost i održivost, uz procenu troškova izgradnje i održavanja. Konačno, na osnovu rezultata analize,

selektuje se optimalno arhitektonsko rešenje tržnog centra koje najbolje zadovoljava sve postavljene ciljeve, a koje se dalje razrađuje u detaljno tehničko rešenje za izgradnju.

Metodologija naglašava sistematski pristup korišćenju ćelijskog automata u arhitektonskom projektovanju radi unapređenja efikasnosti i kvaliteta prostornih rešenja tržnih centara.

Ovaj rad je izrađen upotrebom ćelijskog automata čiji je autor doc. dr Dejan Ecet, a lokacija za preuzimanje dostupna je na sledećem linku:

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



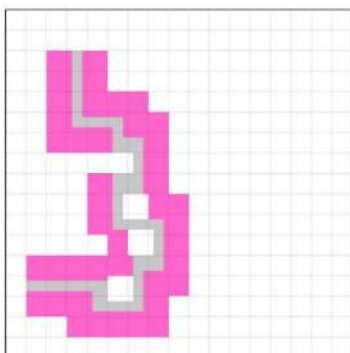
Slika 1. Varijante osnove koje je algoritam ponudio

2.1. Integracija ćelijskog automata za optimizaciju prostornih rešenja

Omogućava sistematski pristup generisanju arhitektonskih oblika. Koristi se matematički model koji primenjuje jednostavna pravila kako bi formirao kompleksne prostorne obrasce. Ovaj pristup uključuje definisanje ciljeva istraživanja, postavljanje parametara za generisanje oblika i evaluaciju varijanti prema estetici, funkcionalnosti i održivosti, što rezultira optimalnim arhitektonskim rešenjima za tržne centre.

2.2. Detaljna analiza i evaluacija generisanih varijanti

Nakon što su generisane različite arhitektonske varijante pomoću ćelijskog automata, sledi detaljna analiza svake varijante. Ova analiza obuhvata procenu kako svaka varijanta zadovoljava funkcionalne zahteve tržnog centra, estetske standarde, održivost u smislu energetske efikasnosti i ekoloških faktora, kao i procenu troškova izgradnje i održavanja. Na osnovu ove analize, mogu da se identifikuju i odaberu optimalna arhitektonska rešenja koja najbolje balansiraju sve ove faktore.

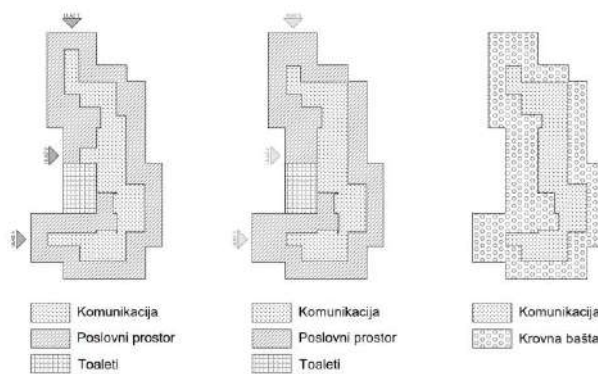


Slika 2. Oblik koji je odabran za dalju razradu osnove

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza primene algoritma ćelijskog automata u projektovanju tržnih centara otkriva izvanredne mogućnosti ovog naprednog pristupa arhitektonskom dizajnu. Odabir optimalne varijante osnove tržnog centra, koja uključuje tri atrijuma i izlomljene hodnike, ističe se kao ključni korak u stvaranju funkcionalno efikasnog i estetski atraktivnog prostornog rešenja.

Tržni centar ima prizemlje, dva sprata i prohodan krov, čime se postiže maksimalno iskorišćenje dostupne površine. Tri ulaza i strateški raspoređene pokretne stepenice dodatno poboljšavaju pristupačnost i funkcionalnost objekta, omogućavajući laku komunikaciju između različitih nivoa.



Slika 3. Šematski prikaz dobijene osnove

Estetska i funkcionalna analiza: Svaka varijanta osnove detaljno je procenjena u smislu estetike i funkcionalnosti. Analiza je obuhvatila kako će prostor biti percipiran od strane korisnika i posetilaca, kao i prednosti i nedostatke svake varijante u kontekstu stvaranja atraktivnog i funkcionalnog prostornog okruženja. Izabrana varijanta pruža optimalnu kombinaciju estetskih i funkcionalnih karakteristika, omogućavajući prijatno korisničko iskustvo i efikasno korišćenje prostora. Analiza troškova izgradnje i održavanja svake varijante omogućila je identifikaciju praktičnih izazova i mogućnosti za optimizaciju resursa. Diskutovane su strategije za balansiranje estetskih, funkcionalnih i ekonomskih faktora u cilju postizanja optimalnog rešenja. Izabrana varijanta osnove tržnog centra pokazala se kao najefikasnija i najisplativija, uzimajući u obzir sve relevantne faktore.

Diskusija o daljim koracima: Razmatrane su implikacije dobijenih rezultata za buduće istraživanje i praksu u projektovanju tržnih centara. Poseban fokus stavljen je na potencijalne inovacije u primeni ćelijskog automata za kreiranje adaptivnih i inteligentnih arhitektonskih rešenja koja mogu efikasno odgovoriti na dinamične zahteve urbanog okruženja. Ovi rezultati naglašavaju važnost ćelijskog automata kao naprednog alata u arhitektonskom dizajnu, pružajući uvid u njegov potencijal za stvaranje prostornih rešenja koja su istovremeno funkcionalna, održiva i estetski privlačna.



Slika 4. Konačni izgled eksterijera objekta

3. ZAKLJUČAK

Istraživanje koje je sprovedeno u ovom radu fokusiralo se na primenu ćelijskog automata kao naprednog alata za projektovanje, istražujući različite arhitektonske varijante kako bi se identifikovala najoptimalnija rešenja. Kroz sistematsku analizu, algoritam ćelijskog automata je pokazao svoju efikasnost u optimizaciji prostornih rasporeda i prilagođavanju specifičnim zahtevima dizajna.

Efikasnost prostornog rasporeda: Algoritam je omogućio generisanje hodnika i prostorija koje maksimalno koriste raspoloživi prostor, formirajući zglobove i atrijume koji poboljšavaju komunikaciju i pristupačnost unutar objekta. Ovo je rezultiralo tržnim centrom koji je lak za navigaciju i koji pruža prijatno korisničko iskustvo.

Fleksibilnost dizajna: Primena ćelijskog automata omogućila je brzu iteraciju kroz različite arhitektonske forme i rasporede, što je omogućilo da se istraži širok spektar rešenja pre nego što se odluče za optimalno. Ova fleksibilnost je ključna za prilagođavanje dizajna specifičnim urbanističkim i korisničkim zahtevima.

Estetska i funkcionalna kohezija: Algoritam je uspešno integrisao estetske i funkcionalne aspekte dizajna, stvarajući tržni centar koji nije samo funkcionalan već i vizuelno privlačan. Formiranje atrijuma i zglobova doprinosi estetskoj vrednosti objekta, dok istovremeno omogućava prirodno osvetljenje i ventilaciju.

Prednosti i izazovi: Primena ćelijskog automata u arhitektonskom dizajnu pruža brojne prednosti, uključujući fleksibilnost, adaptivnost i mogućnost brze iteracije. Međutim, ovaj pristup takođe nosi izazove, kao što su potreba za preciznim definisanjem početnih parametara i pravila, kao i kompleksnost analize i evaluacije generisanih rešenja.

Preporuke za buduća istraživanja: Za buduća istraživanja, preporučuje se dalje unapređenje algoritma ćelijskog automata, uključujući integraciju sa naprednim simulacionim alatima za procenu energetske efikasnosti i

ekološkog uticaja. Takođe, korisno bi bilo istražiti primenu ovog algoritma u drugim tipovima objekata, kao što su stambeni kompleksi i poslovne zgrade, kako bi se proširila primenljivost i korisnost ovog pristupa.

Zaključne misli Ovaj rad potvrđuje potencijal ćelijskog automata kao inovativnog alata za projektovanje. Kroz sistematski i iterativni pristup, uspešno su generisane i evaluirane različite arhitektonske varijante, identifikujući optimalna rešenja koja zadovoljavaju zadate kriterijume. Ova metodologija može značajno doprineti unapređenju arhitektonskog dizajna, pružajući alate za efikasno i održivo projektovanje budućih objekata.



Slika 5. Konačni izgled eksterijera objekta

4. LITERATURA

- [1] Boloria, N. (2008). Swarm urbanism: Social design computation. *Architectural Design*, 78(2), 56-63. doi:10.1002/ad.600
- [2] 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
- [3] Leach, N., Turnbull, D., & Williams, C. (Eds.). (2004). *Digital Tectonics*. Wiley-Academy
- [4] Hansmeyer, M., & Dillenburger, B. (2014). Digital Grotesque: Printing Architecture. *Architectural Design*, 84(1), 116-121. doi:10.1002/ad.1709

Kratka biografija:



Adham Al-Farra rođen je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti projektovanja na temu "Projektovanje tržnog centra uz pomoć ćelijskog automata" odbranio je 2024.god. kontakt: alfarraadham@gmail.com



ПРОЈЕКАТ СТАМБЕНО-ПОСЛОВНОГ КОМПЛЕКСА „САТЕЛИТ”

RESIDENTIAL AND BUSINESS COMPLEX „SATELIT”

Сара Коцић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад се бави истраживањем улоге архитектуре у побољшању друштвене кохезије кроз стратегије примењиване у дизајну вишестамбене зоне. У раду се предлаже концепт стамбено-пословног комплекса унутар насеља Сателит у Новом Саду. Главни циљ овог рада је поновна евалуација и преумеравање потреба становника предметног комплекса кроз имплементацију додатних садржаја и пренамену, те реконструкцију постојећих стамбених објеката.

Кључне речи: *Стамбена архитектура, Социјално становање, Модуларна архитектура, Пренамена постојећег објекта*

Abstract – *The paper investigates the role of architecture in improving social cohesion through strategies applied in the design of a multi-residential zone. The paper proposes the concept of a residential-business complex within the Satelit settlement in Novi Sad. The main goal of this work is the re-evaluation and redirection of the needs of the residents of the subject complex through implementation of additional contents and conversion of existing ones, and reconstruction of existing residential buildings.*

Keywords: *Residential architecture, Social housing, Modular architecture, Conversion of an existing building*

1. УВОД

Циљ овог рада јесте да обради тему улоге архитектуре у побољшању друштвене кохезије кроз стратегије примењиване у дизајну вишестамбене архитектуре и утицај исте на здравље својих корисника. Рад се бави истраживањем социјалне архитектуре и модуларног дизајна, и начина на које се овај вид пројектовања може искористити у контексту ревитализације постојећег стамбеног комплекса у насељу Сателит у Новом Саду.

Циљ истраживања јесте проналажење оптималног концепта стамбено-пословног комплекса који ће поспешити живот становника насеља Сателит у Новом Саду. У том духу је потребно наћи адекватан начин пренамене постојећих објеката, стварања нове, модуларне структуре која ће се надоградити на постојећу, као и увођења нових садржаја који ће довести до јачања заједнице.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Јелена Атанацковић Јеличић.

2. УТИЦАЈ АРХИТЕКТУРЕ НА МЕНТАЛНО И ФИЗИЧКО ЗДРАВЉЕ ЊЕНИХ КОРИСНИКА

“Whether people are healthy or not, is determined by their circumstances and environment. to a large extent, factors such as where we live, the state of our environment, genetics, our income and education level, and our relationships with friends and family all have considerable impacts on health ...” [1].

Пројекат Владе Уједињеног Краљевства *Foresight* пружа критичну масу доказа који су довели до дефиниције *Пет начина до благостања*. Докази сугеришу да мало побољшање благостања може помоћи у смањењу разних проблема менталног здравља, те помоћи одређеним људима да "процветају" [2]. Ово истраживање наводи пет активности, а архитектура може стварати просторни и социјални оквир за одвијање и подражавање сваке од њих.

Ових пет активности су:

- 1) Повезивање – количина и квалитет друштвених веза корелира са пријављеним благостањем, као и са физичким здрављем.
- 2) Физичка активност – постоје бројни докази из глобалних студија који показују да физичка активност смањује симптоме лошег физичког и менталног здравља.
- 3) Присутност и активно обраћање пажње – свест о мислима и осећањима као и обраћање пажње на садашњост смањује симптоме стреса, анксиозности и депресије.
- 4) Активно учење – докази показују да, касније у животу, они који учествују у музичким, ликовним и вечерњим часовима постижу веће субјективно благостање.
- 5) Давање – постоје докази да просоцијално понашање, на супрот егоцентричном, има позитиван утицај на срећу. Такве последице алтруистичког понашања односе се на трошење на друге, а не на себе, као и на волонтирање и нуђење помоћи.

3. СОЦИЈАЛНА АРХИТЕКТУРА

У већини земаља социјално становање нема много везе са разноликошћу заједнице којој је намењено. Идентификација и јединственост блока обично одређују екстеријер, док образац и структурирање

истог следи веома строга правила. Нажалост, нова урбана подручја се и даље граде користећи исте традиционалне идеје, што у великој мери резултира веома функционалистичким приступом репетитивности.

Већина објеката намењених социјалном становању се налазе у оквиру урбаних средина високе густине насељености, и показују лоше услове изграђеног окружења као што су несанитарни и оронули станови, близина штетних објеката, трафостаница или бучних, прометних подручја, лоша инфраструктура, ограничена повезаност са ширим контекстима суседства итд. [3].

Још неки од главних проблема у пројектовању социјалних стамбених објеката током протеклих година су:

- 1) Пројекти социјалног становања су често конципирани и изграђени као јефтине спаваонице.
- 2) Учешће корисника је потпуно искључено из процеса планрања.
- 3) Пројекти социјалног становања се ретко баве приступачношћу урбаној мрежи.
- 4) Геометрија оваквих објеката и конфигурација њихових саставних јединица даје мало или нимало простора за даљи развој, што онемогућава њихову еволуцију током времена.

Ове типологије је потребно обрнути, а силе које нас наводе да изнова понављамо исте грешке преусмеравати, све док не дођемо до финалног продукта архитектонског дизајна који подражава социјалну интеракцију и комплексне, мешовите намене које се уклапају у постојећу сложену урбану мрежу.

4. МОДУЛАРНА АРХИТЕКТУРА

Предности модуларног дизајна су:

- **Време** – Модуларни дизајн нуди предност уштеде времена јер омогућава брзу изградњу. Модули се довозе на градилиште, а затим се постављају, а овај процес рада на градилишту се преклапа са радом у производњи. Употреба машина и технологија аутоматизације такође помаже у побољшању овог процеса и смањењу времена потребног за изградњу.
- **Трошкови** – Време је новац, стога како се умањује трајање пројекта, експоненцијално се смањују и временски зависни трошкови. Такође, припрема локације и мобилизација модуларне структуре знатно је једноставнија, што опет доводи до смањења трошкова. И напоследку, проценат прераде код модуларног дизајна у поређењу са конвенционалним методама смањује се, као последица минималних активности на локацији, на свега 10 или 20%, што резултира смањењем трошкова за власнике, и мањим ризиком од прекорачења буџета за извођаче радова.

- **Одрживост** – Префабрикација или изградња ван локације помаже у смањењу прекомерне потрошње материјала и промовише чистију и здравију животну средину кроз смањење буке и деструкције на самом градилишту. Поред тога, познато је да модуларни дизајн пропагира употребу рециклабилног материјала.

- **Квалитет** – Примена контроле квалитета и управљање укупним, завршним квалитетом конструкције је у производним погонима далеко боља и ефикаснија у поређењу са њеном применом на лицу места.

5. СТУДИЈА СЛУЧАЈА – ИНСТАНТ ГРАД

Архитектонски пројекат "Инстант град" је визионарски концепт који преобликује урбана окружења као брзо примењиве, привремене структуре које могу да задовоље изненадне потребе корисника или организују догађаје великих размера. Ова концептуална шема дизајнера Бомки Ли и Чанг Кју Ли позива на коришћење празног ваздушног простора изнад постојећих зграда у Њујорку за стварање приступачних станова и јавних површина.

Идеја о оваквом граду произилази из потребе да се хитно одговори на ургентне градске изазове попут раста становништва, природних катастрофа и друштвених криза на ефикасан начин.

Дизајн се састоји од беле, модуларне, решеткасте структуре изграђене на постојећим ниским зградама, а зграда је замишљена као комбинација приступачних, кубичних стамбених јединица и јавних простора за активности у заједници. У овој шеми јавне површине заузимају нагнуте платформе назване „Живе површине“⁴ које постају средиште за интеракције засноване на заједници.

Кључни концепти Инстант града су:

- 1) Модуларна архитектура и префабрикација
- 2) Привремени и преносиви дизајн
- 3) Паметна инфраструктура и одрживост
- 4) Укљученост заједнице и партиципативни дизајн
- 5) Вишенаменски простор и прилагодљиво коришћење

Ови концепти узети су у обзир и служили су као инспирација при пројектовању стамбено-пословног комплекса „Сателит“.

6. ТЕХНИЧКИ ОПИС ПРОЈЕКТА

У склопу пројектног задатка на предмету Алтернативни приступи 2, професори су изабрали локацију у Новом Саду на којој је требало испројектовати комплекс мешовите намене. Идеја је била да се нова структура састоји од модуларних јединица које својом величином, обликом и диспозицијом не би реметиле постојеће стамбене објекте на парцели.

Локација се налази у насељу Сателит у Новом Саду, у близини Сателитске пијаце, између Булеvara Јована Дучића на северозападу и Футошког пута на југоистоку, те Булеvara Кнеза Милоша на југозападу и улице Бате Бркића на североистоку.



Слика 1. Увођење новог коловоза који би повезивао две постојеће саобраћајнице

Новопроектована структура замишљена је као пример модуларног, социјалног становања и може се поделити на три кључне зоне: зону пословања смештену у постојећим објектима у приземљу и остварену кроз креирање радионица и занатских радњи, зону заједничких, јавних површина које подстичу интеракцију између корисника и јачање заједнице, и на зону становања, структуру формирану од модула и постављену на сам врх комплекса.

Кроз низ мера, попут рестаурације и адаптације постојећих објеката, пренамене истих и увођења нових садржаја, као и креирања потпуно нове модуларне мреже постижу се изванредни услови за живот – комплекс је замишљен као град у граду, место где корисници могу да живе, раде, те да се рекреирају, чиме је обезбеђено константно напредовање и стварање бољих услова за њихову будућност.

Као полазна тачка за обликовање простора послужили су сами постојећи, стамбени објекти. Њихова једноставна, правоугаона, лонгитудинална основа остаје непромењена, како би се задржале озелењене површине и високо растиње између њих. Било је потребно размишљати у правцу који би обезбедио очување што више постојећег, и додавање новог зеленила, како би се корисницима обезбедило здраво, еколошки ефикасно окружење. Ови постојећи објекти ипак, у својој унутрашњости, подвргнути су променама које ће омогућити пренамену истих у простор предвиђен за одвијање пословног садржаја.

На крову постојећих стамбених зграда који су пренаменом постали пословни објекти, замишљено је формирање разноврсних садржаја за одмор и рекреацију. Ови простори су у појединим деловима наткривени стамбеним јединицама које се међусобно прожимају изнад њих, чиме су неки од њих заклоњени од атмосферских појава попут кише и ветра. Уколико се комплекс посматра са улице, могуће је видети одвијање различитих садржаја на отвореном, а кровна површина сваког од пословних објеката обезбеђује одвијање друге активности, па је тако један од њих замишљен као скејт парк, други као пијаца, трећи као

уметнички дистрикт предвиђен за уличну уметност и излагање уметничких радова, четврти као мини-парк за рекреацију старије популације итд.



Слика 3. Визуализација централног трга унутар стамбено-пословног комплекса



Слика 4. Визуализација скејт парка на крову једног од постојећих објеката

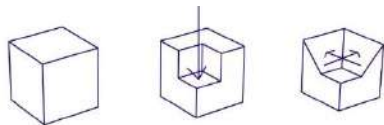


Слика 5. Визуализација дечијег игралишта на крову једног од постојећих објеката

Напослетку, на самом врху комплекса, формирано је становање које користи модуларност за максимизирање разноликости. Употребом модуларне мреже створен је систем који се може прилагодити људима и њиховим потребама, а не обрнуто.

Квадрат представља полазну тачку у развоју модула. Променом једноставне форме квадрата и постављањем једног дела крова на нижу висину у односу на слеме, добија се основни модул који ће се накнадно

моћи проширити у основи или повећањем броја етажа. Овај кров представља најситакнутије обележје стамбених јединица, и постаје једна додатна, мултифункционална зона. Кровови ће, заједно са фасадом приватних јединица чинити део персонализованог простора који ће корисници уређивати према сопственим потребама.



Слика 6. Дијаграм развоја модула

Неизоставни део форме јесу и плоче које се протежу уз стамбене јединице по и чине основне комуникационе просторе којима се приступа самим приватним јединицама, као и осталим плочама које се налазе изнад и испод њих. Ове платформе су ограђене жичаном мрежом која се протеже од приземља до последњег спрата, и представљају окружење за одвијање низа активности. Овај међупростор или отворени мост који спаја етаже, приватне јединице и полујавне и јавне садржаје се може описати као јединство сепарације и кохезије, илити простор који се истовремено понаша као једна соба и много њих.



Слика 7. Визуализација стамбено-пословног комплекса

5. ЗАКЉУЧАК

Како друштво расте и мобилност у градовима се повећава, градови се суочавају са низом препрека и изазова, као што је потреба за јефтиним смештајем становништва и пружањем доброг квалитета живота и стабилне друштвене и еколошке инфраструктуре. У циљу прилагођавања тренутном тржишту, архитектура мора бити флексибилна а архитекте морају прилагодити свој дизајн потребама становника. Такође, обезбеђивање пропратних садржаја и стварање мултифункционалних простора може позитивно утицати на јачање заједнице међу становницима, али и на јачање социјалне и економске инфраструктуре целог насеља.

Још један закључак до ког смо дошли посредством предметног истраживања јесте неминовност предности модуларног дизајна над стандардним, конвенционалним дизајном. Употребом модуларне структуре можемо створити јефтине стамбене јединице високог квалитета за свакога, те архитектуру прилагодљиву растућим потребама становника.

Пројекти који су осмишљени на основу комбинације ових пракси могу одговорити на променљиве потребе становника током дужег временског периода. Овим би се потреба за сталном селидбом смањила, и станари не би напуштали своје домове како би задовољили своје потребе. На овај начин можемо дизајнирати објекте који ће се прилагођавати својим станарима, а не обрнуто, и који ће пружити здраво, одрживо, интерактивно животно окружење у ком корисници могу заједно уживати у суживоту, раду и дељењу трошкова одржавања.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Светска здравствена организација (СЗО), The determinants of health, фебруар 2017.
- [2] Foresight's Mental Capital and Wellbeing project, *Five Ways to Wellbeing*
- [3] Fuller, Sermsri, Edwards, Vorakitphokatorn; *Housing, stress, and physical well-being: evidence from Thailand*
- [4] <https://www.dezeen.com/2017/04/20/beomki-lee-chang-kyu-lee-envision-instant-city-living-air-right-affordable-housing-for-abandoned-airspace-new-york/>

Кратка биографија:



Сара Коцић рођена је у Новом Саду 1998. године. Мастер рад из области Архитектонско пројектовање – Пројекат стамбено-пословног комплекса „Сателит” одбранла је на Факултету техничких наука 2024. године.

контакт:
sarah.kocic@gmail.com



КОНЦЕПТ ЕНТЕРИЈЕРА КОКТЕЛ БАРА КРОЗ ПРИМЕР БАРА У БЕОГРАДУ THE CONCEPT OF COCKTAIL BAR INTERIOR DESIGN THROUGH THE EXAMPLE OF A BAR IN BELGRADE

Урош Пајић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА

Кратак садржај – Тема рада обухвата истраживање коктел барова као типологије у дизајну ентеријера, ближе објашњавајући коктел културу и природу оваквих простора кроз пројекат коктел бара „Централ“ у Београду. Пројекат представља спој различитих, али и контрастних елемената, обухвата испитивање бројних елемената ентеријера, од атмосфере, осветљења, материјализације и мобилијара.

Кључне речи: Дизајн ентеријера, коктел бар, савремени дизајн

Abstract – The topic of this paper encompasses the exploration of cocktail bars as a typology in interior design, providing a closer explanation of cocktail culture and the nature of such spaces through the project of the cocktail bar "Central" in Belgrade. The project represents a fusion of various, yet contrasting elements, encompassing the examination of numerous interior elements, from atmosphere, lighting, materialization and furniture.

Keywords: Interior design, cocktail bar, contemporary design

1. УВОД

Ентеријери, као облик архитектонског дизајна, све више добијају ефемерне карактеристике и склони су честим променама које рефлектују тренутне трендове и стилове. Ова стална еволуција одржава простор свежим и инспиративним, прилагођавајући његову атмосферу различитим наменама и корисницима. У приватним ентеријерима промене су често естетске и функционалне, док у јавним објектима, као што су угоститељски, адекватно дизајнирани ентеријери доносе економске бенефите и привлаче нове кориснике. Коктел барови представљају специфичан пример јавних објеката где ентеријер игра кључну улогу у креирању угодне и привлачне атмосфере. Савремени коктел барови, оријентисани на припрему и сервирање коктела, истичу се креативношћу и иновацијама, нудећи јединствена просторна и гастрономска искуства кроз необичне комбинације укуса и арома.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Радомир Којић.

1.1. Коктел

Коктел је смеша неколико супстанци, обично течних. Коктел се може припремити од најмање две врсте различитих пића. У рецепту се могу препоручити три и више врста разних алкохолних и безалкохолних пића. Припремају се у шејкеру, чаши за коктел или директно у услужној чаши.

Када мешано пиће садржи само дестиловано жестоко пиће и ликер, то је дуо, а када се додаје крем или ликер на бази креме, то је трио. Додатни састојци могу бити шећер, мед, млеко, крем и разно биље [1].

1.2. Појам спикизи бара

Спикизи (енг. *Speakeasy*) тренд је настао у време забране производње, продаје и транспорта алкохола (1920 – 1933) у Сједињеним Америчким Државама. Било је несавесно и илегално у то време продавати и конзумирати алкохол, па су се кришом отварали барови и служио се алкохол иза затворених врата, на дискретним локацијама уз резервисану атмосферу, огромне коцке леда, коктеле и одређена правила уласка. Они су често били „барови само са позивницом“ са лозинкама како би се осигурало да праве особе ходе кроз врата.

Неке промене су настале у времену када су се спикизи формирали; једна од њих била је и интеграција. Људи свих раса, црни или бели, били су заједно и мешали се. Људи су се мешали и имали веома мало или никаквих проблема. Спикизи су такође имали велики утицај на културу током периода Прохибиције, и постали су фокална тачка. Филмови су били ограничени у приказивању алкохола на екрану, али неки су ипак наставили да то раде зато што су осећали да тако приказују начин на који Американци живе [2].

1.3. Циљ

Коктел барови, као јако популарна типологија угоститељских објеката, остају специфични у својој функцији кроз време, али се данас њихов концепт све више меша са осталим учесталијим типовима угоститељских објеката. Из тог разлога многи објекти овог типа, иако названи коктел барови, губе своју аутентичност и карактеристике које их чине коктел баровима.

Анализом постојећег стања и дате намене било је потребно формирати простор који чува све оригиналне идеје које оваква типологија заступа, при чему се простору даје нови, савремени оквир.

2. ОПИС ЛОКАЦИЈЕ И ПРОГРАМА

Коктел бар обухваћен предметним задатком налази се у Београду, у Старом граду, на углу улица Краља Петра и Змаја од Ноћаја. Овај део града карактеришу уске улице, аутентични кафићи и ресторани, као и културни центри који привлаче људе различитих интересовања. Коктел бар се налази у приземљу стамбене зграде и карактеристичан је по томе што представља седиште Удружења бармена Србије. Удружење бармена Србије је струковна организација, усмерена ка едукацији професионалних кадрова из области *бартединг*-а и промоцији коктел културе.



Слика 1. Детаљ постојећег стања коктел бара

3. ТЕМА

Коктел барови могу имати различите визуелне карактеристике у зависности од типа. Они носе специфичне идеје употребе простора и атмосфере. Главна идеја пројекта била је имплементација ових идеја у дизајнерске и функционалне елементе који стварају нови идентитет бара. Овај тип бара има два простора који могу функционисати независно, стварајући различите атмосфере. Важно је било имплементирати разноврсне елементе ентеријера који формирају кохезију у дизајну и индиректно комуницирају. Ефекат је постигнут употребом различитих материјала, текстура, типова осветљења и мобилијара. Атмосфера игра кључну улогу у искуству корисника, те мора бити прилагодљива и ненаметљива, фокусирајући се на намену простора.

3.1. Боја

Употреба боје у ентеријеру има различите дизајнерске намере у зависности од намене простора. Светле боје визуелно повећавају простор, док тамне стварају интимну атмосферу и могу га визуелно смањити. Боје могу утицати на расположење корисника. У угоститељским објектима попут коктел барова, боје се користе за стварање интимне атмосфере и упечатљивих контраста који приближавају кориснике атмосфери простора.

3.2. Материјализација

Материјализација дизајна унутрашњег простора даје му идентитет. Одабир материјала зависи од намене простора, дизајнерског концепта и фреквенције коришћења. У коктел баровима, материјали морају бити усклађени са дизајном и сегментом ентеријера. Поред визуелних, потребно је узети у обзир и функционалне карактеристике материјала.

3.3. Осветљење

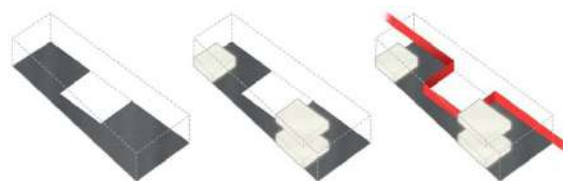
Осветљење у ентеријеру је кључни елемент који утиче на атмосферу, функционалност и естетику простора. Постоји више типова вештачког осветљења: радно осветљење за основне активности, амбијентално за генералну светлост и акцентно за истицање појединих елемената. У јавним просторима је пожељно имати разноврсне могућности осветљења како би простор био прилагодљив различитим корисницима и сценаријима. Текстуре треба осветлити у складу са тим да ли их треба више или мање истакнути. Поред вештачког, важно је и природно светло, нарочито ако је ентеријер повезан са спољашњим простором. Комбиновањем различитих врста осветљења може се постићи баланс између практичности и естетике, прилагођен специфичним потребама и стилу ентеријера.

4. УРЕЂЕЊЕ ЕНТЕРИЈЕРА

4.1. Концепт

Коктел бар из предметног задатка подељен је на две целине, повезане комуникацијом. Прва, већа целина је јавни барски простор, док друга, мања, служи за обуке запослених и има интимнију атмосферу.

Главна идеја је успоставити униформан идентитет простора кроз јасну везу две целине. *Црвена линија*, која обухвата високо седење и зидне облоге, елемент је који повезује просторе и даје им јасан и смео идентитет. Црвена боја је одабрана због својих симболичких и визуелних карактеристика, истичући се у тамној атмосфери бара. Барски простори су жижне тачке које емитују светло и обезбеђују амбијентално осветљење, откривајући текстуре у тамнијим деловима. Концепт формира адекватну атмосферу за коктел бар и даје му нови, препознатљив идентитет.



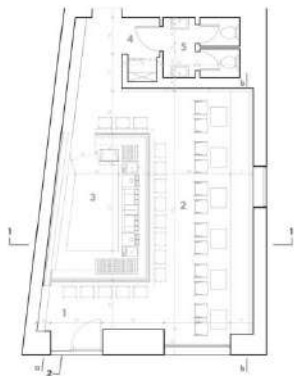
Слика 2. Формирање елемената идентитета у простору

4.2. Први сегмент бара

Коктел бар из задатка је концептуализован са јасним функционалним и визуелним целинама које придоносе униформитету простора. Улазни део бара је примарни сегмент, одвојен од остатка простора, обезбеђујући приватнију атмосферу и фокус на приказивању трофеја и награда. Црвена линија, која се пружа од улаза ка ходнику и другим деловима бара, служи као визуелни идентитет и континуитет простора. Главни барски простори су конципирани као кубична скулптура у простору, обложени поликарбонатним плочама које стварају ефекте слојевитости осветљења.

Овде се налазе две барске станице за ефикасну припрему пића, док је иза них зид обложен необрађеним алуминијумским панелима који преко својих рефлексија доприноси додатном осветљењу и динамичности простора.

Високо седење у црвеној боји и зидне облоге истичу седеће зоне, придоносећи укупљавању целокупног дизајна бара. Концепт „брзог коктел бара" намеће се као основа овог дела, привлачећи кориснике за кратко време са брзом и учинковитом припремом пића.



Слика 3. *Сегмент основе већег барског простора*

Изложене флаше и различите врсте пића улазе у игру као динамички елементи који уносе текстуре и богатство у простор, истовремено креирајући изложбени простор за приказивање асортимана пића коктел бара.

Материјализација овог простора фокусира се на функционалне захтеве сваке зоне, док различите текстуре и осветљење улазе у комбинацију да створе хармоничан и упадљив дизајн.

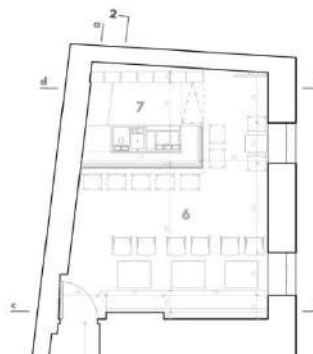
Складиште је било битан аспект у овом пројекту. Поред видљивих полица за пиће, осмишљено је неколико типова складиштења. Први начин укључује зону у ходнику до тоалета, одвојену завесом за брз приступ пићу и приватност. Други вид складишта је интегрисан у обликовање бара, који се континуирано пружа ка ходнику. Овај сегмент служи и као додатно складиште и станица за плаћање. Трећи вид складишта је интегрисан у високо седење, где седални део служи као поклопац за складиштење додатног пића.



Слика 4. *Амбијентални приказ првог сегмента бара*

4.3. Други сегмент бара

Како већи део бара представља „брзи бар“, тако је мањи сегмент конципиран као врста тзв. „споријег бара“. Овај простор се у великој мери поклапа са идејом спикизи барова. Замишљен је као простор без светлосних инсталација, узимајући идеје претходног сегмента и испољавајући их на сведенији и суптилнији начин. Функционално, корисници овог простора чешће су запослени бара, те је замишљено да се у овом делу држе презентације и обуке новозапослених. Овај мањи сегмент није замишљен да у свој простор пушта било које кориснике који уђу у бар и између њега и ходника ка примарном делу постоје врата. Постоји знатно мање места за седење од већег сегмента. Било је јако важно наставити исти концепт, уз изузимање свих елемената који су претходни сегмент чинили динамичнијим и отворенијим простором. Овај простор је морао бити интимнији, визуелно мање простран и са мање драматичним осветљењем.



Слика 5. *Сегмент основе мањег барског простора*

Барски простор представља једноставну кубичну структуру исте материјализације као и већи бар, али са једном барском станицом и без икаквих додатних светлосних инсталација изнад шанка. Осветљење шанка је црвене боје. Овим путем црвена линија добија свој крај – простор осветљен црвеним дифузним светлом.



Слика 6. *Амбијентални приказ другог сегмента бара*

4.4. Пројектовање осветљења

Планирање осветљења је играло кључну улогу у концепту коктел бара. Циљ је био увести различитих нивоа осветљења како би се простор прилагодио различитим потребама и атмосферама. Главни фокус је био на употреби амбијенталног светла ниског интензитета, што је допринело стварању сложене и флексибилне осветљене околине.

Поред амбијенталног осветљења, постојало је радно осветљење у зонама бара и тоалета, што је осигурало функционалност и комфор корисницима.

Акцентно осветљење је такође играло важну улогу. Линеарне ЛЕД траке по горњем ободу црвене линије су истакле елементе у простору и осветлиле зидне површине, док су линијске неонске висилице изнад високог седења додавале топлу светлост и допринеле угодној атмосфери.

Особеност је у томе што сва осветљења нису морала да буду истовремено активна, што је омогућило флексибилност у промени амбијента у складу са потребама тренутка. Такав приступ је омогућио бару да се брзо промени од интимне до динамичније атмосфере само активирањем одговарајућих осветљења.

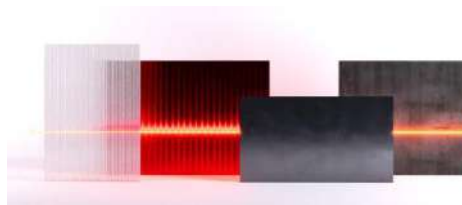


Слика 7. Амбијентални приказ

4.5. Материјали

Простор коктел бара је дизајниран да споји различите материјале у хармоничну целину. Барски део је обложен материјалом који дифузно пропушта светлост, док седење представља црвену линију од коже и профилисаног лима у боји који се истичу у простору. Рефлективни материјали на зидовима доприносе визуелном проширењу простора.

Шанк је обложен поликарбонатним панелима који пропуштају и емитују светлост и доприносе урбаној естетици простора. Светлосна инсталација изнад шанка такође користи поликарбонат за дифузију светлости.



Слика 8. Доминантни материјали коришћени у пројекту

4.6. Мобилијар

Простор је опремљен разноврсним мобилијаром који је саставни део идентитета коктел бара. Како постоји више врста седења, за високо седење уз зид дизајниран је простор за седење тапациран кожом и обложен профилисаним лимом. Столица „Форм“ фирме *Норман Копенхаген* у простору се појављује у два дезена, као комплетно црна и као варијација са црвеним седиштем и црним ногама.

5. ЗАКЉУЧАК

Коктел култура је у порасту на нашим просторима, стварајући потребу за адекватним и функционалним просторима који успешно одговарају на ове изазове. Пројекат је дизајниран са јасним фокусом на креирање угодне атмосфере која се лако прилагођава различитим типовима окупљања.

Црвена линија која повезује различите елементе у простору креира јединствени и униформни идентитет, подстичући комуникацију и отвореност међу посетиоцима. Простор нуди топлу атмосферу и функционалност која је неопходна за свакодневно коришћење, укључујући места за различите потребе корисника и запослених.

У савременом пројектовању ентеријера, овакви концепти су од изузетне важности, јер омогућавају стварање простора који су не само лепо, већ и функционални, прилагодљиви и инспиративни за кориснике. Кроз пажљиво планирање и креативну употребу елемената ентеријера, могуће је креирати јединствене просторе који рефлектују идентитет и вредности које желе да пренесу.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. ДеГроф, „*The Craft of the Cocktail*“, Clarkson Potter, Њујорк, 2002.
- [2] Д. Окрент, „*Last Call: The Rise and Fall of Prohibition*“, Scribner, Њујорк, 2010.

Кратка биографија:



Урош Пајић рођен је у Ваљеву 2000. године. Дипломирао је на основним студијама 2023. године на Департману за архитектуру и урбанизам на Факултету техничких наука. Мастер рад из области Дизајн ентеријера брани 2024. године.
контакт: urosftn@gmail.com



PROJEKTOVANJE LUKSUZNE VILE

DESIGN OF A LUXURIOUS VILLA

Ognjen Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Fokus projektnog zadatka zasnovan je na istorijskoj analizi projektovanja luksuznih vila i na studiji slučaja referentnih objekata koji su ostavili veliki trag na dalje projektovanje ovakvih objekata. Na osnovu izvedenih zaključaka izrađeno je projektantsko rešenje koje nadopunjuje kontekst u kome se nalazi.

Ključne reči: Vila, kontekst, duh mjesta, lokacija, prirodni materijali

Abstract – The focus of the project task is based on the historical analysis of the design of luxury villas and the case study of reference objects that have left a significant mark on the further design of such structures. Based on the conclusions drawn, a design solution was developed that complements the context in which it is located.

Keywords: Villa, context, spirit of the place, location, natural materials

1. UVOD

Ovaj rad se bavi istraživanjem teme projektovanja luksuznih objekata za stanovanje kroz istoriju, od antičkog perioda pa sve do savremenih objekata 21. veka. Vile kao vrsta luksuznog stanovanja postoje još od antičkog perioda gde su vladari ili imućni ljudi hteli da pomoću luksuznih kuća prikažu svoje bogatstvo i moć drugim ljudima.

Projektovanje i izgradnja ovakvog tipa objekta predstavlja kompleksan proces koji uključuje više disciplina i aspekata, od arhitekture i dizajna do ekologije i praćenja najnovijih tehnoloških trendova. Kroz ovaj rad će biti reči o različitim elementima koji doprinose stvaranju jedinstvenih i funkcionalnih objekata i kako su različiti arhitekti kroz različite vremenske periode gledali na ovu temu. Počevši od izbora lokacije koja predstavlja ključnu ulogu u daljem radu na izradi projekta jer svaka lokacija je specifična i ima svoj „duh mesta“ koji je neophodno prepoznati na najbolji mogući način kako bi se objekat uspešno integrisao sa svojim okruženjem.

Pored same istorijske analize, i analize odabrane lokacije, ovaj rad se bavi i studijom slučaja nekoliko specifičnih primera luksuznih vila koje su ostavile veliki pečat na dalje projektovanje ovakvog tipa objekata. Zajedno sa istorijskom analizom, ovaj rad treba da postavi temelj izradi projektnog zadatka sa istoimenom temom – projektovanje luksuzne vile. Možemo odmah da zaključimo da je projektovanje i izgradnja luksuznih

NAPOMENA:

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

vila multidisciplinarni, ekologiju i sl. Samo uz detaljna istraživanja i jakom spregom ovih disciplina se može dobiti zadovoljavajući rezultat koji će da odgovara savremenom načinu života.

2. ISTRAŽIVAČKI DIO

Kroz istorijsku analizu razvoja vila kao arhitektonske tipologije možemo da sagledamo do kakvih je promjena došlo u pristupu projektovanja i izgradnje luksuznih kuća od perioda egipatske civilizacije pa sve do 21. vijeka.

2.1. Vile u egipatskom periodu

Visoki dostojanstvenici i faraoni stanovali su u velikim objektima, koji su funkcionalno bili podijeljeni na javni (sala za prijem) i privatni dio u kojem se osim prostora za stanovanje porodice nalazio i dio za posluhu, ekonomat i dio za domaće životinje [1].

2.2. Vile u rimskom periodu

Rimska stambena arhitektura poznaje dva tipa objekata: domusi i insule. Domus potiče od etrurske seoske kuće koja je služila jednoj porodici.[1]. Među najstarijim rasporedima porodične kuće Rimljana najznačajniji je u Pompeji, gde se oko atrijuma, a kroz širi otvor u krovu osvetljava trijem, a desno i levo su male spavaće sobe. Prostorije oko atrijuma su bez prozora, a osvetljene su jedino kroz vrata iz atrijuma. U sredini ovoga obično je plitak basen katkad izgrađen od mermerna (impluvium) u kome se skupljala kišnica sa krova, a odatle je sprovedena kanalom u podzemnu cisternu. Naspram ulaza po dužoj osovini atrijuma je otvorena prostorija bez vrata i ona je služila za prijem te je i više ukrašena [2].

Unutrašnja dekoracija ovakvih kuća često je veoma raskošna: mermer i mozaik su u velikoj primeni; čak i kod skromnijih kuća Pompeja polaže se pažnja na unutrašnju obradu zidova i podova, gde se u velikoj meri oseća uticaj helenizma [2].

2.3. Vile u periodu srednjeg vijeka

Sa najezdom varvara, vile su u srednjem veku uglavnom napuštene, opljačkane i razorene. Oko onih koje su opstale tokom narednih vekova su se razvijala utvrđenja i manastiri [3].

2.4. Vile u periodu renesanse

Za renesansnog pokrovitelja, gradnja u prirodi zadovoljavala je više želja. Značajna kuća je uspostavljala vlasništvo nad zemljom i projektovala seniorijalno prisustvo u regionu. Vlasništvo nad zemljom pružalo je finansijsku sigurnost, beg od zdravstvenih rizika grada, političku prednost i zadovoljstvo prirode. Život na selu nudi zadovolj-

stva u svakom domenu, kaže Meser Avogadro: čist vazduh, poljoprivreda, lepi prizori i radna seljačka klasa [4].

U petnaestom i šesnaestom veku postoji novi stav prema životu na selu. Stvaranje ideologije renesansne vile, ili skupa verovanja o zadovoljstvima i prednostima seoskog života, oblikovalo je percepciju čak i najtradicionalnijih struktura. Gradnja na selu bila je stara koliko i sama arhitektura, a Vitruvije kaže da je arhitektura počela kada su se ljudi okupili oko vatre i izgradili skloništa. Ruralni život je nastavio na iste načine kao i pre, ali kao i sa urbanom palatom, renesansni pokrovitelji i arhitekti verovali su da arhitektura može projektovati ideale i aspiracije vlasnika. Seoska kuća bila je produžetak pojedinca i porodice u svet [4].

2.5. Vile u periodu baroka i rokoko-a

Tokom baroknog perioda, plemići, trgovci i finansijeri su delili novi entuzijazam za izgradnju privatnih rezidencija. Urbane palate i seoske vile koje su naručivali otkrivaju širok spektar nacionalnih i regionalnih varijacija. Gradske kuće su se razvijale u višespratne strukture sa raskošnim unutrašnjim dekoracijama, posebno tokom osamnaestog veka. Seoske vile su nastavljale tradiciju uspostavljenu u italijanskoj renesansi integracijom zgrada i vrtova sa prirodnim pejzažom. Namijenjene kao mesta za odmor, takve rezidencije su često bile okružene opsežnim vrtovima. Dizajn za ceo pejzaž često je bio ilustrovan velikim modelima, dok su manji modeli pravljeni za pojedinačne vrtne zgrade, kao što su paviljoni i kule [5].

Prave linije i ravne površine, u baroknoj arhitekturi, zamenjeni su krivim linijama i valovitim površinama koje ostvaruju u arhitekturi pokret, stalno prisutnu ideju baroka. Pokret u baroknoj arhitekturi postiže se i izdizanjem i naglašavanjem srednjeg dela građevine ili pojedinih masivnih isturenih konstruktivnih elemenata. Pokret se u ekstremnim slučajevima pojačava mlazovima vode, fontanama, koje često dopunjuju arhitekturu. Zato je barokno doba ostavilo veliki broj fontana, a najčešće u sastavu različitih skulpturalnih kompozicija. Elementi barokne arhitekture su često velike volute, koje služe da harmonično povežu dve tačke različite visine i naglašavaju pokret [1].

2.6. Vile u periodu XIX i XX vijeka

XIX vijek: Kao i seoska kuća, vila je takođe više individualna. U njoj se društvene vrline iskrenije praktikuju, dužnosti i lepote života imaju više značenja, karakter ima više prostora da razvije svoje najbolje i najfinije osobine nego unutar zidina gradova. U ovom najkulturnijem životu na selu, sve doprinosi buđenju finijih osećanja naše prirode [6].

Vila bi zaista trebalo da bude privatna kuća, gde su lepota, ukus i moralna kultura kod kuće. U finim linijama cele građevine, bilo dostojanstvene, graciozne ili slikovite, u prostranim ili raznolikim verandama, arkadama i prozorima, u odabranim oblicima prozora, dimnjaka, korniša, umetničko znanje i osećaj imaju punu slobodu; dok u rasporedu prostranih apartmana, posebno u posvećivanju dela za biblioteku ili kabinet posvećen knjigama, i u tom uzvišenom redu i sistemu celog plana, koji ukazuje na unutrašnji domaći život, nalazimo razvoj intelektualne i moralne prirode koja karakteriše najkulturnije porodice u njihovim seoskim kućama [6].

XX vijek: Art nuvo, secesija i jugendstil javljaju se kao reakcija na eklekticizam još krajem XIX vijeka i uspješno pokazuju preživjelost istorijskih stilova. Dekorativni motivi koji koriste ovi pravci su sasvim novi, zasnovani na motivima iz prirode. Dekorativne biljne forme, uzete iz prirode, prilagođene su novim građevinskim materijalima – čeliku i staklu [1].

MEĐURATNI PERIOD

"Arhitektura nema ničega zajedničkog sa 'stilovima'. Stilovi Lujeva XIV, XV i XV ili gotika su arhitekturi ono što i perje na glavi žene; to je ponekad lijepo – ali ne uvijek – i ništa više" [7].

Neki od najznačajnijih arhitekata ovog perioda su: Valter Gropius, Mis van der Rohe, Frank Lojd Rajt i Le Korbizije.

POSLERATNI PERIOD

Nakon Drugog svjetskog rata, arhitektura vila pretrpjela je značajne promjene uz raznovrsne stilove i nove tehnologije. U Evropi, mnoge vile su rekonstruisane ili obnovljene, a nove izgrađene sa akcentom na funkcionalnost, komfor i inovacije u dizajnu. U Sjedinjenim Američkim Državama, vile su se razvile u različitim stilovima kao odgovor na potrebe za stambenim prostorom i luksuzom u poratnom periodu. Jedna od najpoznatijih vila iz ovog perioda je kuća Frensvort arhitekta Mis Van Der Roa, izgrađena u SAD-u.

DRUGA POLOVINA XX VIJEKA

U drugoj polovini XX vijeka javljaju se izvjesne promjene u stvaranju arhitekture. Ona postaje znatno dinamičnija. Ta orijentacija osjeća se kako u arhitektonskim djelima poznatih arhitekata starije generacije, tako i u djelima mlađih arhitekata. Nove karakteristike arhitekture posle pedesetih godina su sloboda u organizaciji prostora, primjena mobilnih arhitektonskih formi, naglasak na lakoći konstrukcije, kao i intenzivna industrijalizacija gradnje i upotreba novih, još savremenijih tehnologija gradnje i novih materijala [1].

2.7. Vile u savremenom periodu

Savremene vile obično predstavljaju luksuzne rezidencije koje kombinuju moderan dizajn, visok nivo udobnosti i tehnološke inovacije. Karakteristike ovakvih vila su: moderan dizajn, tehnološke inovacije, održivost, luksuzni sadržaji, povezanost sa prirodom i sl.

3. STUDIJA SLUČAJA

Kroz studiju slučaja tri luksuzne vile koje su ostavile trag na istoriju, možemo da zaključimo kako se tipologija ovakvih objekata razvijala kroz vrijeme, koje su osnovne karakteristike ovakvih objekata i šta su oni predstavljali u vremenu kada su izgrađeni.

3.1. Vile Rotonda (Kapra)

Rotonda je dvojno simetrična kuća čijih su sve četiri fasade rešene na isti način, sa četiri fasade na kojima ističu četiri ponika – ulazna motiva, portala na stubovima koji naglašavaju vrata, ulaz, susret spoljašnjeg svijeta sa unutrašnjim ambijentom kuće. Plemić iz Vićence Almerigo, za koga je Paladio gradio Rotondu, mogao je

tako iz centralnog kružnog prostora palate polaziti na sve četiri strane, ka četiri vidika nepomućene geografije i osvjetljenih trava bliskog mediteranskog sunca. Umni i već uveliko nadahnuti Paladio čvrstom i cjelovitom teorijom o vrijednosti arhitekture, ne prilagođava se prirodi. On sa njom stupa u ravnopravan razgovor postavljajući u valoviti i živi topografski milje građevinu stroge, pravilne organizacije, kvadratne osnove, geometrijskog sklopa koji se oblikuje u svedenim i zatvorenim masama obodnih zidova [8].

3.2. Vile Savoje

Vila Savoje je vjerovatno najznačajnija od svih zgrada koje je Le Korbizije uspio da izvede dvadesetih godina; "...Rotonda dvadesetih godina"... kako je opisivao Posener, dodajući "... možda u stvari više jedan principijelni stav nego kuća". Kao što se često dešava u istoriji novije arhitekture, kuća projektovana za određenu ličnost ili za samog arhitektu postaje sredstvo koje omogućava prve nove ideje. Princip koji nagovještava Posener su "pet tačaka arhitekture" koje su ovde ostvarile i svoj arhitektonski izraz [9].

Čitajući ove dijelove teksta koji se odnose na lokaciju i opšti položaj zgrade sjetićemo se Paladijevog opisa vile Rotonde: "Vila je građena veoma jednostavno za vlasnika bez predrasuda ni modernih ni starih. Njihova ideja bila je jednostavna - oni su posjedovali jedan veličanstveni teren sa livadama okružen šumom, htjeli su da žive na zemlji i bili su povezani autoputem sa Parizom na udaljenosti od samo 30 km... Jedna druga stvar: okolina je izvanredna, sa podjednako lijepim livadama i šumom, ništa se ovdje ne bi moralo promijeniti. Kuća će kao objekat da lebdi iznad livada ne ometajući bilo šta. A na drugom mjestu: stanovnici koji su ovdje došli da žive, budući da je zemljište sa svojim seoskim životom tako lijepo, biće u mogućnosti da posmatraju zemlju koja je ostala nedirnuta, sa svojih visećih vrtova ili kroz njihove duge prozore, na sve četiri strane" [9].

3.3. Kuća na vodopadu

Kako nas podsjeća Glenski, kuća na vodopadu je u skladu s prirodom koliko god je to arhitektonski moguće. Sagrađena iznad vodopada, usidrena na stijenu koja se diže kroz dnevnu sobu kuće – kuća je praktički neodvojiva od okoline u Apalačima (konkretno, u jugozapadnoj Pensilvaniji) u kojem se nalazi. Kaufman je kuću naručio 1934. godine, sa željom da ima pogled na vodopad u Bear Runu u okrugu Fayette. Ali, Rajt ga je nagovarao da kuću napravi odmah iznad slapa, riječima "želim da živiš sa slapom, a ne da ga samo gledaš"[10].

Nakon nekoliko mjeseci razmišljanja, Rajt, kojem vremenski rokovi i budžet često nisu predstavljali prepreke za ideje, je u kratkom vremenu tokom 1935. napravio set crteža na kojima je bila kuća na tri nivoa, slobodno obješena preko slapa. Materijali koji bi se koristili u gradnji bili su ojačani beton, čelik, staklo i kamen s lica mjesta. Već na samim crtežima kuća je izgledala kao da je nikla sama od sebe između drveća, vodopada i stijena [10].

4. OPIS PROJEKTA

Projekat luksuzne vile se bavi temom luksuznog stanovanja u 21. vijeku. Na osnovu sakupljenih rezultata istraživanja i studija slučajeva ikona arhitekture, formirana

je forma, sadržaj i materijalizacija samog objekta. Oblikovanje objekta je rađeno tako da sam objekat upotpuni lokaciju na kojoj se nalazi. Tokom procesa istraživanja forme koja bi najviše odgovarala projektnom zadatku i uslovima lokacije, postojale su razne ideje, ali je usvojena ona koja na najbolji način predstavlja ideju projekta. Glavna ideja projekta jeste da stvori uslove luksuznog života za svoje korisnike i da se na najbolji način uklopi sa svojom okolinom.

4.1. Analiza lokacija

Lokacija odabrana za razvijanje projekta luksuzne vile nalazi se u Italiji, u blizini malog gradića Pian di Rocca u regiji Toskane. Lokacija je udaljena od drugih objekata kako bi se postigao zahtijevani mir i jedna vrsta izolacije od svakodnevnog života. Nalazi se na vrhu brežuljka, dok se ispod nje prostiru vinogradi. U sklopu parternog uređenja, prostor ispred vile je zamišljen da se preuredi u parkovski prostor. Do objekta je planirana nova saobraćajnica kako bi se do vile moglo pristupiti automobilom. Sa zadnje strane vile nalazi se terasa sa koje se pruža prelijepi pogled na okolnu prirodu.



Slika 1: Pogled na vinograde sa terase vile

4.2. Koncept

Koncept projekta luksuzne vile se najviše zasniva na spajanju sa prirodom i uklapanju u zadati kontekst. Vila svojim oblikovanjem treba da se uklopi u lokaciju tako da je ne narušava, već da posjetioci imaju osjećaj da taj objekat pripada baš toj lokaciji. Materijalizacija i parterni uređenje treba da stvore utisak kontinualnog prostora, tj. da se spoljnost prelijeva u unutrašnjost i obrnuto. Oblik objekta je pravougaonik u osnovi. Prizemlje i sprat ne prate jedan drugog. Prizemlje je znatno većih dimenzija, s obzirom da se tu odvija najveći dio života korisnika. Sprat je manjih dimenzija i ima drugačiju orijentaciju u odnosu na prizemlje. Prizemlje je organizovano oko ose istok-zapad dok je sprat orijentisan više ka osi sjever-jug, što se može detaljnije vidjeti u grafičkim priložima u nastavku rada.

4.3. Funkcionalna organizacija

Funkcionalna organizacija vile je vrlo jednostavna. Ulaskom u objekat na koti +/- 0.00, nalazimo se u glavnom dijelu vile koji je organizovan oko unutrašnjeg dvorišta. Neposredno u blizini ulaza se nalazi zona vertikalne komunikacije u objektu, tj. stepenište pomoću kojeg se može pristupiti ostalim etažama objekta. U

funkcionalnom smislu, etaža na koti +/- 0.00 zamišljena je kao dnevna zona u koju su smješteni sadržaji poput dnevnog boravka, trpezarije i biblioteke.

Etaža na koti – 3.24 zamišljena je kao prostor za odmor i uživanje. Takođe, u podzemnoj etaži se nalazi tehnička prostorija u kojoj su smješteni svi neophodni tehnički uređaji za nesmetano funkcionisanje objekta.

Na etaži na koti – 3.24 smješteni su sadržaji poput vinskog podruma, bioskopske sale, vešeraj i tehnička prostorija. Iz vinskog podruma moguće je direktno pristupiti spoljnom prostoru tj. vinogradima. Ovaj prolaz je smješten ispod terase sa bazenom.

4.4. Arhitektura i forma objekta

Objekat se u svom užem okruženju ističe kao repna tačka prostora. Razlog za ovo je taj što se u okruženju ne nalaze drugi objekti. Kombinacijom manje visine sa prirodnim materijalima, objekat u prirodnom kontekstu se stapa sa svojom okolinom, ne narušavajući je. Osveženje prostora se vrši pomoću velikih portala na fasadama i na zidovima okrenutim ka unutrašnjem dvorištu.

4.5. Konstrukcija objekta

Konstruktivno rešenje zadatog objekta je zamišljeno kao armiranobetonska skeletna konstrukcija. S obzirom na jednostavan oblik objekta, konstruktivno rešenje je lako realizovano. Skeletna konstrukcija je odabrana iz razloga veće fleksibilnosti unutrašnjeg prostora. Na ovaj način prostor može da bude fluidan i ne narušen nepotrebnim zidovima. Za armiranobetonsku skeletnu konstrukciju se vezuje podkonstrukcija na koju se montira ventilisana fasada. Fundiranje objekta je riješeno pomoću temeljne ploče.

4.6. Enterijer

Enterijer u prizemlju je zamišljen kao fluidan prostor organizovan oko centralnog dvorišta. Fluidan prostor je moguć zato što nema nepotrebnih pregrada u prostoru. Materijalizacija enterijera, kao i fasada, je zamišljena od prirodnih materijala kao što su kamen i drvo.

Podrum i sprat nisu tako fluidni kao prizemlje iz razloga što imaju jasno definisanu funkciju koja je dosta privatnijeg karaktera u odnosu na sadržaje u prizemlju. Prirodni tonovi u prostoru omogućavaju bolji doživljaj spoljašnjeg prostora. Takođe, prirodni materijali pozitivno utiču na zdravlje ljudi.



Slika 2: Prikaz enterijer kuhinje

5. ZAKLJUČAK

S obzirom na opsežno istraživanje sprovedeno istorijskom analizom razvoja luksuzne tipologije stanovanja i studijom slučajeva relevantnih objekata, možemo zaključiti da su vile bile i jesu objekti koji šalju poruku njihovih vlasnika. Od samog nastanka vila kao tipologije stanovanja pa sve do danas, ovi objekti su uvek prenosili poruku moći i imovinskog statusa. Još od starog Egipta, preko Rima i Renesanse pa do 21. veka, ova poruka je i dalje opstala. Ljudi su od davnina težili ka tome da pokažu svoje bogatstvo i moć kroz velike i grandiozne objekte koje su gradili, bilo da se radi o kraljevskoj palati ili stambenoj rezidenciji.

Pored prenošenja poruka svojih vlasnika, ovakvi objekti često su bili simboli vrhunske arhitekture koja stvara doživljaj jedinstva sa svojim kontekstom. Kada posetioci dođu u posetu ovakvim objektima, imaju osećaj kao da oni pripadaju baš tu, kao da su nastali iz same prirode, a ne kao da su čovekova tvorevina. Savršen primer ovakvog osećaja je vila Rotonda arhitekta Andrea Palladia, koja je detaljno analizirana kroz studiju slučaja u prethodnim poglavljima.

Na osnovu svih analiza i stečenih zaključaka iz prethodnih poglavlja, jasno je definisan pristup u razradi projekta luksuzne vile. Kao što je već rečeno, ovakva tipologija najviše odgovara prostoru koji je izdvojen iz samog grada, gde se stavlja dosta veći akcenat na okruženje. Materijalizacija objekta je rešena uz pomoć prirodnih materijala iz samog okruženja, kao što su mermerne ploče, lokalni kamen i lokalno drvo. Ideja je da se vila stopi sa svojom okolinom stvarajući prelepe vizure za njene korisnike.

6. LITERATURA

- [1] G. Dulić, N Voljevica, „Istorija arhitekture“
- [2] B. N. Nestorović, „Arhitektura starog vijeka“
- [3] <https://www.britannica.com/technology/villa-dwelling> (pristupljeno u julu 2024.)
- [4] C. Anderson, „Renaissance Architecture“
- [5] https://www.nga.gov/features/slideshows/triumph-of-the-baroque.html#slide_17 (pristupljeno u julu 2024.)
- [6] A. J. Dovelings, „Country Houses“
- [7] Le Korbizije, „Ka pravoj arhitekturi“
- [8] R. Radović, „Antologija kuća „
- [9] J. Jedike, „Oblik i prostor u arhitekturi: jedan obziriv pristup prošlosti „
- [10] <https://www.gradnja.rs/najlepsa-kuca-na-svetu-5-puta-prekoracila-budzet-posvajala-arhitektu-i-klijenta-i-na-kraju-se-skoro-srusila/> (pristupljeno u julu 2024.)

Kratka biografija:



Ognjen Mitrović rođen je u Brčkom 2000. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti arhitektonskog projektovanja, Muzej Jugoslavije, odbranio je 2023. godine
kontakt: ogi.mitrovic3@gmail.com



РЕВИТАЛИЗАЦИЈА КАНАЛА ДТД: ПОТЕНЦИЈАЛ ЗА РАЗВОЈ МЕСТА ЗА РЕЛАКСАЦИЈУ У ИНДУСТРИЈСКОЈ ЗОНИ УЗ ИНТЕГРАЦИЈУ АРХИТЕКТУРЕ И БИОДИВЕРЗИТЕТА

REVITALIZATION OF THE DTD CANAL: POTENTIAL FOR DEVELOPING A RELAXATION AREA IN THE INDUSTRIAL ZONE THROUGH THE INTEGRATION OF ARCHITECTURE AND BIODIVERSITY

Наташа Миловановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад истражује потенцијал канала Дунав-Тиса-Дунав (ДТД) за развој места за релаксацију у индустријској зони, наглашавајући еколошке, економске и друштвене аспекте овог пројекта. Уводни део наглашава важност повезивања човека и природе у контексту одрживог развоја. Разматрају се глобални изазови као што су климатске промене, загађење и губитак биодиверзитета, и предлаже се ревитализација канала ДТД као начин да се природа приближи човеку у урбаном окружењу. Циљеви рада су да се истражи потенцијал канала ДТД за развој места за релаксацију, што би допринело локалном економском развоју и побољшању квалитета живота становништва. Методологија истраживања обухвата анализу тренутног стања канала, идентификацију кључних изазова и могућности, као и предлог мера за унапређење квалитета воде и развој инфраструктуре.

Кључне речи: Биодиверзитет, екосистем, резерват природе, Well-being, туристичка бања

Abstract – The paper explores the potential of the Danube-Tisa-Danube (DTD) canal for the development of a relaxation area in the industrial zone, emphasizing the ecological, economic, and social aspects of this project. The introductory part highlights the importance of connecting humans and nature in the context of sustainable development. Global challenges such as climate change, pollution, and biodiversity loss are discussed, and the revitalization of the DTD canal is proposed as a way to bring nature closer to humans in an urban environment. The objectives of the paper are to explore the potential of the DTD canal for developing a relaxation area, which would contribute to local economic development and improve the quality of life for the population. The research methodology includes an analysis of the current state of the canal, identification of key challenges and opportunities, as well as proposals for measures to improve water quality and develop infrastructure..

Keywords: Biodiversity, ecosystem, nature reserve, well-being, tourist spa

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

1. УВОД

Предмет рада истражује потенцијал канала Дунав-Тиса-Дунав (ДТД) за развој места за релаксацију у индустријској зони Југ, Нови Сад. У светлу глобалних проблема, филозофија одрживог развоја наглашава хармонију између човека и природе. Повезивање са природом помаже људима да се осећају смиренije и срећније, док доприноси очувању биодиверзитета. Индустријализација и урбанизација довеле су до деградације природних екосистема и изазова попут климатских промена, загађења и губитка биодиверзитета.

У том контексту, канали попут Дунав-Тиса-Дунав (ДТД) могу се ревитализовати за туризам и рекреацију, чиме се доприноси одрживом развоју и локалној економији. Ревитализација ДТД канала у индустријској зони може повезати људе са природом и побољшати квалитет живота у урбаним срединама.

2. ПОЈАМ „Well-Being“

Концепт благостања (well-being) у архитектури укључује интеграцију дизајнерских елемената који подржавају физичко, ментално и социјално здравље корисника.

Овај приступ је важан у савременом контексту здравља, друштвених односа, економије и одрживости, јер побољшава квалитет живота и смањује здравствене трошкове. Урбанизација захтева стварање градских простора са зеленилом, чистим ваздухом и рекреативним зонама.

Простори који подстичу социјалну интеракцију помажу у смањењу изолације и јачању заједница. Нови Сад има више локација које подржавају концепт благостања кроз физичко, ментално и социјално здравље.

Град Нови Сад има више локација и простора који одговарају концепту благостања (well-being) кроз интеграцију физичког, менталног и социјалног здравља.

1. Петроварадинска тврђава и Дунавски парк
2. Спенс
3. Кампус Универзитета Нови Сад
4. Фрушка Гора
5. Каменички парк

3. ПРЕДНОСТИ

Предности интеграције концепта благостања (well-being) у пројекат ревитализације канала Дунав-Тиса-Дунав (ДТД) у индустријској зони могу бити вишеструке

Концепт благостања (well-being) може значајно утицати на тему пројекта "Ревитализација канала ДТД: потенцијал за развој места за релаксацију у индустријској зони уз интеграцију архитектуре и биодиверзитета" на следеће начине:

1. Физичко здравље:

Рекреативне активности: Развој шеталишта, бициклических стаза и спортских терена дуж канала може подстаћи физичку активност међу становницима и посетиоцима.

Приступ природи: Зелени простори и уређени паркови могу пружити место за одмор и рекреацију, што доприноси бољем физичком здрављу.

2. Ментално здравље:

Мир и релаксација: Простори за релаксацију, као што су мирни паркови и простори за медитацију дуж канала, могу помоћи у смањењу стреса и побољшању менталног здравља.

Контакт с природом: Присуство воде и зеленила може имати умирујући ефекат на људе и побољшати њихово ментално стање.

3. Социјално здравље:

Друштвени простори: Стварање јавних простора за дружење и друштвене активности може подстаћи социјалну интеракцију и јачање заједнице.

Културни догађаји: Простори за одржавање културних и друштвених догађаја могу побољшати социјалну повезаност и квалитет живота.

4. Економски развој:

Туризам: Развој туристичке бање и других туристичких садржаја дуж канала може подстаћи локалну економију кроз привлачење посетилаца.

Локални послови: Нови садржаји и активности могу створити пословне прилике и запошљавање за локално становништво.

5. Одрживост:

Очување биодиверзитета: Интеграција архитектуре са природним елементима може помоћи у очувању и унапређењу биодиверзитета у урбаном окружењу.

Еколошки дизајн: Коришћење одрживих материјала и технологија у развоју нових објеката и инфраструктуре дуж канала.

Укратко, концепт благостања може унапредити квалитет живота и здравље становништва, подстаћи

економски развој и промовисати одрживост, чинећи ревитализацију канала ДТД примером успешне интеграције архитектуре, биодиверзитета и добробити за све кориснике простора.

4. ИЗАЗОВИ

Изазови или проблеми на које се може наићи приликом разраде пројекта су многобројни:

-Загађење воде:

Отпадне воде: Значајан проблем представља испуштање непричишћених отпадних вода из индустрије и насеља у канал. Ово може озбиљно угрозити квалитет воде и способност самопречишћавања канала.

Трансгранично загађење: Загађивачи са страних територија, посебно из Румуније, могу утицати на квалитет воде у каналу, што захтева међународну сарадњу за решавање овог проблема.

-Мала брзина тока воде:

Канали имају релативно мале протоке и мале брзине тока воде, што ограничава њихову способност самопречишћавања и повећава ризик од преоптерећења загађењем.

-Климатски фактори:

Промене у хидролошком стању река Дунава и Тисе, као и климатске промене, могу утицати на квалитет воде и екосистеме у каналу.

-Индустријска активност:

Велики број индустријских предузећа која испуштају отпадне воде у канал представља значајан изазов за очување квалитета воде и интеграцију биодиверзитета.

Суочавање са овим изазовима захтеваће мултидисциплинарни приступ, укључујући сарадњу између еколошких, урбанистичких, инжењерских и економских стручњака, као и ангажовање локалне заједнице и релевантних институција.

5. НОВОПРОЈЕКТОВАНО

Праве вредности ће се променити, наше животне навике ће постати другачије, а под тим утицајем доћи ће и до промене наших простора у којим боравимо. Самим тим за такве активности је потребан простор, стварање нових просторно-програмских сценарија који ће омогућити безбедно и ефективно обављање свакодневних активности. Тренутно пролазимо кроз још једно културно буђење и потенцијалне друштвене трансформације ка еколошки свеснијим, праведнијим и равноправнијим друштвима. Долази нам нова ера здравог живота, економске и еколошке самоодрживости и отпорног урбаног развоја.

Канал Дунав-Тиса-Дунав има велики потенцијал за развој у контексту одрживог управљања природним ресурсима. Из оваквог размишљања и истраживања проистекао је пројекат који има за циљ поновно враћање значаја канала за локалне заједнице.

Овај пројекат тежи повезивању човека и природе, стварању новог резервата природе у подручју које је загађено, рекреацији, и пружању простора где се

одвија друштвени живот, микрооаза које подсећају људе на потребу за здравијом средином.

Идеја је да се канал врати у пловни, рекреативни и транспортни саобраћај, јер представља велики потенцијал за град и његову околину. Канал нуди веома добру повезаност са околним градовима, али и са европским градовима, што може подстаћи економски и туристички развој.

Планирано је стварање резервата природе који ће локално становништво позивати на коришћење и пробудити у људима жељу за здравијим начином живота. У времену када је све урбано и градови су препуни буке и саобраћаја, постоји велика потреба за просторима за релаксацију.

Увлачењем канала у индустријску зону Југ, која је тренутно у лошем стању, планира се стварање мреже канала који ће формирати острва са различитим врстама биљака. Стварањем ових острва добијамо могућност кружења у једној новој хетеротопији. Као што је филозоф Мишел Фуко говорио о својим просторима, можемо се надовезати на његова начела и слободно рећи да је овај пројекат једна врста хетеротопије.

Ова хетеротопија обухвата контра простор - индустрију и резерват природе - што на први поглед звучи нестварно, али представља иновативан приступ уравнотеженом развоју.

У развоју пројекта битне ставке које би потенцијално решиле одређене изазове огледају се у:

1. Еколошка едукација и свест: Пројекат има за циљ да подигне еколошку свест локалног становништва, подстичући их да се укључе у активности очувања природе и уживају у чистом и здравом окружењу.

2. Биодиверзитет и очување: Резерват природе би подржао велики број биљних и животињских врста, стварајући сигурно уточиште за опстанак и размножавање различитих врста.

3. Одрживи развој и обновљиви извори енергије: Увођење обновљивих извора енергије као што су ветропаркови и соларни панели могло би допринети енергетској самоодрживости и смањењу угљеничног отиска.

4. Рекреативни и друштвени простори: Пројекат укључује развој стаза за шетњу, бициклизам и рекреативних зона које ће омогућити људима да уживају у природним лепотама и укључе се у активности очувања природе.

5. Социјална интеграција: Пројекат има и социјалну компоненту, јер укључује локалну заједницу у процесе доношења одлука и управљања, што доприноси осећају припадности и заједништва.

6. Филозофија и простор: Пројекат се ослања на концепт хетеротопија, где индустријски и природни простори коегзистирају, стварајући нову реалност и могућност за иновативне приступе уређењу простора.



Фотографија 1 Позиција новонасталог резервата природе у урбаном ткиву града



Фотографија 2 Амбијентални приказ новонасталог резервата природе у урбаном ткиву града и поновно враћање канала ДТД

Било је потребно обезбедити програм који би се уклопио у цео концепт ревитализације канала, програм који би обезбедио и унапредио локацију у туристичку атракцију, али уједно и место благостања. Идеја је била да једно од новопроектованих острва претворимо у место које треба да обезбеди атмосферу мира и опуштања у корелацији са природом.

„У великој мери, фактори као што су место где живимо, стање наше животне средине, генетика, наш приход и ниво образовања, и наши односи са пријатељима и породицом, сви имају значајан утицај на здравље...” Светска здравствена организација:

Одреднице здравља

Пројекат спа центра произашао је из иницијативе за стварање резервата природе и ревитализације старог канала. Овај центар представља иновативну симбиозу модерне релаксације и традиционалне друштвене функције јавних купатила. Поред пружања услуга спа и велнеса, центар је осмишљен као место за друштвени живот, где се људи могу окупљати, дружити и уживати у природним лепотама обновљеног окружења. Простори за опуштање, базени са термалном водом и зелени амбијенти, све то чини

овај спа центар јединственом оазом здравља и друштвености, повезујући савремену удобност са историјским наслеђем римских терми. Концепт је да настоји да поштује прошлост афирмишући њену савременост. Преузимајући овај традиционални концепт просторија, применила сам то на објекат који је настао на задатој локацији. На тај начин кроз објекат се крећемо из просторија у просторије које су пројектоване према датим просторијама Римских терми. Такође убацивањем спољашњих купатила за повезивање комплекса са његовом природом, и могућношћу издвајања и потрагом за миром.



Фотографија 3 Позиција новонасталог места за релаксацију



Фотографија 4 Амбијентални приказ новонасталог места за релаксацију

6. ЗАКЉУЧАК

Разматрајући потенцијал развоја места за релаксацију у индустријској зони кроз интеграцију архитектуре и биодиверзитета, јасно је да ревитализација канала Дунав-Тиса-Дунав (ДТД) може донети значајне

користи како локалној заједници тако и шире. Овај пројекат није само економска иницијатива већ и морални императив у доба када се сусрећемо са изазовима климатских промена и губитка биодиверзитета. Трансформација канала у место за релаксацију не само да би побољшала економски пејзаж, већ би и омогућила становницима да се повежу са природом у урбаном окружењу. Кроз интеграцију еколошких и туристичких садржаја, овај пројекат може постати модел хармоничног суживота индустрије и природног окружења, наглашавајући важност одрживог развоја као интегралног дела наших урбанистичких планова и моралне обавезе према будућим генерацијама

На основу наведеног, можемо закључити да је концепт благостања у архитектури кључан за стварање простора који не само да задовољавају основне функционалне потребе, већ активно подржавају и унапређују здравље и добробит корисника. Интеграција елемената дизајна и изграђеног окружења који подржавају физичко, ментално и социјално здравље постаје све важнија у контексту савремених изазова у области здравства, друштвених односа, економије и одрживости. Интеграција традиционалних просторија Римских терми са модерним приступима wellness индустрије ствара хармоничан спој између историјског наслеђа и савремених потреба за опуштањем и здрављем. Спа центар постаје не само место за физичко и ментално освежење, већ и друштвени центар заједнице, подстицајући интеракцију и заједништво у природном окружењу.

7. ЛИТЕРАТУРА

- 1] Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy" by National Research Council
- 2] Urban Waterfronts: A Comparative Study of Modern Trends in Harborfront Development" by Brian J. Shaw et al., published in Journal of Urban Design
- 3] <https://www.leag.de/en/business-fields/mining/spree-flood-plain/> Renaturation of the Spree flood plains
- 4] <https://gradskeinfo.rs/koji-je-znacaj-kanala-dtd-i-kako-se-odrzava-najveca-kanalska-mreza-u-srbiji-01-09-2022/> КАНАЛА ДТД И КАКО СЕ ОДРЖАВА НАЈВЕЋА КАНАЛСКА МРЕЖА У СРБИЈИ
- 5] Interviews and articles featuring Jean Nouvel's views on urban design and canals "Cities for People" by Jan Gehl
- 6] Urban History of Novi Sad: The Case of Podbara" by Marko M. et al., published in *Journal of Urban History*

Кратка биографија:



Наташа Миловановић рођена је 17.03.1998. године у Сремској Митровици. Мастер рад из области Архитектонско пројектовање је одбранла на Факултету техничких наука 2023. године.

контакт:
milovanovic.n.arh@gmail.com



ПРИМЕНА ЗЕЛЕНИЛА У ВИШЕПОРОДИЧНОМ СТАНОВАЊУ – ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ОБЈЕКТА МЕШОВИТЕ НАМЕНЕ

APPLICATION OF GREEN IN MULTI-FAMILY HOUSING - IDEAL SOLUTION OF THE FACILITY MIXED PURPOSE

Тијана Првуљ, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Концепт објекта заснива се на стварању модерног објекта који се уклапа у своје окружење и представља зелену оазу у сред градске гужве. Сама позиција датог објекта је карактеристична јер се у близини налази парк, стога сама форма објекта оријентисана је тако да заједно са парком чини једну целину. Објекат је у потпуности прекривен зеленом фасадом која има многе бенефите – ствара кисеоник, лети спушта температуру, зими задржава топлоту, одличан је изолатор и утиче позитивно на људски психу. Овај простор је замишљен као зелено острво у сивилу, градским саобраћајницама, зградама, загађењу, где грађани могу да побегну и изолирају се од свега и пронађу место на коме могу да одморе и психички и физички

Кључне речи: увођење зеленила у становање, екологија, вишепородично становање

Abstract – The concept of the facility is based on the creation of a modern facility that fits into its surroundings and represents a green oasis in the middle of the city crowd. The very position of the building is characteristic because there is a park nearby, therefore the form of the building is oriented so that together with the park it forms a whole. , is an excellent insulator and has a positive effect on the human psyche. This space is conceived as a green island in the gray, city roads, buildings, pollution, where citizens can escape and isolate themselves from everything and find a place where they can rest both mentally and physically.

Keywords: introducing greenery into housing, ecology, multi-family housing

1. УВОД

Сваким даном се граде нови објекти, ако се осврнемо око себе може нам се учинити да се неки делови нашег града мењају преко ноћи. Када прођемо делом града у који не залазимо свакодневно можемо приметити да он из месеца у месец добија скроз другачији изглед.

Гради се све више зграда, а паркова и зеленила је све мање. Људи крче шуме да би зидали зграде. Зеленило полако као да нестаје, и то је оно што људе чини несрећнима. Потребна је промена.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

Увођењем зеленила у становање ствара се драстична промена, оплемењује простор и људи постају срећнији. Пројектовањем оваквих објеката штеди се енергија, ствара се боља изолација, чисти се ваздух, појачава се имуни систем код људи и друго.

2. НАСТАНАК

Сматра се да овај тренд није сасвим нов, вековима уназад било је зелених кровова, и башти на крововима, међутим једна од првих зграда оваквог модерног типа настаје у Милану. „Босцо Вертицале – или Вертикална шума – која је завршена 2014. године. Пројектовао је италијански архитекта Стефано Боери, две високе куле су прекривене хиљадама дрвећа и жбуња и налазе се на 112 и 80 метара висине“ [2].

После изградње овог објекта, објекти као ови су почели да се граде широм света, најпознатији су Централ Парк у Сиднеју, Агора Гарден Товер у Тајпеју и Оасис Хотел Довнтоун у Сингапуру [2]. Тренутно се Боско Вертикала сматра као једна од најпознатијих објеката, и као зграда која је започела овај „тренд“, међутим у време њеног настанка она је добијала много критика и сматрало се да није могуће да објекат као овај опстане са својом вегетацијом на тако великим висинама. Та тврдња се показала као нетачна, зеленило и дан данас цвета, а самом дизајну би је посвећен тим стручњака који су изводили експерименте како би оваква вегетација опстајала на тој висини, ветру, итд. Цео објекат је структурално прилагођен – дебљина балкона, челично ојачање балкона. Највећа стабла су била ојачана челичним кавезима, док су неке од биљака биле у бетонским контејнерима разних величина у складу са развојем и раста биљке. Од самог настанка овог објекта па све до данас развој биљака се свакодневно прати, и у склоп њиховог одржавања улази и посебан систем наводњавања који користи кишницу и тиме залива биљке. Већински су то системи које контролишу компјутери, који омогућавају тачан приступ воде који је потребан за одређену биљку.

3. ОБЈАШЊЕЊЕ КЉУЧНИХ ПОЈМОВА

Зелене фасаде

Сматра се да зелене фасада постоје много година уназад, чак и у неким од сеоских домаћинстава у прошлом веку можемо пронаћи прве примере тога - бршљан на фасадама. Данас је могуће такав ефекат постићи и са вертикалним шумама, као и са многобројним врстама биљака пузавица, које дају

модернији изглед зелених површина. Само озелењавање фасади уноси у живот многобројне предности, штеди енергију, производи кисеоник... Овакав вид озелењавања са собом носи одређене захтеве који морају бити испуњени како би оне остале у животу.

Зелени кровови

Примена зелених кровова један је од првих начина увођења зеленила у објекта, и као такав познат је широм света. Међутим они нису примењиви на свим објектима.

Стратешко планирање

Када размишљамо о укључивању зеленила у план града морамо мислити о важним факторима као што су врста зеленила, климатским променама, законима, политике одржања.

3.1. Предности

Увођење зелених површина у становање доприноси како бољем физичком изгледу објекта, тако и доноси многобројне бенефите. Истраживање које је спроведено на ову тему показује да зеленило у затвореном простору – ентеријерима доприноси здрављу и самој продуктивности људи који ту проводе време. Сматра се да људи на оваквим местима постају веселији, испуњенији и далеко задовољнији сопствених животом. На једном од многобројних истраживања приказано је да само гледање у вертикалну вегетацију доводи до мирнијег живота, позитивних емоција, мање стреса, итд. Нека од истраживања показују да свакодневно провођење времена у природи доводи и до смањења обољења, алергија, прехлада, итд. „Истраживање које доказује то – инфо графика компаније Амбиус, која унапређује унутрашње пејзаже од 1963“ [1], она приказује утицај зеленила у радним просторима.

- Биљке чине унутрашње просторе здравијим за станаре, како и у погледу физичког тако и менталног здравља.

- „Поседовање затворених биљака у канцеларији смањује: загађиваче ваздуха у затвореном простору за 87 процената у 24 сата, укупни стрес за 60 посто, анксиозност за 37 посто, умор за 38 процената, главобоље за 20 процената и буку до 50 процената“ [1].

Поред овога увођење зеленила у саме екстеријере објекта доноси позитивне резултате. „Биљке смањују потрошњу енергије, продужавају животни век кровова, умерене температуре на врућим местима, биљке чак могу да обезбеде свеже поврће за станаре зграда“ [1].

- Топлотна острва - још једна незаобилазна тема кад је у питању увођење зеленила у становање јесте спречавање формирања топлотних острва. Острва топлоте настају углавном у урбаним подручјима која су густо насељена и без зелених површина. Површине апсорбују топлоту и не испуштају је добро — за разлику од вегетације, која обезбеђује хладовину, дрвеће и биљке могу да учине простор хладнијим за чак 45 степени [1]. Паметно коришћење вегетације може уштедети доста енергије и може учинити зграду пријатнијом за живот. Сматра се да увођење листопадног дрвећа као и винове лозе највише доприноси „хлађењу“ зграде. Сама вегетација ствара

сенку и хлади овакве просторе који се лети прегреју, што смањује потребу за климатизацијом што такође утиче позитивно на очување природе. Зелени кровови су одлично решење за овај проблем као и вртни кровови који чак утичу и на управљање атмосферским водама. „Упијајући кишу, вода путује кроз биљке, супстрат и дренажни слој пре него што стигне у канализацију. Ово смањује ниво подземних вода и смањује ризик од поплаве канализационог система при оптерећењу. Биљке рефлектују 30 процената примљене сунчеве светлости, апсорбујући око 50 процената. Ово смањује температуру околине, што повећава ефикасност соларних панела на крову и клима уређаја у згради“ [1].

Када све ово објединимо, главне предности су:

- *Пречишћавање ваздуха* – Постављање вегетације на зидове чисти ваздух и утиче на здравље и психу корисника.

- *Побољшајте имуни систем* – Неке од студија које су спроведене на ову тему показале су да биљке могу да спрече развој бактерија, смањују проценат прехладе и повећавају имунитет.

- *Повећање нивоа интелигенције* – Једна од студија која је спроведена у Америци показала је да просторије са биљкама развијају боље когнитивне вештине.

- *Повећање продуктивности* – разним анализама утврђено је да биљке повећавају људску продуктивност, утичу на то да се људи осећају мање уморно, развија им креативност и тако даље.

- *Боља изолација, уштеда енергије* – Биљке су као што смо већ напоменули одлични изолатори и штеде енергију, хладе/чувају топлоту простора.

3.2. Недостаци

Увођење зеленила у становање доноси много више предности него мана, али ипак постоје аспекти који стварају потешкоће при одржавању оваквих објеката. Мноштво биљака на једном месту – привлачи много животиња, птица, инсеката који оваква места виде као склониште и дом, иако је то позитивна страна самим тим што се ове врсте размножавају, такође може бити врло не пријатно за становнике ових објеката, како им то повећава могућност сталног уласка инсеката у њихове домове. „Босцо Вертицале откад се изградио је експлодирао дивљим животињама. Према речима архитеката, он обезбеђује станиште за преко 1.600 врста птица и лептира“ [2].

Поред проблема са инсектима ту је и проблем спречавања уласка воде на места која за то нису предвиђена услед константног наводњавања зелених површина. Један од најкритичнијих недостатака оваквих објеката јесте брзо ширење пожара. „Многи национални грађевински прописи захтевају да дизајнери и инжењери спрече ватру да се прошири на зграду кроз спољну облогу или фасаду, или да дизајнирају системе који штите станаре и укупни интегритет структуре ако се то деси“ [2].

Сваку биљку треба посебно одржавати како не би нарушила национална правила, и постало превише суво што би допринело ширењу пожара колико се он деси.

4. ИСТРАЖИВАЊЕ КОНТЕКСТА

4.1. Историја Новог Сада

Нови Сад је град који се налази у Војводини, Србији. Он је други град по величини. Град је настао још у каменом добу као насеље у Петроварадину где је за време римске владавине подигнута тврђава у 1. веку пре нове ере. Први записи о граду су из 1237. где се град помиње под именом „Returwarad“ или „Petrovaradin“. Град је био део Османског царства у 16. веку и Хабзбуршке монархије у 17. веку.(3) За време хабзбуршке владавине, православцима није било дозвољено да бораве овде, због тога се 1698, године оснива насеље на левој обали Дунава – „Ratzen Stadt“ (српски: Рачки Град, односно „Српски град“), данас – Нови Сад (Neoplanta).

4.2. Историја Сајмишта

Сајмиште је насеље чији развој почиње у 19. веку, када Нови Сад креће да се шири на запад. Прво се 1860. ту гради Успенско гробље, потом 1909. се гради клинички центар на чијем месту је данас велика градска болница. 1940. је отворена десета изложба Новосадског сајма по којем ово насеље и добија име „Сајмиште“. Данас се на Сајмишту налази доста значајних објеката који чине реперне тачке овог дела града. То су Покрајинска болница, Бетанија – породилиште, Дечја болница, Медицински факултет као и Стоматолошки факултет, основна школа „Петрефи Шандор“, Футошки парк хотел Сајам као и хотел Парк.

4.3. Постојеће стање

Простор који је задат за адаптацију и пројектовање стамбеног комплекса налази се у Новом Саду, Сајмиште на месту хотела „Парк“. У простор је потребно сместити објекат мешовите намене. Поред основне стамбене целине потребно је испунити захтев да се у објекту налази још минимално две функционалне целине, поред станова. Такође простор је потребно повезати са Футошким парком који се налази у близини и одговорити на постављен захтев – Увођење зеленила у становање.

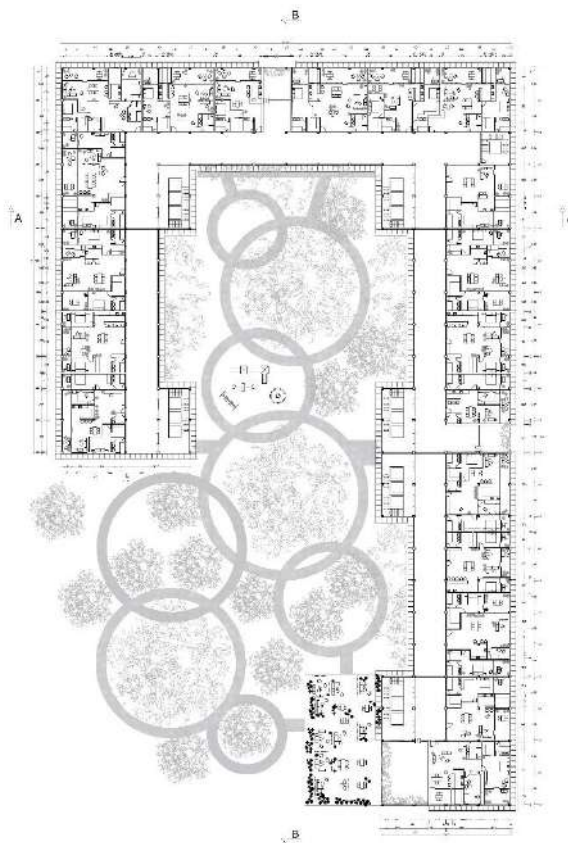
5. ПРОЈЕКАТ

5.1. Концепт

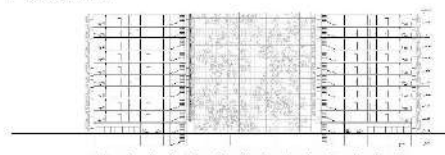
Концепт објекта заснива се на стварању модерног објекта који се уклапа у своје окружење и представља зелену оазу у сред градске гужве. Објекат је осмишљен тако да ако га гледамо од горе личи на неправилно ћирилично слово П, коме је једна страница краћа.

Самим тим у средини објекта се налази делимично изолован простор који је повезан са Футошким парком и тиме настаје једна зелена микро целина која посетиоцима као и станарима даје мир. Објекат је у потпуности прекривен зеленом фасадом која има многе бенефите – ствара кисеоник, лети спушта температуру, зими задржава топлоту, одличан је изолатор и утиче позитивно на људски психу. Овај простор је замишљен као зелено острво у сивилу, градским саобраћајницама, зградама, загађењу, где грађани могу да побегну и

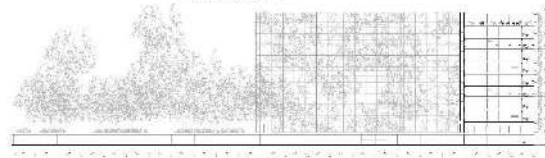
изолују се од свега и пронађу место на коме могу да одморе и психички и физички. У склопу комплекса налазе се два ресторана од којих се један налази на самом врху објекта, има засебан улаз и има поглед на град, док је други смештен у приземљу и има терасу која излази у парк. Између објекта се налази заједнички простор и парк за децу.



Presek A-A



Presek B-B



5.2. Контекст

Простор који је предвиђен за адаптацију налази се, као што је већ поменуто, у Новом Саду. Објекат се налази на доброј локацији. Недалеко од објекта се налази улица која је доста прометна – Хајдук Вељкова, такође у близини је Булевар Ослобођења који води до главне аутобуске и железничке станице са једне стране, и до градске плаже Штранд, са друге стране.

Ту се налази и Футошки парк који се одлично уклапа у дизајн објекта и повезује га са малим парком између објекта. Простор се налази у урбаном делу Новог Сада,

тако да се и у самом објекту налази доста услужних целина као што су два ресторана, супермаркет, разне продавнице, апотека, пекара, канцеларије, итд. Све ове функционалне целине се одлично уклапају у овај контекст.

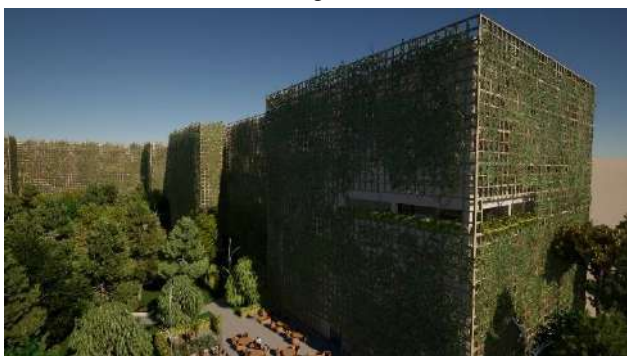
6. ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ



Слика бр. 1 – Рендер приказ објекта



Слика бр. 2 – Рендер приказ заједничког међупростора са парком



Слика бр. 3 – Рендер приказ заједничке зелене терасе



Слика бр. 4 – Приказ карактеристичне фасадe објекта

7. ЗАКЉУЧАК

На први поглед сама идеја о увођењу зеленила у становање на људе делује позитивно, са одушевљењем гледају објекте који су пуни зеленила. У људској природи је приврженост према зеленилу и природи, биљке нам дају мир. Неретко можемо да приметимо да се у скоро сваком домаћинству налази по нека биљка, људи своје терасе улепшавају разним врстама цвећа.

Овај рад се бави пројектовањем управо једног таквог објекта. Локација се налази у Новом Саду, на Сајмишту. У близини се налази парк тако да се сама тематика овог пројекта идеално уклапа у контекст. Облик и позиција објекта су такви да „одвајају“ урбани део окружења од парка и стварају једну малу целину идеалну за одмор. Објекат је на девет спратова, има подземну гаражу и у приземљу се налазе услужни објекти. Фасада објекта – зелена фасада је оно што објекат чини другачијим од објеката у његовом окружењу. Поред тога на појединим спратовима се налазе зелене терасе великих површина које су намењене релаксацији и одмору станара. На самом крову налазе се три кровне терасе које додатно доприносе изгледу објекта. Оне имају поглед на различите делове града у зависности са које терасе гледате. Сматрам да је увођење зеленила у становање врло корисно и да доноси многобројне бенефите у данашњем свету. Становници градова постају све више незадовољни сопственим животима и жуде за трачком зеленила. Изградњом оваквих објеката уносимо срећу у животе грађана и стварамо здравије окружење.

8. ЛИТЕРАТУРА

[1] Bringing Nature In: How Plants And Green Spaces Benefit Your Building, извор:

<https://controlyourbuilding.com/blog/entry/bringing-nature-in-how-plants-and-green-spacesbenefit-your-building>;

приступљено 01.07.2024

[2] Why Architects Put Trees on Buildings, извор:

<https://www.theblm.com/video/why-architects-put-trees-on-buildings>;

приступљено 26.06.2024.

[3] Историја Новог Сада, извор:

https://sr.wikipedia.org/src/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%98%D0%B0_%D0%9

[D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3_%D0%A1%D0%B0%D0%B4%D0%B0](https://sr.wikipedia.org/src/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%98%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B3_%D0%A1%D0%B0%D0%B4%D0%B0); приступљено 01.07.2024

Кратка биографија:

Тијана Првуљ је рођена 1999. у Новом Саду. У периоду од 2014. до 2018. године је похађала школу за дизајн „Богдан Шупут“ у Новом Саду, смер „Дизајнер Ентеријера и Индустијских производа“.

После завршетка средње школе, 2018. године уписала је „Факултет Техничких Наука“ у Новом Саду, смер „Архитектура и Урбанизам“ где је дипломирала септембра 2023, и тог истог месеца уписује мастер „Архитектонско пројектовање“.

контакт: tijanapravluj@gmail.com

GENERISANJE EFEKTA KIŠE U ARHITEKTONSKIM VIZUALIZACIJAMA GENERATION OF RAIN EFFECTS IN ARCHITECTURAL VISUALIZATIONS

Katarina Popov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi istraživanjem različitih pristupa simulaciji kišne scene u arhitektonskim renderima. Korišćenjem tri različite metode dobijaju se rezultati kišne scene u urbanom okruženju. Poređenjem parametara dolazi se do zaključka koja metoda daje najbolje rezultate.

Ključne reči: *Efekat kiše, simulacija, urbano okruženje, optimizacija, arhitektonska vizualizacija*

Abstract – *The research explores different approaches to rain scene simulation in architectural renderings. Using three different methods, the results of a rain scene in an urban environment are obtained. By comparing parameters, a conclusion is reached which method gives the best results.*

Keywords: *The rain effect, simulation, urban surroundings, optimization, architectural visualization*

1. UVOD

Tema atmosfere prostora, u proteklim decenijama, postala je veoma aktivna i to ne samo sa stanovišta arhitekture i oblikovanja fizičkog prostora već i sa stanovišta arhitektonskih vizuelizacija.

Napredak računarske tehnologije doveo je do razvoja softvera koji su arhitektama omogućile da kreiraju precizne i detaljne 3D modele. Danas, arhitektonska vizualizacija predstavlja kompleksan proces koji uključuje softvere za 3D modelovanje i renderovanje.

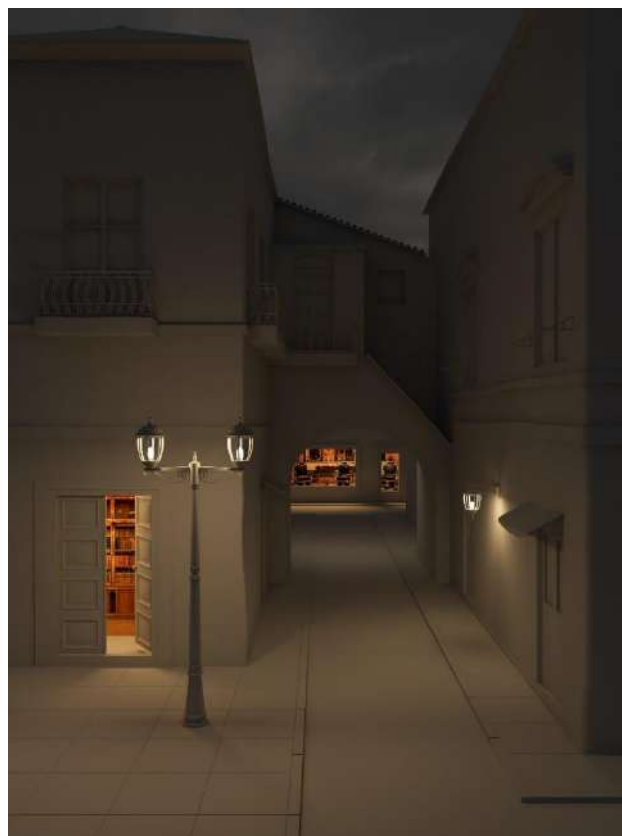
Na sceni arhitektonskih vizuelizacija su sve češće prisutni renderi sa prikazom kiše i tmurnog vremena. Rad se fokusira na prikazivanje urbanog gradskog pejzaža sa akcentom na kreiranje kiše i svih njenih propratnih delova [1]. Na osnovu studije slučaja i analize referentnih fotografija dolazi se do zaključka da se kiša, kao veoma složena atmosferska pojava, sastoji od brojnih vizuelnih delova.

Količina detalja i čestica koje treba simulirati mogu da preoptereće samu scenu, potrebno je razmišljati o njihovoj složenosti pri proračunavanju i mogućim načinima da se prilagodi simulacija, kako bi se optimizovao rad računara, dok se i dalje nastoji da se postigne realističnost scene i da se prate zakoni fizike [2].

2. DEFINISANJE PREDMETA ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja ovog rada su besplatni alati za simulaciju kiše u arhitektonskim vizuelizacijama. Istražuju se tri zasebne metode postizanja efekta kiše u arhitektonskim vizuelizacijama. Rad ima za cilj pronalaženje optimalne metode renderovanja scene, uz postizanje realističnosti i praćenjem vremena potrebnog za generisanje slike iz zadatog modela [3]. Ideja je da se prikaže što više elemenata koji doprinose realističnosti rendera. Modelovana je i renderovana noćna scena, jer se na tamnoj pozadini lakše uočavaju kapi kiše. Urbano okruženje je odabrano iz razloga što je moguće strateški pozicionirati osvetljenje iz prozora i izloga okolnih lokala i ulične rasvete kako bi se refleksije svetla i objekata mogle sagledati u lokvama koje formira kiša na asfaltu i trotoaru. Takođe, realističnosti rendera doprinosi i prelamanje svetlosti u kišnim kapima koje padaju u blizini jakog svetla, što se bolje sagledava kada su padavine intenzivnije.

U nastavku se nalazi render modela bez dodeljenih materijala (clay render), kako bi se sagledala dubina scene i objekti u njoj.



Slika 1: *Clay render*

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, red. prof.

3. EVALUACIJA METODA ZA POSTIZANJE ŽELJENIH REZULTATA

Prikazane su prednosti i mane sve tri primenjene metode, na osnovu čega se izvlači zaključak o onoj koja zadovoljava najviše kriterijuma.

Parametri na osnovu kojih se vrši poređenje jesu:

- težina scene (broj poligona) pri svakoj metodi,
- poređenje vremena uotošenog za formiranje efekta padavina,
- poređenje vremena utrošenog za izradu rendera,
- mogućnosti primene na drugim modelima i
- realističnost dobijenog krajnjeg rendera zadate scene

3.1. Metod 1 (Particle system)

Prva tehnika se zasniva na simulaciji kišne scene uz pomoć sistem partikla, odnosno čestica. Podešavaju se svi potrebni parametri koji doprinose realističnosti simulacije (interakcija kapi kiše sa celom scenom, izbegavanje da kapljice prodiru u geometriju, dodavanje sile gravitacije za padajuće kapi, sila vetra i dr.) [4].

Kao prednost simulacije kišne scene uz pomoć partikla, izdvaja se mogućnost podešavanja intenziteta padavina, postavljajući odgovarajući broj jedinica kiše koja će pasti u toku trajanja simulacije. Kao direktna posledica većeg intenziteta padavina, javlja se atmosfersko slabljenje svetla što su kapi kiše udaljenije od kamere. Druga prednost ove metode jesu svetlosni odsjaji, odnosno prelamanje svetla u kapima kiše koje padaju u blizini svetlosnih izvora.

Mana ove metode jeste što je poprilično zahtevna za računar. Što je podešen veći intenzitet padavina, odnosno veći broj komponenti koje treba da interaguju u sceni, izračunavanje postaje kompleksnije i usporava se simulacija. Takođe, prikazivanje kapi kiše, pogotovo onih koje su bliže kameri, nije realistično, ne postoji zamućenje pokreta koje je prisutno kada se kiša posmatra u prirodi (Slika 2).

3.2. Metod 2 (Scatter)

Pri generisanju rendera sa ovom metodom ne koristi se simulacija, već se kiša modeluje. Kako bi ovaj proces bio što efikasniji, modelovano je 5 različitih varijanti kišne kapi. Za raspoređivanje elemenata u sceni korišten je scatter ili drugim rečima rasejavanje.

Pozicioniranje kišnih kapi u sceni sprovedeno je raspoređivanjem po volumenu kako bi se dobio efekat smanjivanja kapi kiše što su one udaljenije od kamere [5]. Prednost ove metode jeste što postoji mogućnost da se korišćenjem funkcije rasejavanja, dodatno svakom elementu dodeli mogućnost nasumičnog skaliranja i/ili rotacije u prostoru, čime se dobija raznovrsnost elemenata.

Ako je modelovan relativno mali broj efekata, postiže se efekat kompleksnosti scene. Pri renderovanju ovom metodom ne radi se simulacija, nakon modelovanja i podešavanja scatter-a odmah se pristupa renderovanju.

Mana scatter metode je što je prilikom modelovanja bitno voditi računa o detaljnosti elemenata i broju poligona, jer mogu da preoptereće krajnju scenu kada se raspoređi željeni broj komponenta, što utiče na vreme renderovanja (Slika 3).



Slika 2: Metod 1 - particle system



Slika 3: Metod 2 - scatter

3.2. Metod 3 (Postprodukcija)

Prednost metode 3 je što ne opterećuje ni grafički ni procesorski deo računara. Iz modela se izvlači render

scene, bez kiše, odnosno bez simulacije i rasejanih modelovanih komponenti.

Render se zatim uvozi u fotošop i preko njega se postavlja tekstura kiše. Tekstura kiše se obrađuje tako da se dobije iluzija dubine prostora, odnosno da kapi koje su bliže kameri, izgledaju veće, a kako pogled ide dalje od kamere, kapljice postaju sve manje [6].

Dok kišne kapi padaju kroz okolinu, stvaraju percepciju zamućenja pokreta. Sa ovim proširenjem zamućenja pokreta, generiše se vizuelno realnije prikazivanje kiše. Mana ove metode jeste teže kontrolisanje intenziteta padavina.

Takođe, s obzirom na to da se tekstura kiše dodaje u postprodukciji, ne postoje refleksije i prelamanja svetla u kapima kiše koja padaju u blizini svetlosnih izvora, čime se gubi dubina prostora (Slika 4).



Slika 4: Metod 3 - postprodukcija

4. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

U nastavku se nalazi tabela sa uporednom analizom sva tri metoda, na osnovu čega je izvučen zaključak o tome koji metod je najadekvatniji.

Poslednji parametar poređenja jeste realističnost dobijenog rezultata; kako ne bi bila subjektivna ocena, rađena je anketa u kojoj je bilo potrebno da se ocenom od 1 do 5 glasa za najrealističniji render od tri ponuđene opcije.

Kao poslednja stavka u tabeli jeste upravo realističnost rendera sa procentualnim prikazom glasova koje je dobila svaka metoda (Tabela 1).

Tabela 1: Uporedna analiza dobijenih rezultata

Редни број	Параметар	Метод 1	Метод 2	Метод 3
1	Број полигона	206.144	2.666.144	206.144
2	Угрошено време за моделовање ефекта (ч)	2	1,5	0,5
3	Угоршено време за рендеровање (мин)	23:23:07 +19	18:40:12	15:02:10 +10
4	Могућност измене и примене на другом моделу	Компликовано	Једноставно	Једноставно
5	Реалистичност рендера (%)	29,4	44,1	35,3

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana su tri metoda, ustanovljeno je da svaki od njih ima i svoje prednosti i mane. Na osnovu sprovedene analize i osenčenih polja u tabeli može se videti da su metod broj 2 i 3 izjednačeni. S obzirom da se u arhitektonskoj praksi najviše ceni kvalitet postignutog rezultata i da je realističnost presudna za dobijanje posla izvlači se zaključak da je optimalni metod renderovanja kišne scene u arhitektonskoj vizualizaciji metod broj 2.

Imajući u vidu da je kiša veoma složena pojava, u ovom radu predstavljen je niz efekata koji pomažu da se stvori ekstenzivno urbano okruženje bogato detaljima po tmurnom i kišnom vremenu. Svi ovi kombinovani efekti omogućavaju da se stvori uverljiv, realističan utisak kišne noći u gradskom pejzažu.

6. LITERATURA

- [1] <https://advances.realtimerendering.com/s2006/Chapter3-Artist-Directable-Real-Time-Rain-Rendering-in-City-Environments.pdf> (pristupljeno u novembru 2023.)
- [2] BAR-JOSEPH, Z., EL-YANIV, R., LISCHINSKI, D., AND M. WERMAN. 2001. Texture mixing and texture movie synthesis using statistical learning. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics
- [3] AKENINE-MÖLLER, T., HEINES, E. 2002. Real-Time Rendering, 2nd Edition, A.K. Peters
- [4] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0097849312001781> (pristupljeno u decembru 2023)
- [5] <https://www.jsoftware.us/vol10/10-jsw140326-1185.pdf> (pristupljeno u januaru 2024)
- [6] <https://www.researchpublish.com/upload/book/Rain-Graphical%20Rendering-207.pdf> (pristupljeno u januaru 2024)

Kratka biografija:



Katarina Popov rođena je 1994. godine u Novom Sadu. Diplomirala je 2017. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, na Fakultetu Tehničkih Nauka. Master rad na departmanu – Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu odbranila je 2024. godine.



ИСТРАЖИВАЊЕ УРБАНЕ РЕГЕНЕРАЦИЈЕ – ПРОЈЕКАТ КОМПЛЕКСА
МЕШОВИТЕ НАМЕНЕ У НОВОМ САДУ
URBAN REGENERATION RESEARCH - PROJECT OF A MIXED PURPOSE COMPLEX
IN NOVI SAD

Марија Милетић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Пројекат чини објекат мешовите намене, где преовладава становање. У оквиру овог објекта се налазе још теретана, кафић – библиотека, со – working и изложбени простори. Спољашње уређење је дизајнирано да се уклапа у морфологију парка.

Кључне речи: урбанистичко пројектовање, архитектонско пројектовање, атмосфера, мешовите намене, просторна организација

Abstract – The project is a mixed-use facility, where housing predominates. Within this building, there is also a gym, a cafe-library, co-working and exhibition spaces. The exterior landscaping is designed to fit into the morphology of the park.

Keywords: urban design, architectural design, atmosphere, mixed uses, environment

1. УВОД

Градови и урбанизација су кључни концепти у разумевању развоја друштва и економије. Град се дефинише као густо насељено урбано подручје са развијеном инфраструктуром и администрацијом. Урбанизација је процес којим рурална подручја постају урбана, што укључује раст градова и повећање броја становника у урбаним срединама. Самим тим, долази до поделе града, која се односи на различите начине на које се урбана подручја организују и класификују према функцијама, карактеристикама и наменама. Различите зоне и области помажу у бољем планирању и управљању урбаним просторима. Разумевање ових подела омогућава урбанистима, планерима и локалним властима да ефикасније организују ресурсе, унапреде квалитет живота и подрже одрживи развој градова. Термини "унутрашњи град", "урбано суседство" и "предграђе" се често користе у урбанистичким и географским контекстима како би се описала различита урбана подручја у оквиру једног града. Свако од ових подручја има своје карактеристичне особине и играју важну улогу у целокупној структури града. Унутрашњи град често представља историјско и економско срце, урбана суседства су места са разноврсном стамбеном и комерцијалном понудом, док су предграђа често избор за оне који траже

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

мирнији животни стил са више простора. Сви ови делови заједно чине комплексну и разноврсну урбано-географску структуру модерног града. Урбанизација је сложен процес који доноси значајне предности, али и изазове. Кључно је планирати и управљати урбаним растом на начин који максимизира користи, док минимизира негативне ефекте, осигуравајући одржив и инклузиван развој за све становнике градова.

2. ИСТРАЖИВАЊЕ

Предмет истраживања је свеобухватни процес урбане регенерације који обухвата широк спектар тема које се тичу обнове и ревизализације подручја Новог Сада. Испитују се аспекти планирања и дизајна, односно стратегије за обнову деградираних урбаних простора, укључујући архитектонске и пејзажне интервенције. Следећа тема је економски развој, односно утицај регенерације на локалну економију, укључујући стварање радних места, привлачење инвестиција и унапређење инфраструктуре.

Такође, једна од битних тема јесте социјална припадност. Начин на који урбана регенерација може унапредити социјалну припадност, смањити неједнакост и побољшати квалитет живота за грађане Новог Сада. Битни аспекти који такође утичу, јесте културна обнова, односно очување и валоризација културно-историјског наслеђа унутар урбаног регенеративног пројекта. Свака од ових тема се даље разрађује кроз различите приступе и методологије истраживања, како би се добио свеобухватни увид у процесе и резултате урбане регенерације. Подручје истраживања самог рада јесте насеље Сајмиште у Новом Саду, први део рада предстаља истраживачку фазу, док је други део рада базиран на истраживању примера пројеката урбане регенерације.

Циљ овог истраживања јесте да се проучи на који начин процес урбане регенерације утиче на дати простор у Новом Саду. Путем истраживања и примене студије случаја треба утврдити како сачувати контекст, али и корисницима пружити разне могућности за коришћење простора. Сам циљ овог истраживања јесте имплементирати адекватну стратегију урбане регенерације на анализирано подручје.

3. УРБАНА РЕГЕНЕРАЦИЈА

Како бисмо лакше објаснили пројекат урбане регенерације, потребно је прво објаснити шта она представља и дефинише, потом ће бити представљена успешан случај урбане регенерације који је уједно био инспирација за сам пројекат. У наредним поглављима ће би-

ти објашњен појам урбане регенерације, биће формулисани циљеви, стратегије, предности и изазови.

3.1. Појам урбане регенерације

Урбана регенерација се односи на процесе ревитализације и обнове урбаних подручја која су пропала или су подложна пропадању. Урбаном регенерацијом постиже се унапређење квалитета живота становника, подизање економске одрживости, побољшање инфраструктуре и очување културног наслеђа. Овај концепт укључује широк спектар активности и приступа, од обнове зграда и јавних простора до социјалних и економских програма.

Урбана регенерација је комплексан и вишедимензионалан процес који захтева координацију између локалних власти, заједнице, стручњака и инвеститора. Кроз интегрисани приступ који укључује економске, социјалне и еколошке аспекте, урбана регенерација може значајно унапредити квалитет живота у урбаним срединама и створити одрживе и просперитетне заједнице [1].

3.2. Циљ урбане регенерације

Циљ урбане регенерације је да се обнови и унапреди физичка, економска, социјална и еколошка структура градских подручја која су у стању пропадања или неразвијености. Ово се постиже кроз низ интегрисаних активности које имају за циљ да побољшају квалитет живота становника, подстакну економски развој, очувају културну баштину и промовишу одрживост.

3.3. Стратегије / приступи

Урбана регенерација, која обухвата процесе обнове и развоја у градским подручјима, носи са собом бројне предности, али и изазове. Ове предности и изазови варирају у зависности од специфичног контекста и циљева регенерације.

3.3.1. Предности урбане регенерације

Обнова стамбених подручја може довести до побољшања безбедности и стабилности у заједници. Развој и обнова паркова, тргова и других јавних простора могу побољшати квалитет живота становника и пружити место за друштвене активности. Обновљени делови града могу привући нове инвестиције, побољшати економску активност и стварати нова радна места. Регенерација често доводи до повећања вредности некретнина, што може користити локалним власницима и инвеститорима. Могућност развоја програма и пројеката који подржавају рањиве групе, као што су социјални станови и образовни програми, може смањити социјалне неравнотеже. Регенерација може укључивати рестаурацију историјских и културних објеката, што помаже у очувању градског наслеђа и побољшању идентитета заједнице. Реконструкција и модернизација инфраструктуре, као што су путеви, канализација и водоснабдевање, може решити старе проблеме и побољшати функционалност града. Интеграција зелених технологија и одрживих решења,

као што су зелене зграде и паметни системи, може допринети унапређењу животне средине.²

3.3.2. Изазови урбане регенерације

Регенерација може довести до повећања трошкова живота, што може иселити постојеће становнике и погоршати социјалну искљученост. Промена у демографској структури и економској ситуацији може довести до тензија и конфликта у заједници. Пројекти урбане регенерације могу захтевати велике финансијске инвестиције, што може представљати ризик ако очекивани резултати не буду остварени. Потреба за сталним финансирањем и подршком може бити проблем, нарочито у мање развијеним или економски нестабилним областима. Регенерација великих и сложених градских подручја може бити технички и логистички изазовна, укључујући координацију различитих агенција и интересних страна. Пројекти могу имати непредвидиве последице, као што су негативни ефекти на локалну средину или економију. Различите интересне стране могу имати конфликтне интересе и циљеве, што може отежати постизање компромиса и ефективну сарадњу. Ако процес планирања не укључује активно учешће грађана, може доћи до недостатка подршке и неповерења у пројекат. Фокус на краткорочне циљеве и брзу обнову може занемарити дугорочне аспекте одрживости и квалитета живота. Неправилно управљање ресурсима током регенерације може довести до негативних еколошких последица. Обнова може довести до изгубљеног културног идентитета ако се не води рачуна о очувању локалних карактеристика и историјских вредности.³

Урбана регенерација има потенцијал да значајно побољша квалитет живота у градовима, али такође носи са собом бројне изазове који морају бити пажљиво управљани. Ефикасно планирање, учешће заинтересованих страна, и дугорочна одрживост су кључни за успешну имплементацију регенерационих пројеката и постизање балансираних и позитивних резултата.

3.1 Студија случаја

Као један од метода истраживања, коришћена је студија случаја. Изабрани примери урбане регенерације су детаљно истражени како би се разумеле њихове карактеристике и утицај на околину (одрживост, енергетска ефикасност, социјални утицај). Циљ имплементирања метода студије случаја јесте боље разумевање процеса урбане регенерације, као и коришћење тог знања за крајњи пројекат овог рада.

2.6.1. Tate Modern, Лондон, Енглеска

Урбана регенерација у области реке Темзе у Лондону представља значајан аспект градске обнове и развоја. Овај процес обухвата различите пројекте који се фокусирају на побољшање и преуређење подручја дуж реке Темзе, од центра града до периферијских делова. Неки од најзначајнијих примера урбане регенерације дуж реке Темзе укључују и пројекат

Тате Модерн (Tate Modern). То је један од најзначајнијих примера адаптације историјских индустријских зграда у културне институције. Овај музеј модерне уметности смештен је у некадашњој електрани Bankside и постао је један од најпопуларнијих музеја модерне уметности на свету. Herzog & de Meuron су швајцарски архитекти који су добили широку признаност за свој рад на пројекту Tate Modern у Лондону. Пројекат Tate Modern је значајан пример њихове способности да адаптирају историјске индустријске зграде у модерне и функционалне културне просторе. Пројекат реновирања се може поделити у две фазе. Прва фаза је започета адаптацијом пројекта некадашње електране Bankside, изграђене између 1947. и 1963. године. Herzog & de Meuron су имали задатак да трансформишу ову индустријску зграду у модерни музеј модерне уметности, задржавајући карактер и импозантну архитектуру. Другу фазу пројекта укључује нови део зграде, познат као Switch House (или Tate Modern Extension), који је завршен 2016. године. Ова нова зграда, у облику шестоугаоника, повезује се са старом електраном и додаје нове изложбене просторе, као и панорамски видиковцац на крову. Оно што је карактеристично за ову зграду јесте да су користили материјале попут бетона и стаклених фасада како би осигурали савремени изглед, док су у исто време одржали континуитет са историјским елементима старе електране. Tate Modern је постао један од најзначајнијих светских музеја модерне уметности, привлачећи милионе посетилаца сваке године, а регенација подручја Bankside помогла је у трансформацији ове области Лондона у живописан и културно активан квартал.⁴

4. ПРОЈЕКАТ

Пројекат се бави темом урбаног становања, односно комплекса мешовите намене у Новом Саду. Комплекс мешовите намене је урбани развој који комбинује различите функције у једној локацији. Овакав приступ омогућава ефикасније коришћење простора и пружа разноврсне услуге и садржаје становницима и корисницима. Сам пројекат обухвата планирање, дизајнирање и изградњу простора који комбинује различите функционалности као што су стамбени, пословни, комерцијални и рекреативни објекти у једном подручју. Ови комплекси су све популарнији у урбаним срединама јер нуде бројне предности, укључујући ефикасније коришћење простора, бољу доступност услуга и смањење потребе за превозом. Комплекси мешовите намене обично се састоје од неколико од компоненти. Становање – објекти или зграде намењени за становање људи, представља главну компоненту коју чине комплекси. Продавнице, ресторани, кафеи, канцеларије и други трговински или услужни објекти који могу бити на приземљу или у посебним деловима комплекса. Канцеларије и други радни простори који могу бити у оквиру истог комплекса, омогућавајући лак приступ радном месту без потребе за путовањем до центра града. Простори као што су паркови, теретане, културне установе (нпр. позоришта, галерије) или спортски објекти, такође су битан део једног комплекса. Лобији, ходници,

дворишта и други заједнички простори који служе као зона сусрета и друштвене интеракције. Разне услуге које могу укључивати банке, апотеке, праонице, и друге услуге потребне становницима и посетиоцима комплекса. Мешовити комплекси су дизајнирани да омогуће висок степен функционалности и погодности, чиме се минимизује потреба за коришћењем транспорта и омогућава једноставније управљање различитим активностима у једном подручју. Једна од главних предности комплекса мешовите намене јесте максимална искоришћеност доступног земљишта кроз комбинацију различитих функција у једном подручју. Подстицањем пешачког и бицикличког саобраћаја, смањује се потреба за путовањем аутомобилом. Мешовити комплекси често повећавају вредност околних некретнина захваљујући доступности различитих услуга и садржаја, а њихово присуство у непосредној близини побољшава квалитет живота становника. С обзиром на велики прилив како становника, тако и посетилаца, комплекси често укључују и паркинг. Задовољавање потреба становника и посетилаца и олакшавање кретања се постиже довољним бројем аркинг места или паркинг гаражом. Простори за паркирање возила, који могу бити подземни или надземни, у зависности од дизајна комплекса. Пројекат комплекса мешовите намене представља значајан корак ка стварању одрживих и функционалних урбаних средина које одговарају потребама савременог друштва.

4.1. Концепт

Концепт урбане регенерације се пре свега односи на стратегије и поступке које се користе за обнову и ревитализацију урбаних подручја која су запуштена, запостављена или у опадању. Овим се побољшава квалитет живота, економска одрживост и функционалност урбаних простора. Урбана регенерација може имати дубок утицај на различите аспекте урбаног простора, па тако и овог. Стари и запуштени објекат се обнавља, тиме се побољшава његов изглед и функционалност. Додавањем јавних и комерцијалних простора повећава се атрактивност и функционалност. Сам концепт рада се заснива пре свега на повећању социјалне заједнице и побољшању животне средине, јер овај простор има потенцијал.

4.2. Co – working и стамбени простору

Co-working и стамбени простори Спајање co-working и стамбених простора представља иновативан приступ у урбаном планирању који може задовољити потребе модерног начина живота и рада. Овај концепт, познат и као "mixed-use" или "live-work" простор, нуди низ предности и може допринети ефикаснијем коришћењу простора и унапређењу квалитета живота. Рад и живот у једно простору омогућава људима да комбинују професионалне и личне активности у истом простору, што може смањити време путовања и повећати ефикасност. Такође, у овом раду је приказана ефикаснија употреба урбаног простора, који је скупо доступан. Овакви простори често подстичу друштвену интеракцију

између станара и корисника co-working простора, стварајући живахну заједницу, што је основни циљ самог пројекта. Приступ различитим садржајима, може унапредити како радно окружење, тако и квалитет живота. Пажљивим планирањем омоућено је да и стамбени и радни простори задовоље своје функционалне захтеве и да се међусобно не ометају. Овај модерни стамбени комплекс има посебне зоне посвећене co-working просторима које су опремљене за рад, али и креиране су заједничке зоне за опуштање и дружење. Спајање co-working и стамбених простора створене су динамичне и флексибилне урбанистичке јединице које боље одговарају савременим потребама корисника, а самим тим су избалансиране различите потребе и функције.

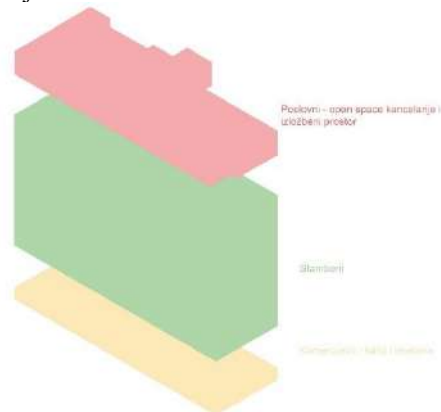
Уклапање у морфологију града и улице Сам контекст локације подразумева уклапање новог комплекса у морфологију парка, а то представља изазов у урбаном планирању. Да би се постигао успешан баланс између функционалности, естетике и очувања природних карактеристика парка потребно је прво добро сагледати простор. Нови комплекс је дизајниран тако да се уклапа у окружење парка, то укључује коришћење материјала и боје које се стапају са природом и самим обликовањем објекта без нарушавања постојећег пејзажа. Стазе и пролази су испројектовани тако да омогуће лак приступ како објекту, тако и осталим садржајима. Улази и излази из новог објекта пројектовани су тако да не нарушавају природни ток кретања кроз парк и не стварају гужве. На планиметрији града (слика испод) може се видети колика је површина коју заузима комплекс мешовите намене. Простор око објекта је такође преуређен како би се уклопио у форму парка и планиран је за активности које ће допринети друштвеном животу и заједници, попут игралишта, уметничких инсталација или простора за заједничке активности. Додавањем водене површине разбија се монотонија са паркинг местима.

4.3. Мешовита намена

Тема овог пројекта је урбано становање, односно комплекс мешовите намене у Новом Саду. Комплекс мешовите намене је урбани развој који комбинује различите функције у једној локацији. Овакав приступ омогућава ефикасније коришћење простора и пружа разноврсне услуге и садржаје становницима и корисницима. Акцент на овом пројекту стављен је на становање, док се на првом и последња два спрата налазе различити програми, који су анализом окружења установљени да се уклапају. У приземљу се налазе кафићи и теретана. На последња два спрата налазе се co-working и простори у којима се одржавају различите активности, најчешће изложбе.

Комбинација стамбене зграде са теретаном и кафићем, је врло атрактиван концепт који нуди комфор и додатне погодности за станаре, али и привлачи посетиоце из шире заједнице. Простор кафића и теретане је раздвојен како би се обезбедила приватност и удобност корисника. Кафић је орјентисан у делу зграде са стакленом фасадом оја гледа на Футошки парк. Теретана је смештена на

супротном делу зграде, орјентисана је ка спортком центру Сајмиште.



Што се тиче опремљености постоје различите опреме за вежбање, укључујући кардио машине, тежине и простирке за вежбање. Један део овог простора може послужити за групне тренинге или јогу. Такође, простор је отворен и добро осветљен. Треба нагласити да постоје улази за кафић, теретану и станаре, али су раздвојени. Простор кафића је дизајниран тако да се створи пријатан и привлачан простор са удобним седиштима, топлим бојама и пријатним осветљењем. Боје које се користе у дизајну су такве да се уклапају са прелепим пејзажом. Због своје орјентације и фасадом која је отворена, добија се осећај оазе. Кафић је осмишљен тако да се комбинује уживање у кафи са љубављу према књигама. Овакав концепт пружа корисницима пријатно место за опуштање, читање и живахније делове за разговор. Што се тиче услуге, кафић је осмишљен тако да се спремају лагани оброци, сендвичи, салате, колачи и грицкалице. Порције су мање и лако преносиве, што је битно и због корисника који долазе на посао. Што се тиче програма и активности, идеја је да се организују промоције књига, књижевне вечери, читања или дискусије са ауторима. Ово може привући љубитеље књига и додатно ојачати заједницу. Овакав простор пружа могућност за књижевне радионице, као што су креативно писање, дискусије о књигама или књижевне критике. Такође, може се основати клубови читања за различите узрасте и интересовања, где посетиоци могу расправити о књигама и делити своја мишљења. Пословни и изложбени простори су смештени на последња два спрата. Канцеларије, сале за састанке, кухиње, тоалети, оставе чине пословни простор. Такође, у оквиру овог спрата постоји део за одмор радника, који је осмишљен као оаза. Изложбени простор је дизајниран да пружи увид у уметничка дела, производе, концепте или идеје. Њихова намена и функција могу се значајно разликовати у зависности од типа изложбе и врсте садржаја који се представља. Флексибилност овог простора се огледа у модуларним зидовима, помичним панелима и прилагодљивом осветљењу. Самом својом позицијом коју заузима и отвореном фасадом, представља праву и живу изложбу града. Остали спратови су намењени за становање, који се простиру на 11 етажа. Укупно има 110 стамбених јединица, различитих структура. Распоред стамбених

јединица се понавља на свим етажама. Квадратуре варирају између 60m² и 210m². За приступ стамбеном делу постоје 2 улаза, са два лифта и противпожарним степеништем. Објекат садржи једну подземну етажу намењену за паркинг са 120 паркинг места. За пројекат су се користили различити материјали како би се уклопили у сам контекст локације. Да би се ублажила доминантност објекта, користили су се природни материјали у виду опеке и дрвета. Постоји једна нијанса опеке која се користила. Изабрани су дрвени брисолеји како би се што боље уклопили у околину. У приземљу и на последњим спратовима доминира стаклена зид завеса од алуминијума црне боје. Остатак браварије на објекту је такође од алуминијума црне боје. Што се тиче ентеријера објекта, доминирају природни материјали, пре свега дрво. Простори су јако добро осветљени, због прозора са ниским парапетом. Подови су од храста (светлија нијанса), а подови ходника зграде су од камена.

4.4. Материјализација објекта

За пројекат су се користили различити материјали како би се уклопили у сам контекст локације. Да би се ублажила доминантност објекта, користили су се природни материјали у виду опеке и дрвета. Постоји једна нијанса опеке која се користила. Изабрани су дрвени брисолеји како би се што боље уклопили у околину. У приземљу и на последњим спратовима доминира стаклена зид завеса од алуминијума црне боје. Остатак браварије на објекту је такође од алуминијума црне боје. Што се тиче ентеријера објекта, доминирају природни материјали, пре свега дрво. Простори су јако добро осветљени, због прозора са ниским парапетом. Подови су од храста (светлија нијанса), а подови ходника зграде су од камена.

5. ЗАКЉУЧАК

Урбана регенерација је сложен процес који има за циљ обнављање и побољшање градских подручја која су запуштена или деградирана. Како је ово дугорочна и комплексна стратегија, она захтева координацију између различитих актера као што су локалне власти, приватни сектор, невладине организације и самих грађана. Њен успех зависи од пажљивог планирања и извршења, као и од способности да се прилагоди потребама и жељама заједнице. Ово нас доводи до тога да је кључна за стварање одрживих и функционалних градских средина. Овај процес не само да побољшава физички изглед градова, већ и доприноси економском расту, социјалној укључености и побољшању квалитета живота грађана. Проблеми због епромишљене изградње могу бити веома озбиљни, што често доводи до веће штете него добробити становника и града. Циљеви новопроекттованих објеката јесте профит, што подразумева максималну искоришћеност парцеле, уштеда средстава, употреба јефтинијих материјала, а последице које настану због овог утицаја осете највише корисници. Како би се избегли проблеми, стручњаци су дефинисали нови стандард квалитета станоградње. Објекти мешовите намене су

архитектонски и урбани концепт који се све више користи у савременим градовима. Представљају продукт модерног начина живота и потребе савременог човека. Треба нагласити да ако се процес правилно реализује, може довести до значајних побољшања у градским подручјима. Кључни фактори успеха укључују свеобухватан приступ, одрживе праксе и активну укљученост свих заинтересованих страна. Приказани пројекат на најбољи начин испуњава циљеве урбане регенерације и одговара на затечене услове локације.



6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] What is Urban Regeneration? (2018) извор: <https://www.natratex.co.uk/knowledgehub/what-is-urban-regeneration/> приступљено 14.06.2024.
- [2] Roberts P., Sykes H., (2000), „ Urban Regeneration: A Handbook “
- [3] др Јевтић А., маг Драшковић Б., (2019), „ Спровођење савремених инструмената планирања урбаног развоја у регенерацији јавног простора “
- [4] Hennebury, D. „, The “Tate Effect” on the South Bank: Urban Regeneration through the Bankside Urban Forest “, Lawrence Technological University, Southfield and Detroit, Michigan

Кратка биографија:



Марија Милетић рођена је 14. јануара 1998. године у Шапцу. Школу примењених уметности завршила је 2016. године. Дипломирала је 2021. године на смеру Архитектура и урбанизам на Факултету техничких наука у Новом Саду. На истом факултету уписала је и мастер академске студије на смеру Урбанистичко пројектовање и феномени савременог града

контакт: marijamiletic1398@gmail.com



ПРОЈЕКАТ ПЕНТХАУСА СА АКЦЕНТОМ НА ПРИМЈЕНИ ДРВЕТА У ЕНТЕРИЈЕРУ

PENTHOUSE PROJECT WITH AN EMPHASIS ON THE USE OF WOOD IN THE INTERIOR

Ксенија Тешовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА

Кратак садржај – Овај мастер рад обрађује тему употребе дрвета у савременом ентеријеру кроз примјер пројекта ентеријера пентхаус стана у Новом Саду. Истраживање се заснива на примјени дрвета као конструктивног и естетског елемента у ентеријеру и његовој примјени у већој мјери, на начин да се створи простор који има свој идентитет, а истовремено буде савременог карактера и повољног утицаја на здравље људи који бораве у том простору.

Кључне речи: Дизајн ентеријера, дрво у ентеријеру, пентхаус, савремени дизајн

Abstract – This master's thesis deals with the topic of the use of wood in contemporary interiors through the example of an interior project of a penthouse apartment in Novi Sad. The research is based on the application of wood as a constructive and aesthetic element in the interior and its application to a greater extent, in such a way as to create a space that has its own identity, and at the same time has a modern character and a favorable effect on the health of the people who stay in that space.

Keywords: Interior design, wood in the interior, penthouse, contemporary design

1. УВОД

Дрво је материјал који има дуготрајну и богату историју у употреби у ентеријеру. Његова примјена се може пратити и хиљадама година уназад, кроз различите културе и епохе. Дрво је одувijek симболизовало богатство, а различитим обрадама, техникама, употребом и премазима обиљежавало различите стилове кроз историју. Данас, све је већи тренд раста употребе дрвета у ентеријеру, из разлога што је све већи број истраживања којима се указује на значај дрвета као грађевинског материјала, али и због широког спектра његових обликовних и естетских могућности. Дрвени материјали имају мањи штетни утицај на на животну средину у поређењу са свик осталим грађевинским материјалима [1].

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор била проф. др Ивана Мишкељин.

1.1. Предмет истраживања

Предмет истраживања су различити начини употребе дрвета у ентеријеру. Рад се заснива на анализи значаја употребе дрвета у ентеријеру са аспекта утицаја продуката реакције грађевинских материјала на квалитет ваздуха и здравље људи у ентеријеру и са аспекта постојаности, издржљивости и естетике дрвета. Значај употребе дрвета у унутрашњем простору се анализира кроз примјер пентхауса на локацији у Новом Саду који се налази у центру града, у згради припадајућој блоку који гледа на Трг Фехер Ференца. Задатак је био испројектовати пентхаус на одабраној локацији, те дизајнирати адекватно читав ентеријерски простор и дати му посебан идентитет, искористивши услове локације односно позиције коју он заузима у згради и блоку.

1.2. Циљ истраживања

Циљ истраживања је како уклопити савремену естетику ентеријерског простора, употребу савремених технологија неопходних потребама данашњих станара, корисника овог простора, са доминантно употријебљеним дрветом као грађевинским материјалом који важи за „традиционалан“. Идеја пројектовања пентхауса у доминантно дрвеној материјализацији произашла је као резултат истраживања утицаја дрвета на унутрашње окружење, као и његових емисија на здравље људи.

1.3. Методе истраживања

Новопроекттовани стан је настао на бази анализираних утицаја дрвета, његових емисија и текстуре на људе који бораве у неком простору. Уочавањем фактора који су утицали да се ова тематика популаризује и почне примјеивати у земљама свијета и установивши бенефите које доноси на друштвене, еколошке и психолошке факторе дошло се до рјешења представљеног даље у раду кроз графичке прилоге и анализе.

2. ТЕМА

У архитектури и дизајну ентеријера, дрво има веома важну улогу кроз историју. У неимарској традицији сваке нације и културе пратило је све стилове. Дрво је материјал који никад није превазиђен управо због позитивног утицаја на окружење са аспекта здравља и са аспекта одрживости, постојаности и естетике. Данас се најчешће употребљавају еколошки материјали

за завршnu obradu drveta, izradu namještaja, jer nisu štetni za zdravlje, ne otpuštaju štetni formaldehid, smole i druge otrovne sastojke, omogućavaju reciklažu i biorazgradivost [2].

3. ОПИС ЛОКАЦИЈЕ И КОНЦЕПТА

Пројектни задатак био је осмислити ентеријер пентхауса стана чијем кориснику је неопходно обезбиједити простор за рад и пријем клијената. Локација зграде на којој је требало испорјектовати стан је у центру Новог Сада, на Тргу Фехер Фернца.



Slika 1. Локација

3.1. Концепт

Главни концепт био је дизајнирати простор у ком је доминантна употреба дрвета, те су сви елементи намјештаја, намјештај и подне облоге од дрвета. Кровна конструкција, као идентитет простора, такође је дрвена, чији рогови су видљиви у ентеријеру. Простор карактерише строга и јасна подјела просторија. Јасна је граница између простора за рад, пријем клијената, дневни боравак и одмор.

4. ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА УПОТРЕБОМ ДРВЕТА

4.1. Функционалне јединице стана

Приступајући у стан, наилази се на линијски простор улазне зоне гдје са са лијеве стране налази, цијелом дужином, дрвени плакар. Висина овог елемента није у цијелој висини простора, како би се омогућио улаз природне свјетлости из сусједне просторије и самим тим избјегло се стварање тунелског, мрачног простора. Мастер соба се налази са десне стране. Ходник усмјерава кретање ка радној зони која се налази право ако се настави даље низ улазну зону. Канецларије за рад и пријем клијената су, што се и наметало природно њиховом улогом, једна до друге. Формиране су линијски и могућ је приступ до њих из улазне зоне, али и из једне у другу. Централну зону стана заузима кухиња са трпезаријом и дневним боравком који имају излаз на велику терасу.

4.2. Материјализација

Ентеријерски простор дизајниран је са намјером да се створи амбијентална цјелина која ће бити пријатна за корисника. Како би се онемогућило потенцијално стварање монотоније и засићења доминатном количином дрвене материјализације, коришћени су дрвени материјали другачијих врста дрвета, који се међусобно слажу, а чији контрасти се истичу кроз освјетљење. Свака текстура се јасно истиче на природном освјетљењу, али и под вјештачким

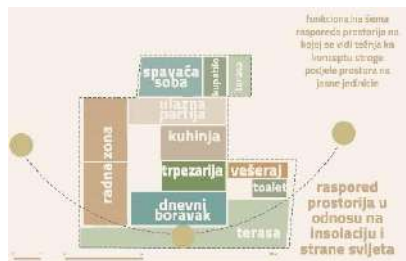
свјетлом, а врсте дрвета биране су и комбиноване на начин да се међусобно уклапају и формирају естетски складну цјелину.



Slika 2. Амбијентални приказ трпезарије са кухињом



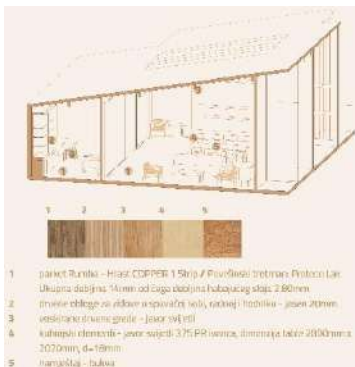
Slika 3. Амбијентални приказ терасе



Slika . Функционалне зоне

4.3. Освјетљење

Одабир освјетљења био је значајан дио формирања концепта овог простора. Неопходно је било испланирати које дијелове простора треба акцентовати, те шта ће се тим избором истаћи и какав амбијент се постиже. Идеја је била осмислити неколико нивоа различитог освјетљења како би простор био функционалан, омогућио неометан рад кориснику и био естетски привлачан. Обзиром да је предмет пројекта био стамбени, приватни простор, требало је испоштовати правило о освјетљењу за основне функционалне зоне као што је кухињски простор, простор за рад и спавање.



Slika 4. Korišćeni materijali

4.4. Elementi namještaja

Ideja oblikovanja u enterijeru bila je iskoristiti potencijal koji drvo kao materijal ima. Prostor karakteriše primjena namještaja po mjeri rađenog u drvetu i korišćenjem tradicionalnih tesarskih veza, ali i savremenih tehnologija za drvene elementa i njihovo povezivanje.



Slika 5. Ambijentalni prikaz master sobe



Slika 6. Ambijentalni prikaz radne zone

3. ZAKЉUČAK

Projektni zadatak bio je osmisliti enterijer penthausa stana čijem korisniku je neophodno obezbijediti prostor za rad i prijem klijenata. Lokacija zgrade na kojoj je trebalo isporijekovati stan je u centru Novog Sada, na Trgu Fehera Ferića.

4. LITERATURA

- [1] A history of interior design, John Pile, Judith Gura
- [2] Archdaily: The future of wood tantimber thermowood

Kratka biografija:



Ksenija Tešović rođena je u Kotoru 2000. god. Diplomirala je na osnovnim studijama 2023. god. Na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehnickih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Master rad iz oblasti dizajna enterijera brani 2024. godine.

Kontakt: ksenijaftn@gmail.com



РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ИНДУСТРИЈСКОГ НАСЛЕЂА НА ПРИМЕРУ
ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ „СНАГА И СВЕТЛОСТ“ У БЕОГРАДУ

REVITALIZATION OF THE INDUSTRIAL HERITAGE ON THE EXAMPLE OF THE
THERMAL POWER PLANT "POWER AND LIGHT" IN BELGRADE

Огњен Марјановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Феноменолошко истраживање засновано на актуелним друштвеним и еколошко-енергетским питањима кроз постизање различитих контекста физичког просторења поменутих проблема у оквиру теме реконструкције и ревитализације термоелектране Снага и светлост – иконе индустријске епохе и модернистичких начела пројектовања.

Кључне речи: Индустријско наслеђе, Културни споменици, Ревитализација, Здравствена типологија, Процес пројектовања алтернативних приступа

Abstract – Phenomenological research based on current social and ecological-energy issues through the achievement of different contexts of the physical expansion of the mentioned problems within the theme of reconstruction and revitalization of the thermal power plant "Power and light" - icon of the industrial era and modernist design principles.

Keywords: Industrial heritage, Cultural monuments, Revitalization, Health typology, The process of designing alternative approaches

1. УВОД

Загађеност ваздуха у главном граду Србије услед заступљености топлана и ложишта, које у свом функционисању користе необновљиве изворе енергије, јесте један од највећих актуелних проблема. У непосредној близини некадашње термоелектране „Снага и светлост“ присутна је топлана „Дунав“ чиме су у великој мери нарушени еколошки фактори најстаријег и густо насељеног градског језгра у оквиру општине Стари град. Физичка близина два горепомнута објекта резултирала је осмишљавањем урбанистичког решења пошумљавања целокупног подручја планиране интервенције, чији оквири залазе и у унутрашњост напуштене термоелектране кроз формирање ботаничке баште. Овакав приступ у пројектовању симболично је назван према процесу у ком биљке користе вишак угљен-диоксида, из ваздуха, како би посредством хлорофила стварале кисеоник – концепт фотосинтезе.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Јелена Атанацковић-Јеличић.

2. ДЕИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА – ПРОМЕНА
ДРУШТВЕНОГ СТАЊА

Након другог светског рата развијене земље започињу процес систематског смањења индустријских активности који је подразумевао преобликовање читавог привредног сектора. На простору Југославије, као последица рата током последње деценије XX века, потом инфлације и санкција од стране Међународне заједнице, индустријализација пролази кроз процес транзиције који је, посредством новоосмишљене економске политике, подразумевао смањење производних капацитета.

Са појавом периода деиндустријализације морфологија градова прихвата нове урбанистичке матрице. Некадашњи индустријски локалитети, који се често називају браунфилд, пренамењени су за нове типологије као што су стамбена, комерцијална или рекреативна подручја што изискује адекватно урбано планирање и обнављање. Целокупан процес транзиције доприносио је стварању разноврсније урбане популације привлачењем нових становника и предузећа из различитих региона. Ипак, тенденције модернистичког просторног планирања, у појединим случајевима, допринеле су стварању градова-спавоница – правилне, ортогоналне уличне мреже које формирају блокове стамбених насебина. Строгим зонирањем садржаја настају физичке сегрегације у урбаном ткиву, на чијим рубовима понекад остају стари индустријски објекти. Велики број оваких производних зграда, некадашњих симбола просперитета попут ТЕ „Снага и светлост“, губи на значају услед појаве деиндустријализације за коју не постоји адекватан пројектантски одговор – бивају у потпуности напуштени, лишени основних функција, без конкретних планова о поновној употреби и ревитализацији или, у најгорем сценарију, подлежу деструкцији у сврхе ослобађања простора за нове грађевине.

3. ИНДУСТРИЈСКО НАСЛЕЂЕ КРОЗ
МОГУЋНОСТИ ПРИЛАГОЂАВАЊА

Индустријски објекти сведоче о читавој једној епохи развоја цивилизације и као такви представљају значајно историјско наслеђе. Услед своје физичке величине, условљене сложенешћу функција које су се некада одвијале у оквирима ових грађевина, омогућавају изразито висок степен прилагођености ревитализацијама различитих обима и програма. Поред већ поменутог наследно-културног аспекта, од

пресудног значаја, за успешан пројекат обнове може бити и укључивање локалне заједнице у целокупан процес планирања и развоја. Учешће заједнице у доношењу одлука, планирању и имплементацији пројеката поновне употребе, кроз разумевање њихових жеља и потреба, може дати велики допринос социо-културном успеху пројеката поновне употребе [1].

3.1 Архитектонске типологије у процесу ревитализације

Компатибилност између зграде и функције не карактерише само функција унутар или унакрсне употребе, већ би требало да постоји и компатибилност нове употребе са оригиналном формом и древним карактером зграда наслеђа [2]. С тим у вези, најзаступљенији облик архитектонске ревитализације подразумева уврштавање културних садржаја попут галерија, музеја, библиотека и изложбених структура на местима превазиђених производних функција. Како су некадашњи производни објекти били пројектовани тако да повећају ефикасност радног места и истовремено пруже задовољавајући степен природног осветљења, њихови унутрашњи простори данас представљају приступачне амбијенте за различите типологије и делатности. Горепоменути величина индустријских комплекса односи се управо на ту размеру просторних потенцијала пружену од стране оваквих зграда чиме је омогућено прилагођавање разноврсним наменама и програмима који, по правилу, захтевају значајне употребне и радне површине.

4. ПРИМЕНА НАЧЕЛА РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ НА ОБЛИЦИМА ИНДУСТРИЈСКОГ НАСЛЕЂА

Реализовањем поступка ревитализације индустријског наслеђа применом културних, креативних и пословних програма изнедрило је велики број успешних пројеката од којих ће три бити презентована у оквиру студије случаја: радионице *Фори* у Лондону, стартап центар *Станица Ф* у Паризу и музеј стваралаштва *МоМ* у Дарбију. Одабир је извршен на основу опсега интервенција тако да примери илуструју однос очувања и наглашавања постојећих архитектонско - конструкционих компоненти уз оживљавање напуштених простора уз имплементирањем друштвених садржаја. Иако су обликовно посматрано решења кроз различита, она почивају на сличним принципима. Било да је реч о концепту структуре унутар структуре дизајниране као два брода у сувом доку [3], или као у случају Музеја стваралаштва који има за циљ да прослави локално индустријско и производно наслеђе у сарадњи са заједницама и организацијама како би омогућио будућим креаторима, произвођачима и иноваторима да развију нове вештине [4], јасно је да успех поменутих пројеката почива на пажљивом одабиру и успостављању нових употребних вредности које се укључују у постојеће објекте без нарушавања њихове структуре. Додатна заједничка црта анализираних објеката је повезаност са окружењем и потреба за интеграцијом и стварањем јавног простора у оквиру

објекта како би се створило једно кохерентно окружење и осећај заједнице.

5. АНАЛИЗА ЛОКАЦИЈЕ

Некадашњу термоелектрану одликује одлична урбанистичка диспозиција која је у великој мери повезује са културним и историјским садржајима Београда. На основу постојећег стања може се закључити да окружење анализираног локалитета карактерише планирање које укључује објекте мешовите намене. У интеграцији стамбених простора са комерцијалним и рекреативним подручјима створено је живо и мултифункционално урбано окружење са циљем неговања динамичне заједнице у којој људи могу да живе, раде и друже се у непосредној близини. Позитиван пример свакако дају пројекти ревитализације индустријског наслеђа попут Силоса, суседни објекат бившој термоелектрани, који на прави начин илуструју како пренамена доприноси побољшању физичких и функционалних карактеристика ужег подручја. На простору ТЕ, намена јавне површине онемогућена је услед приватног карактера саме парцеле, као и неадекватним решењима активног и мирујућег облика саобраћаја. Нефункционално саобраћајно решење, услед недостатка пешачких и бициклистичких стаза као и аутобуских стајалишта, са собом повлачи неповољне друштвене услове који се негативно одражавају на социолошке и еколошке аспекте.

6. АРХИТЕКТОНСКО-УРБАНИСТИЧКО РЕШЕЊЕ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ

Адекватна ревитализација индустријског објекта јесте један вид заштите индустријског наслеђа. Стога, ревитализација индустријских споменика захтева дијалог са прошлосту и заснива се на карактеристичном приступу и односу према њој [5].

6.1 Историјски значај термоелектране

Грађевински радови отпочели су 1930. а завршени су 1932. године, када је у новембру први пут испоручена струја општинама у Београду. Поменута грађевина представљала је први објекат прикључен на нисконапонску дистрибутивну мрежу за напајање наизменичном струјом. Током другог светског рата целокупно становништво Београда снабдевано је електричном енергијом насталом радом термоелектране „Снага и светлост“.

6.2 Архитектонски значај термоелектране

У време изградње „Снага и светлост“ је често поређена са Золферајн рудничким окном ХП, пројектом Баухаус школе, што јасно упућује на праћење модернистичких начела приликом пројектовања овог индустријског постројења. У згради Електране, у конструктивном и технолошком смислу се издвајају три целине: хала котларнице, машинска сала и командно-шалтерска сала. Функционална подела електране видљива је и у конструктивно-обликовном решењу објекта [6]. Осим стакла, као доминантни материјали издвајају се бетон и челик чиме се бришу орнаменти и декоративис-

тички приступи у обрађивању фасада. Објекат је 2013. године утврђен за споменик културе.

6.3 Конструктивни склоп термоелектране

Постојећи главни објекат, формиран на правоугаоној основи, поседује кубичну форму издељену у три брода, два нижа бочна и централни, виши, над којим се налази засведени двоводни кров.

Конструкцију средишњег брода сачињавају армирано-бетонски рамови на које се ослања бетонска таваница и над њом челични оквири који носе кровну конструкцију. Симетричан однос бродова диктира спољашње обликовање грађевине у ком се издвајају тракасти прозори различитих висина. Иза главне грађевине термоелектране постављен је претоварни кран укупне дужине 108 метара. Конструкцију крана чине решеткасти челични елементи спајани закивцима.

6.4 Концепт фотосинтезе у здравственом програму

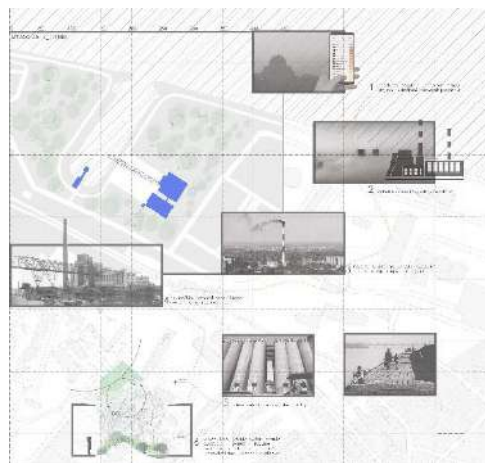
Предложено решење би омогућило поновно коришћење материјалних и симболичких потенцијала индустријског наслеђа уз истовремено подстицање укључивања будућих корисника простора у развијање новоосмишљене функције – холистички облик здравственог центра.

За претходно описане конструктивне и обликовне елементе предлаже се детаљан конзерваторски план чије методе осигуравају повратак првобитном изгледу целокупног индустријског постројења.

За анализирано подручје ТЕ предложен је пројекат озелењавања/пошумљавања којим би се пројекат ревитализације надовезао на актуелни урбанистички план под називом „Линијски парк“ који се састоји од десет целина од којих је једна у зони марине Дорћол, у близини топлане „Дунав“. Како је суседни објекат некадашњој термоелектрани управо поменута топлана „Дунав“, која као главни енергент користи угљ и самим тим представља извор загађења, пројекат ревитализације се конципира и на урбанистичкој идеји пошумљавања овог густо насељеног градског језгра у општини Стари град (слика 1.), јер идеја стварања једног атипичног садржаја, каквим се може сматрати простор намењен холистичким приступима здравствене неге, настаје у тренутку када загађеност ваздуха у Београду представља један од највећих актуелних еколошких проблема.

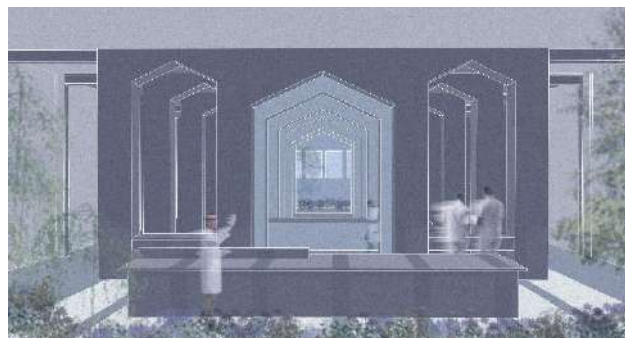
На овај начин, концепт обнављања индустријског наслеђа је повезан са фотосинтезом, процесом у ком би будуће засађене биљке користиле значајне количине угљен-диоксида, насталог сагоревањем угља из топлане, при томе стварајући кисеоник односно прочишћавајући ваздух.

Функционалистичка веза здравственог центра и урбанистичког решења пошумљавања, у оквирима напуштене термоелектране, остварена је у приземљу главног објекта кроз програм ботаничке баште, како би се сам поступак лечења темељио на употреби лекова на биљној бази.



Слика 1. Ситуациони план марине Дорћол уз дијаграм развоја концепта ревитализације

Успостављање зелене оазе умногоме доприноси еколошком бенефиту целокупног подручја али и истовремено пружа здравственом лечилишту адекватан простор за сађење биљних врста које се даље могу користити у производњи лекова. С тим у вези, приземље некадашње машинске сале замишљено је као фармацеутска зона у оквиру које постоје лабораторија и два специјализована стакленика за узгајање и сушење лековите вегетације (слика 2.), док командно-шалтерска зграда преузима улогу административног центра.

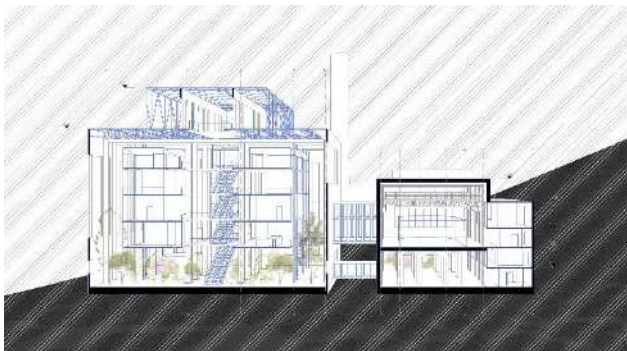


Слика 2. Визуелни приказ приземља некадашње машинске сале – фабрика за производњу лекова

Поштовањем индустријског идентитета грађевине и ослањањем на природан процес фотосинтезе установљен је још један концепт ревитализације, примењен на главни објекат термоелектране, замишљен као „структура унутар структуре“. Овакв принцип груписања различитих садржаја, неопходних за функционисање здравственог центра, омогућио је формирање етажа које се ослањају на постојећи конструктивни систем без да директно додирују фасадне зидове.

На овај начин постигнута је неометана висина раста биљака као и проток сунчеве светлости ка зеленилу у ботаничкој башти, која заузима целокупно приземље главног објекта, док је будућим корисницима унутрашњег простора пружена могућност истовременог сагледавања старе и нове структуре. „Унутрашња“, нова структура је материјализована употребом лаких и витких елемената, стављајући се у контрастни однос према затеченим конструктивним

елементима, уз игру са односом отворено-затворено која је постигнута употребом стакла или материјала испуне у циљу задовољавања различитих степена приватности, које захтевају осмишљене типологије на етажама. На слици испод приказан је перспективни пресек кроз читаво индустријско постројење за потребе пројекта ревитализације. Плавом бојом означени су новооформљени, док сива боја представља постојеће конструктивне и обликовне елементе.



Слика 3. Перспективни пресек кроз све објекте – „Структура унутар структуре“

Горепоменуто приземље главног објекта поседује слободнији карактер како је простор формиран искључиво употребом биљака и мобилног намештаја – у оквиру ове зоне одвија се први сусрет и разговор пацијената са лекарима спрам чега је замишљена као трансформабилна. Идеја оваквог типа пројектовања јесте постизање амбијената који су искључиво подређени чулном осећају будућих корисника-пацијената, на основу чега се очекује да свако формира свој „кутак“ према личном нахођењу, са циљем унапређивања генералног емпиријског доживљаја здравствених објеката.



Слика 4. Визуелни приказ приземља главног објекта термоелектране – ботаничка башта

Програмске целине лечилишта, гледајући од најниже ка вишим етажама, груписане су од јавнијих ка приватнијим: простори намењени разним облицима терапија, кафе и лаунж бар, ординације, простори намењени свакодневном боравку пацијената. Смењивање програмских целина конципирано је употребом форме платформи. До одступања од правила „од јавнијег ка приватнијем“ са слагањем етажа долази у области последњег спрата на ком је осмишљен видиковац, по обликовном узору на претоварни кран, чиме објекат пружа могућност учтивања квалитета локације истакнутих

новонасталим пошумљеним амбијентом, реком Дунав и погледом на град. На овај начин долази до заокруживања једне целине замишљене као путовање кроз ревитализовани објекат, које се завршава онако како је и започело – окружено природним структурама.

7. ЗАКЉУЧАК

Индустријска археологија и њени примери изискују одговорно поступање у току прилагођавања, уз истовремено разматрање променљивих околности савременог града и њихових последица на заштићене споменике културе. Нарушени еколошки чиниоци и неадекватан однос према енергетским ресурсима јесу теме које окупирају пажњу великог дела популације и намећу поља будућих интервенција. С тим у вези, концепт архитектонског оживљавања културног наслеђа базиран је на принципима одрживог развоја и одвијању поступка фотосинтезе, пружајући могућност обнављања нарушене везе градског становништва са природом. Резултат феномолошког приступа процесу ревитализације јесте стварањем зелене оазе – ботаничке баште, на коју се потом надовезује програм холистичког облика здравственог центра. Функционална међуусловљеност описаних типологија гарантује стварање кохерентне целине у оквирима објеката напуштеног индустријског постројења, омогућавајући његово поновно укључивање у свеукупан социјални и економски живот града.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Pearson, S. Sullivan, “*Looking after Heritage Places*”, Melbourne, Melbourne University Press, 1995.
- [2] F. Vafaie, H.T. Remøy, V. Gruis, “Adaptive reuse of heritage buildings; a systematic literature review of success factors”, *Habitat International*, Vol. 142, December 2023.
- [3] <https://www.archdaily.com/922922/the-forge-offices-and-exhibition-space-emrys-architects> (pristupljeno u avgustu 2024.)
- [4] <https://www.designcurial.com/news/making-change-repurposed-industrial-buildings-6213046/> (pristupljeno u avgustu 2024.)
- [5] N. Knežević, “Revitalizacija termoelektrane „Snaga i svetlost“ u Beogradu”, *Nasleđe*, broj 8, str. 209-222, Oktobar 2007.
- [6] <https://beogradskonasledje.rs/arhiva-2/termoelektrana-snaga-i-svetlost> (pristupljeno u avgustu 2024.)

Кратка биографија:



Огњен Марјановић рођен је у Шапцу 1997. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Енергетске ефикасности у архитектонским објектима – Пројекат ревитализације индустријског наслеђа на примеру термоелектране „Снага и светлост“ у Београду одбранио је 2024. године.

контакт: omarjanovic69@gmail.com



**BENEFITI PROGRAMA OBUKE O ZNANJU, ODNOSU I PONAŠANJU RADNIKA
PREMA BEZBEDNOST I ZDRAVLJU NA RADU - STUDIJA SLUČAJA U NAFTNOJ I
GASNOJ INDUSTRIJI GANE**

**BENEFIT OF OHS TRAINING PROGRAMS ON WORKERS KNOWLEDGE, ATTITUDE
AND BEHAVIOUR TOWARDS HEALTH AND SAFETY. A CASE STUDY INTO THE
GHANA OIL AND GAS INDUSTRY**

Stephen Christ Amonoo, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.*

Oblast: INŽENJERSTVO ZAŠTITE NA RADU

Kratak sadržaj - U okviru istraživanja analizirane su prednosti programa obuke za bezbednost i zdravlje na radu u kontekstu o stečenog znanja, odnosu i ponašanju prema bezbednosti i zdravlju na radu u industriji nafte i gasa Gane. Za potrebe istraživanja sprovedena je anketa radnika tri velike naftne i gasne kompanije, koje posluju na teritoriji Gane. Specifični ciljevi istraživanja obuhvatili su ispitivanje uticaja nivoa znanja, odnosa i ponašanje radnika prema BZNR u njihovom radnom okruženju, kao i ispitivanje uticaja obuke na identifikaciju i prevenciju opasnosti na radnom mestu, povrede i prevenciju bolesti. Rezultati istraživanja ukazali su na značajan nivo znanja i pozitivan stav radnika prema BZNR i homogeno ceni njihovu situaciju u pogledu bezbednosti na radu. Takođe je ukazano da korelaciju BZNR obuke i sposobnosti za se preventivno deloje na pojavu opasnosti i povreda na radnom mestu.

Ključne reči: *Bezbednosti i zdravlje na radu, Nafta i gasm, Akcidenti, Prevencija opasnosti i bolesti.*

Abstract - This study explored the benefit of Occupational Health and Safety (OHS) training programs on workers knowledge, attitude and behaviour towards health and safety, in the Ghanaian oil and gas workspace. Through a convenience sampling techniques, three major oil and gas companies, which operate in the entire length of the petroleum sector, upstream, mid-stream and downstream, were selected for the study. The specific objectives, which guided the study, were to examine the knowledge level, attitude and behaviour of workers towards health and safety at their working environment and ascertain the impact of occupational health and safety training to incidence prevention and impact on injuries and disease prevention. A descriptive analysis was used to measure the central tendency, dispersion and variability of responses or data collected. The study established a significant knowledge and positive attitude of workers towards OHS and have a homogeneous appreciation of their workplace safety situation.

A regression analysis also indicated a positive significant relationship between OHS training and the two-dependant variables (incidents prevention and injuries & disease prevention). In that, Occupational Health and Safety Training (OHST) accounts for 54.3% of the variation in incidences prevention and 42.1% of the variation in injuries and diseases.

Keywords: *Occupational Health and Safety, oil and gas, Incidence, Injuries and Disease prevention.*

1. INTRODUCTION

A rise in global population and advances in technology has sparked industrialization and business of all kinds, which brought with it immense upheavals in economies and in the organization of the societies. This industrialization brings many economic and other benefits, as well as a wide range of workplace hazards and unsafe working conditions, which pose risks to the health and safety of people at work and the energy industry is no exception. Ghana, as a developing nation, has a high estimated accident rate of 15,702 per 100,000 workers and a fatal accident rate of 1852, with 20.6 fatalities per 100,000 workers across all industries, [8]. According to [7], there are indeed unique safety hazards inherent in the operations of the oil, gas, and related energy industries that have the potential to endanger life, property and the environment if not controlled or managed properly.

With Ghana serving as an example of the many developing countries in the globe with above-average rates of subpar occupational health and safety (OHS) results, this study seek to explore how occupational health and safety training programs influences workers attitude and behaviour towards health and safety in the oil and gas industry. It examines how safety-training programs affect the knowledge level, attitude and behaviour towards working safe in their various working environment, and its impact on the prevention of incidence, injuries and diseases at the workplace. The associated objective seek to investigate the extent to which these training programs influences and guarantee a safe working environment.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Procedure and participants

Through a convenience sampling techniques, three major oil and gas companies were selected, Ghana National

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Dejan Ubavin.

Petroleum Company (GNPC), Ghana National Gas Company (GNGC), and ENI Ghana, which operate in the entire length of the petroleum sector, upstream to downstream, for the study.

A set of self-report questionnaires were completed by participants, which consisted of workers who are directly involved in critical safety task and considered to be highly exposed to hazards in their work environment. Consisting of engineers, crane operators, maintenance personnel, machine operators, laborers and safety instructors

To ensure survey validity and reliability, a pilot test was conducted among 21 supervisors and health and safety officers in the selected companies and the feedback incorporated into the final survey. As extant literature suggests, a pilot test sample should be 10%–20% of the sample projected for the parent study [1].

Survey reliability was determined using Cronbach’s (α) with a coefficient 0.817 to check the internal consistency of the survey items. Which is greater than the required threshold of 0.70. As a range from 0.7 to 1.0 denotes consistency of the survey [3].

2.2. Measurements

Descriptive survey design paradigm [2]. which had four sections (A–D), with responses of workers measured on a five-point Likert scale, ranging from 1 = Strongly Disagree (SD) to 5 =Strongly Agree (SA). Section A of the questionnaires collected demographic data including gender, age, and level of education and years of working experience in the various firms. Section B assessed knowledge, attitude and behavior of workers towards OHS, whereas Section C assessed impact of OHS training program on incidents prevention and Section D assessed impact on injuries and diseases prevention.

3. Data Analysis

Descriptive analysis such as mean score was used to measure the central tendency of the variables. Standard deviation was used to measure dispersion and variability of responses from the targeted population. The analysis of mean provides the average response regarding employees’ knowledge level and attitude toward OHS. Inferential analysis gives an in-depth explanation of the findings. Multiple linear regression was used to investigate the influence of employees’OHS training on incidence and impact on injury and disease prevention.

4.0. Analysis and Discussion of Results.

With 376 estimated workers, 149 completed responses were received, However, the analysis were based on the responses of 127 respondents and 22 were rejected based on the respondents not being actively involved in the oil and gas or any of the selected companies. As suggested in [4], a minimum sample of 100 individual is satisfactory for descriptive studies, whereas sampling between 10 and 20% of the population is recommend in [6]. Thus, out of 127 respondents, figure 1 below, shows the organizational respondent distribution.

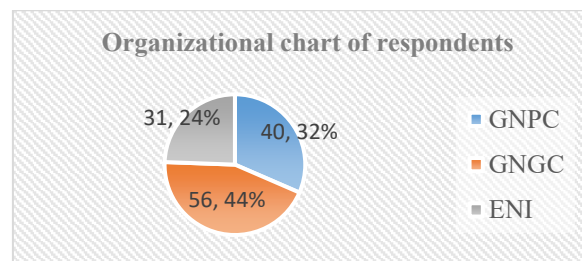


Figure.1. Organizational chart of respondents.

4.1. Analysis Respondents’ Demographic Data

From the demographic data shown in table 1, it is evident that, majority of the employees are matured and have extensive experience, which could potentially foster positive attitudes and behavior toward occupational health and safety within their organizations. Again, a majority at 92.9% ($f= 118$) having tertiary-level education could resonate a high knowledge level and understanding of OHS principles.as stipulated by some researchers, the level of education of workers influences their knowledge level, attitude and behavior towards OHS [5]. Moreover, experience has been identified as influencing the quality of task performance and safety consciousness.

Table 1. Demographic data of respondents

Gender	Frequency	Percentage %
Male	104	82
Female	23	18
Age distribution		
18 - 30	21	16.5 %
31 - 40	76	59.8 %
41 - 50	18	14.2 %
50 – 60	12	9.4 %
Literacy level		
Tertiary education	118	92.9%
Secondary/ technical Education	9	7.1%
Work experience (year range)		
< 5	21	16.5%
5 – 10	84	66.1%
11 and Above	22	17.3%

4.2. Employees Knowledge Level, Attitude and behaviours towards OHS

From Table 2, it is revealed that OHS training programs has a positive influence of workers knowledge and behavior at their work environment. These findings reveal that, on average, most employees have relatively high knowledge and positive attitude towards OHS with an overall mean score of 4.194 and a standard deviation of 0.5485. The SD score of 0.5485 confirms that the employees response concerning their knowledge and attitude towards OHS were clustered close to the mean score, further indicating that they have a homogeneous appreciation of their workplace safety situation.

Table.2. OHS training programs employees 'knowledge of occupational hazards using mean scores and standard deviation.

STATEMENTS	MEAN	SD	RK
1 I have the necessary knowledge of health and safety about various working environment in the firm.	3.022	0.4615	7 th
2 I know how to reduce the risk of accidents and incidents in the workplace	4.409	0.5607	2 nd
3 I am aware of the require PPEs in the company and use them for my protection	4.433	0.5596	1 st
4 I know what are the hazards associated with my jobs and the necessary precautions to be taken while doing my job.	4.341	0.5153	6 th
5 I have knowledge about the various hazards I faced within my work environment and report exposures to an occupational hazard be documented by appropriate authorities.	4.397	0.5586	4 th
6 I have knowledge on how to maintain or improve workplace health and safety	4.357	0.5276	5 th
7 I know how to use safety equipment and standard work procedures to perform my job in a safe manner	4.398	0.5586	3 rd
Average mean/SD	4.194	0.5485	

For example, majority of employees indicated that they were aware of the required personal protective equipments in their companies and use them for their protection with a mean of 4.433 and a standard deviation of 0.5596, and first in the rankings as shown in table 2.

They exhibited extensive knowledge on OHS and a positive attitude of injuries, disease and incident prevention, as they indicated that they know how to use safety equipment and standard work procedures to perform jobs in a safe manner and also have knowledge of how to maintain or improve workplace health and safety with relatively high mean values. Which is resonates with the findings of Wahab et al. (2014) who found that training workers on performance management of OHS is important across companies and industries.

4.3. Impact of Occupational Health and Safety Training on Incidence Prevention, Injuries and Disease Prevention.

Assessing the impact of OHS training programs on incidents, injuries & disease prevention, a break down of

the regressions analysis clearly indicated a positive significant relationship between OHS training and the two-dependant variables with positive regression coefficient (R) of 0.737 and 0.649 for incidents and injuries & disease prevention respectively. That is OHS training considerably influences both incidents as well as injuries and diseases prevention for all selected companies in Ghana's oil and gas industry. From the tables of result, it has showed that FIP = 64.854 and FIDP=55.847 ($p < 0:01$) were recorded for the combined three companies selected for this project. Moreover, as indicated by R^2 (coefficient of determination), it can be interpreted that, OHS Training determines 54.3% ($R^2 = 0.543$) of the variation and 42.1% ($R^2 = 0.421$) of the variation in incidence and injuries & diseases prevention in the selected companies. As explained by Jambwa and Chitongo (2013), OHS training is a key to injury prevention, and that companies perform poorly at protecting their workers from accidents and diseases, by failing to provide them with the requisite OHS training.

Table 3. Regression analysis of OHS Training programs on incident and Injuries & Disease prevention results.

	β	R	R^2	F	t
OHST & IP	-0.642	0.737	0.543	64.854	-7.582
OHST & IDP	-0.513	0.649	0.421	55.847	-5.721
Dependent variable: independent variable : OHST Incidents prevention (*IP) ($p < 0:01$) Injuries and diseases prevention (*IDP)					

5. CONCLUSION

This study assessed the benefit of OHS training programs on the knowledge, attitude and behaviour of employees in the Ghanaian oil and gas industry and how it impact incidents, injures & diseases prevention at the workplace. Importantly, it revealed that employees do hold significant knowledge and a positive and optimistic behaviour regarding OHS and respective mitigating safety measures necessary to reducing incidents and injuries at work.

In addition, the study confirmed that employees do comply with occupational health safety practices, such as wearing required PPE as a last line of protection. However, the study also found that, OHS training on employees' knowledge, attitude and behaviours towards OHS, and its impact on incidents and injuries & diseases prevention were significant but not adequate for complete elimination. And that 45.7 % of the variance in incidents prevention and 57.9 % of injuries & diseases could attributed to other factors not considered in this study such as leadership attitudes, general personal behaviours governing safety standards and policies, safety culture etc.

6. REFERENCES

[1] Conn, V.S., Algase, D.L., Rawl, S.M., Zerwic, J.J. and Wyman, J.F. (2010), "Publishing pilot intervention work", Western Journal of Nursing Research,

Vol. 32 No. 8, pp. 994-1010, doi: [10.1177/0193945910367229](https://doi.org/10.1177/0193945910367229).

[2] Fraenkel, J.R. and Wallen, N.E. (2010), *How to Design and Evaluate Research in Education*, 7th Ed., McGraw-Hill, New York, NY

[3] Hair, J.F., Anderson, R.E., Babin, B.J. and Black, W.C. (2010), *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*, Pearson, Upper Saddle River, NJ, Vol. 7

[4] Jambwa, T.M. and Chitongo, L. (2013), "Challenges of implementation of occupational health and safety measures in the Marondera municipality department of works", *International Journal of Economy, Management and Social Sciences*, Vol. 2 No. 6, pp. 304-309.

[5] Kwame Nkrumah. E. Liu. S., N, Serwah Akoto. L., Gyabeng.E and Nkrumah. E. (2020). *The State of Occupational Health and Safety Management Frameworks (OHSMF) and Occupational Injuries and Accidents in the Ghanaian Oil and Gas Industry: Assessing the Mediating Role of Safety Knowledge*. 2020/. doi: [10.1155/2020/6354895](https://doi.org/10.1155/2020/6354895)

[6] Mertler, C.A. and Charles, C.M. (2011), *Introduction to Educational Research*, 7th ed., Allyn and Bacon, Upper Saddle River, NJ

[7] Osei-Wusu. A & Boateng E. D, (2012). Safety practices in the oil and gas industries in Ghana. *International Journal of Development and Sustainability*. [Online] ISSN: 2186-8662 – www.isdsnet.com/ijds.

[8] Seth O. (2014). Common health, safety and environmental concerns in upstream oil and gas sector: implications for HSE management in Ghana. *Academicus International Scientific Journal*. 2014;9:93–106. doi: [10.7336/academicus.2014.09.07](https://doi.org/10.7336/academicus.2014.09.07). [CrossRef] [Google Scholar].

International Scientific Journal. 2014;9:93–106. doi: [10.7336/academicus.2014.09.07](https://doi.org/10.7336/academicus.2014.09.07). [CrossRef] [Google Scholar].

[9] Wahab, A.R.S., Rajab, A., Shaari, R., Rahman, A.A.S. and Saat, M.M. (2014), "Manipulation of safety training practices on organizational safety performance: an evidence in Malaysia's automotive industry", *International Journal of Trade, Economics and Finance*, Vol. 5 No.

Short biography:



Amonoo Stephen Christ is an international student from Ghanaian under the program 'World in Serbia' 2021 to pursue a master's program in occupational health and safety engineering.

He was born in Kengen, a city in the western part of Ghana and holds a Bachelor's degree in Chemical engineering from the Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.



IMPLEMENTACIJA ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001 U KAMENOREZAČKOJ KOMPANIJI

IMPLEMENTATION OF ISO 45001 STANDARD REQUIREMENTS IN A STONECUTTING COMPANY

Jovana Krtinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE NA RADU

Kratak sadržaj – Rad istražuje neke procese primene specifičnih zahteva ISO 45001 standarda u kontekstu kamenorezačke firme. Fokus je na analizi koraka koje firma treba da preduzima kako bi uskladila svoje poslovanje sa standardima bezbednosti i zdravlja na radu propisanim ovim standardom. Takođe, obuhvata se i procena rizika uključujući metodu matrice 3x3. Dobijeni rezultati su prikazali potencijalna mesta sa visokim rizikom za rad, kao što su: rizik od pada velikih teških ploča, od udara viljuškara i od povrede radnika prilikom rada na mašinama.

Ključne reči: standard, implementacija, procena rizika, matrica 3x3, bezbednost i zdravlje na radu

Abstract – The paper investigates some processes of application of the specific requirements of the ISO 45001 standard in the context of a stone-cutting company. The focus is on the analysis of the steps that the company should take in order to harmonize its operations with the standards of safety and health at work prescribed by this standard. It also includes a risk assessment including a 3x3 matrix method. The obtained results showed potential places with a high risk for work, such as: the risk of falling large heavy plates, impact of forklifts and injuries during working on machines.

Keywords: standard, implementation, risk assessment, 3x3 matrix, safety and health at work

1. UVOD

ISO 45001 je međunarodni standard za sisteme upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu, koji pruža organizacijama jasan okvir za efikasno upravljanje rizicima vezanim za zdravlje i bezbednost zaposlenih. Implementacija ovog standarda zahteva uspostavljanje politike bezbednosti i zdravlja na radu, identifikaciju potencijalnih opasnosti, procenu rizika i uspostavljanje efikasnog sistema upravljanja. Ključni elementi implementacije uključuju obuku radnika o sigurnosnim procedurama, redovnu proveru i reviziju sistema kako bi se osigurala njegova efektivnost i uneli potrebni korektivni postupci [1, 2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Maja Petrović, vanr. prof.

Kamenorezačka delatnost obuhvata specifične izazove, kao što su upotreba teške mehanizacije, izloženost prašini i buci, te rukovanje potencijalno opasnim materijalima. Rigorozan pristup identifikaciji rizika i njihovom upravljanju je neophodan. Implementacija standarda omogućava kompanijama da ne samo poboljšaju bezbednost na radu, već i povećaju operativnu efikasnost i moral radnika [1, 3] (ISO, 2018; BSI, 2018).

U ovom radu, analiziraće se ključni koraci i izazovi u implementaciji ISO 45001 standarda, sa fokusom na identifikaciju i procenu rizika u kamenorezačkoj kompaniji, obuku zaposlenih i kontinuirano poboljšanje sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu. Posebna pažnja biće posvećena specifičnim uslovima rada u kamenorezačkoj industriji i kako implementacija zahteva standarda može doprineti unapređenju radnih uslova i smanjenju povreda na radu.

Ključni koraci za uspešnu integraciju ISO 45001 standarda u kamenorezačkoj kompaniji su višestruki i zahtevaju detaljan pristup na više nivoa organizacije. Ovi koraci su ključni za osiguranje sveobuhvatnog sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu [1]:

1. Angažovanje rukovodstva;
2. Analizu konteksta organizacije;
3. Identifikaciju zainteresovanih strana;
4. Definisane politike bezbednosti i zdravlja na radu;
5. Identifikaciju opasnosti i ocenjivanje rizika i prilika;
6. Obuku zaposlenih;
7. Interne provere i preispitivanje od strane rukovodstva.

2. IMPLEMENTACIJA KLJUČNIH ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001

2.1. Angažovanje rukovodstva

Uspešna implementacija ISO 45001 počinje od vrha organizacije. Rukovodstvo mora biti u potpunosti posvećeno i uključeno u proces implementacije. Ovo uključuje postavljanje jasnih ciljeva, alokaciju resursa i osiguranje da se politika bezbednosti i zdravlja na radu integriše u sve poslovne procese [1].

2.2. Analiza konteksta organizacije

Razumevanje konteksta organizacije je suštinski korak za prilagođavanje ISO 45001 standarda specifičnim potrebama i izazovima kompanije. Ovaj proces podrazumeva temeljnu analizu unutrašnjih i spoljašnjih faktora koji mogu uticati na sposobnost organizacije da postigne ciljeve bezbednosti i zdravlja na radu. Metode kao što su SWOT (Snage, Slabosti, Prilike i Pretnje) i PESTEL (Politički, Ekonomski, Socijalni, Tehnološki, Ekološki i Pravni faktori) mogu poslužiti kao alati za ovu analizu. Integracija rezultata SWOT i PESTEL analiza omogućava organizaciji da razvije sveobuhvatnu strategiju za upravljanje bezbednošću i zdravljem na radu. Razumevanje ovih faktora pomaže u prilagođavanju ISO 45001 standarda specifičnim izazovima kompanije, čime se povećava verovatnoća uspešne implementacije [1, 2, 3].

2.3. Identifikacija zainteresovanih strana

Zainteresovane strane su pojedinci, grupe ili organizacije koje mogu uticati na ili biti pod uticajem aktivnosti organizacije. Prema ISO 45001, identifikacija i upravljanje odnosima sa zainteresovanim stranama je od suštinske važnosti za efikasno upravljanje bezbednošću i zdravljem na radu [1].

Identifikacija zainteresovanih strana je ključna komponenta za uspešnu implementaciju ISO 45001 standarda. Ovaj proces omogućava organizaciji da prepozna i razume potrebe i očekivanja različitih interesnih grupa koje mogu uticati na ili biti pogođene njenim aktivnostima u vezi sa bezbednošću i zdravljem na radu. Ovaj proces omogućava organizaciji da prepozna ključne interese i zabrinutosti, razvije strategije za upravljanje ovim interesima, osigura transparentnost i odgovornosti, poboljša komunikaciju i saradnju sa zainteresovanim stranama.

Nakon identifikacije, organizacija treba da analizira interese i uticaj svake zainteresovane strane. Ovo podrazumeva razumevanje njihovih potreba, očekivanja i načina na koji oni mogu uticati na organizaciju ili biti pogođeni njenim aktivnostima. Matrice interesa i uticaja često se koriste za ovu analizu [4]. Nakon analize, zainteresovane strane treba prioritizovati na osnovu njihovog uticaja i značaja. Ovo omogućava organizaciji da se fokusira na ključne aktere koji imaju najveći uticaj na postizanje ciljeva bezbednosti i zdravlja na radu.

2.4. Definisanje politike bezbednosti i zdravlja na radu

Politika bezbednosti i zdravlja na radu predstavlja osnovni dokument koji definiše obaveze, ciljeve i smernice organizacije u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. U okviru standarda ISO 45001, politika igra ključnu ulogu u integraciji bezbednosnih praksi u sve aspekte poslovanja organizacije. Politika bezbednosti i zdravlja na radu je od suštinskog značaja jer postavlja temelje za kreiranje sigurnog radnog okruženja i unapređenje zdravlja zaposlenih. Dobar pristup politici doprinosi smanjenju rizika od povreda i bolesti na radu, povećava produktivnost, i jača reputaciju organizacije. Prema Međunarodnoj organizaciji za standardizaciju (eng. *International Standardisation Organisation*, ISO),

efikasna politika treba da bude prilagođena specifičnim potrebama i kontekstu organizacije [1].

Implementacija politike zahteva kontinuiranu podršku rukovodstva, angažman zaposlenih i stalno praćenje i poboljšanje praksi u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

2.5. Identifikacija opasnosti i ocenjivanje rizika i prilika

Identifikacija opasnosti, ocenjivanje rizika i prilika predstavljaju fundamentalne komponente sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu. Ovi procesi omogućavaju organizacijama da prepoznaju i adekvatno upravljaju rizicima, kao i da identifikuju mogućnosti za unapređenje sistema bezbednosti i zdravlja. U okviru standarda ISO 45001, ovi procesi su ključni za održavanje visokog nivoa sigurnosti i zaštite zdravlja zaposlenih.

Identifikacija opasnosti predstavlja prvi korak u procesu upravljanja rizicima. Ovaj proces podrazumeva prepoznavanje svih potencijalnih izvora opasnosti u radnom okruženju koji mogu izazvati povrede, bolesti ili oštećenje imovine. Prema ISO 45001, organizacije moraju sistematski identifikovati opasnosti kroz sve aktivnosti, uključujući redovne procese, nesreće, nepredviđene događaje i vanredne situacije [1].

Metode identifikacije opasnosti obuhvataju [2]:

1. Sistematsko pregledanje radnog okruženja radi identifikacije fizičkih, hemijskih, bioloških i psihosocijalnih opasnosti.
2. Detaljno proučavanje radnih zadataka i procedura kako bi se identifikovale specifične opasnosti povezane sa svakim korakom radnog procesa.
3. Konsultovanje radnika u procesu identifikacije opasnosti, jer oni često imaju informacije o rizicima u njihovom radnom okruženju.
4. Pregled prethodnih nesreća i incidenata kako bi se identifikovale potencijalne opasnosti i sprečile slične događaje u budućnosti.

Ocenjivanje rizika podrazumeva procenu verovatnoće ostvarenja opasnosti i ozbiljnosti posledica. Ovaj proces omogućava organizacijama da kvantifikuju rizike i utvrde prioritete za njihovo upravljanje. Prema ISO 45001, ocenjivanje rizika mora biti sistematično, transparentno i prilagođeno specifičnim uslovima organizacije [3].

Identifikacija prilika je dodatna komponenta u okviru ISO 45001, koja omogućava organizacijama da prepoznaju mogućnosti za unapređenje sistema BZR. Prilike mogu proizlaziti iz novih tehnologija, promena u zakonodavstvu, unapređenja radnih procesa ili povratnih informacija zaposlenih.

2.6. Obuka zaposlenih

Obuka zaposlenih igra ključnu ulogu u obezbeđivanju uspešne implementacije sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu. Prema ISO 45001, organizacije treba da obezbede odgovarajuću obuku za sve zaposlene koji mogu uticati na ispunjenje ciljeva, smanjenje rizika i sl.,

uključujući rukovodioce, supervizore, inženjere i radnike. Kontinuirana edukacija zaposlenih u kontekstu bezbednosti i zdravlja na radu omogućava zaposlenima da [1, 2, 3]:

1. Razumeju principe upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu;
2. Prepoznaju opasnosti i procene rizike specifične za njihove radne zadatke;
3. Pravilno koriste ličnu zaštitnu opremu (LZO) i druge tehničke mere zaštite;
4. Reaguju na hitne situacije i vanredne događaje u skladu sa definisanim procedurama;
5. Svesno doprinose kulturi bezbednosti u organizaciji.

2.7. Interne provere i preispitivanje od strane rukovodstva

Interne provere i redovno preispitivanje od strane rukovodstva omogućavaju organizacijama da evaluiraju efikasnost svog sistema bezbednošću i zdravljem na radu, identifikujući potencijalne nedostatke i prilike za poboljšanja.

Interne provere predstavljaju sistematski pregled procesa, procedura i aktivnosti u okviru sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu radi procene njihove usaglašenosti sa zahtevima standarda ISO 45001. Ove provere se sprovode periodično kako bi se osiguralo da su implementirane kontrolne mere efikasne i da se identifikuju potencijalni problemi pre nego što dovedu do ozbiljnih incidenata ili povreda.

Preispitivanje od strane rukovodstva predstavlja sistematski proces pregleda celokupnog sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu na visokom nivou. Ovo preispitivanje treba da se sprovodi periodično, obično godišnje, kako bi se osiguralo da sistem ostaje relevantan i efikasan u svetlu promena unutar organizacije i spoljnih faktora.

Na osnovu rezultata interne provere i preispitivanja od strane rukovodstva, organizacije treba da razviju i sprovedu planove akcija za poboljšanje sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu. Ovi planovi treba da budu jasno definisani, sa odgovornostima, rokovima i merljivim ciljevima za unapređenje bezbednosti i zdravlja na radu.

4. IMPLEMENTACIJA SELEKTOVANIH ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001 U KAMENORAZEČAKOJ KOMPANIJI

Kamenorezačka delatnost obuhvata obradu kamena radi izrade različitih proizvoda kao što su spomenici, ploče, kameni blokovi i druge građevinske komponente. Ova aktivnost zahteva veštinu i preciznost u radu sa kamenom, kao i upotrebu specijalizovanih alata i mašina za sečenje, oblikovanje i poliranje kamena. Takođe, se može primeniti u različitim industrijama, uključujući građevinarstvo, arhitekturu, umetost, dekoraciju i slično. Obrada kamena može biti ručna ili mašinska u zavisnosti od potreba i zahteva projekata. Radni procesi

predstavljaju niz aktivnosti koje se sprovode kako bi se postigli određeni ciljevi ili rezultati u organizaciji.

4.1. Analiza konteksta organizacije

SWOT analiza

Kamenorezačka kompanija poseduje značajne snage u vidu visoke stručnosti i veština u radu sa kamenom, što je ključno za pružanje visokokvalitetnih proizvoda kao što su spomenici, ploče i građevinski blokovi. Upotreba specijalizovanih alata za sečenje, oblikovanje i poliranje kamena dodatno ojačava njihovu konkurentnost na tržištu. Dugogodišnje iskustvo i dobro utvrđena reputacija u industriji pružaju stabilnu osnovu za poslovanje. Međutim, kompanija se suočava sa izazovima visokih troškova nabavke opreme i materijala, kao i sa zahtevima za efikasnim upravljanjem otpadom i zaštitom životne sredine. Pored toga, zavisnost od ekonomskih fluktuacija i tržišnih uslova predstavlja kontinuirani izazov za održavanje stabilnosti i rasta.

PESTEL Analiza

Politički faktori utiču na regulativu koja se odnosi na zaštitu životne sredine i radne uslove, što zahteva stalno prilagođavanje poslovnih praksi. Ekonomski faktori, poput fluktuacija cena sirovina i ekonomskih uslova, direktno utiču na poslovnu održivost i profitabilnost kamenorezačke kompanije. Društvene promene, kao što su sve veće zahteve za ekološki održivim proizvodima, postavljaju dodatne zahteve i prilike za kompaniju. Tehnološki napredak u sektoru obrade kamena, uključujući upotrebu CAD/CAM tehnologija za precizno oblikovanje, omogućava unapređenje procesa i konkurentnost. Pravni aspekti obuhvataju poštovanje propisa o bezbednosti na radu, kao što su zahtevi definisani standardima kao što je ISO 45001, što je ključno za osiguranje sigurnosti zaposlenih i usaglašenost sa zakonskim zahtevima.

4.2. Identifikacija zainteresovanih strana

Kamenorezačka kompanija u Srbiji ima ključne zainteresovane strane koje direktno utiču na bezbednost i zdravlje na radu. To uključuje zaposlene koji su izloženi različitim rizicima tokom procesa obrade kamena, uključujući rizike od povreda prilikom rukovanja specijalizovanim alatima za sečenje, oblikovanje i poliranje kamena. Bezbednost zaposlenih je od vitalnog značaja za kompaniju, što zahteva strogo pridržavanje standarda kao što je ISO 45001 za upravljanje bezbednošću i zdravljem na radu.

Dobavljači sirovina igraju ulogu u obezbeđivanju kvalitetnih materijala koji ne predstavljaju opasnost po zdravlje radnika tokom upotrebe. Lokalna zajednica ima interes da kompanija primenjuje najviše standarde bezbednosti kako bi se minimizirali potencijalni rizici za okolinu i stanovništvo. Regulatorna tela, poput inspekcija za rad i zaštite životne sredine, nadgledaju sprovođenje propisa i standarda kako bi osigurala da kompanija deluje u skladu sa zakonskim zahtevima za zaštitu zdravlja radnika i okoline.

Kupci, kao krajnji korisnici proizvoda od kamena, takođe postavljaju zahteve za bezbednost proizvoda koje dobijaju

od kompanije, što dodatno utiče na procese proizvodnje i distribucije.

4.3 Identifikacija opasnosti i ocenjivanje rizika i prilika

Za potrebe ocene rizika, izdvojene su opasnosti i štetnosti (Tabela 1) i korišćena je matrica 3x3.

Tabela 1. Opasnosti i štetnosti u kamenorezačkoj kompaniji

Mehaničke opasnosti
Nedovoljna bezbednost zbog rotirajućih delova
Unutrašnji transport
Korišćenje opasnih sredstva za rad, koja mogu proizvesti eksploziju ili požar
Izloženost mehaničkom udaru
Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta
Opasne površine
Mogućnost klizanja i spoticanja
Moguće posledice ili smetnje usled obavezne upotrebe sredstva za ličnu zaštitu na radu
Opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije
Opasnost od direktnog dodira sa delovima električne instalacije i opreme pod naponom
Opasnost od toplotnog dejstva koje razvijaju električna oprema i instalacije
Hemijske štetnosti
Prašina
Fizičke štetnosti
Buka
Vibracije
Štetni uticaji mikroklima
Velika brzina strujanja vazduha
Štetni uticaji osvetljenosti
Nedovoljna osvetljenost
Štetni klimatski uticaji
Rad na otvorenom
Štetnosti koje nastaju korišćenjem opasnih materija
Druge štetnosti koje se pojavljuju u radnom procesu, a koje mogu da budu uzrok povrede na radu zaposlenog, profesionalnog oboljenja ili oboljenja u vezi sa radom
Štetnosti koje proističu iz psihofizioloških napora
Napori ili telesna naprezanja – ručno prenošenje tereta, guranje ili vučenje tereta
Nefiziološki položaj tela – dugotrajno stajanje, čučanje ili klečanje
Štetnosti koje proističu iz psihičkih napora
Psihološka opterećenja – stres
Konfliktne situacije
Rad sa strankama i novcem

Identifikacija, ocena rizika i predlog mera prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. Identifikacija, ocena rizika i predlog mera

Proces	Opis rizika	Opis posledice	Posledica	Verovatnoća	Ukupna ocena	Kategorija rizika	Mere
Nabavka	Rizik od ugovara nja posla	Neusklađenost sa zahtevima standarda	1	2	2	nizak	Uzimanje u obzir kriterijume vezane za bezbednost i zdravlje na radu
	Rizik od nedostatka sirovina	Loša kontinuitet proizvodnje	1	1	1	nizak	Diversifikacija dobavljača sirovina
Skladištenje	Rizik od pada velikih teških ploča	Pada proizvoda na radnike	3	3	9	visok	Održavanje radnog mesta urednim
	Rizik od udara viljuškarom	Neadekvatno kretanje	3	2	6	visok	Obuka zaposlenih

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize ključnih koraka i izazova u implementaciji ISO 45001 standarda u kontekstu kamenorezačke kompanije, može se zaključiti da je

uspešna integracija ovog standarda ključna za unapređenje bezbednosti i zdravlja na radu u ovoj industriji.

Identifikacija i procena rizika predstavljaju osnovni korak u razumevanju potencijalnih opasnosti sa kojima se radnici suočavaju tokom procesa obrade kamena, omogućavajući organizaciji da primeni adekvatne mere za njihovo smanjenje ili eliminaciju.

Specifični uslovi rada u kamenorezačkoj industriji, koji podrazumevaju rad sa teškim i opasnim alatima i materijalima, zahtevaju posebnu pažnju i prilagođavanje standardnih bezbednosnih praksi. Implementacija ISO 45001 standarda pruža strukturu i smernice koje mogu značajno doprineti unapređenju radnih uslova, smanjenju povreda na radu i poboljšanju ukupne produktivnosti kompanije.

6. LITERATURA

[1] International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Retrieved from ISO.

[2] Health and Safety Executive. (n.d.). Implementing an occupational health and safety management system. Retrieved from HSE.

[3] British Standards Institution. (2018). ISO 45001 Occupational Health and Safety Management. Retrieved from BSI.

[4] Freeman, R. E. (1984). Strategic Management: A Stakeholder Approach. Boston: Pitman.

Kratka biografija:



Jovana Krtinić rođena je u Senti 2000. godine. Diplomski rad iz oblasti zaštite na radu odbranila je na Fakultetu tehničkih nauka 2023. godine.

Kontakt: jovanakrtinic2@gmail.com

PROCES NASTAJANJA I SKLADIŠTENJA OTPADA PRIRODNOG LEPILA U TVORNICI OBUĆE BOROVO**THE PROCESS OF GENERATION AND STORAGE OF NATURAL GLUE WASTE IN THE FOOTWEAR FACTORY**

Kristina Malčić, Bojan Batinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽINJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – *Ovaj rad je analizirao specifične aspekte otpadnih lepila u obućarskoj industriji, konkretno u fabrici obuće Borovo i predstavio održiva rešenja za njihovo upravljanje. Po svom sastavu otpadna lepila često sadrže materijale koji mogu biti štetni za okolinu i ljudsko zdravlje, uključujući rastvarače i druge hemijske supstance. Opisan proces proizvodnje prirodnog lepila, način skladištenja, transporta i zbrinjavanja otpadnog lepila uz pomoć firme CIAK, te je zaključeno da se u fabrici Borovo pridržavaju pravilnika i društveno odgovorno upravljaju otpadom kako bi doprineli zaštiti životne sredine.*

Ključne reči: *Lepila, nastajanje prirodnog lepila*

Abstract – *This paper analysed the specific aspects of waste adhesives in the footwear industry, specifically in the Borovo footwear factory, and presented sustainable solutions for their management. Due to their composition, waste adhesives often contain materials that can be harmful to the environment and human health, including solvents and other chemical substances. The process of natural glue production, the way of storing, transporting and disposing of waste glue with the help of the company CIAK was described, and it was concluded that the Borovo factory adheres to the regulations and socially responsible waste management in order to contribute to environmental protection.*

Keywords: *Glues, formation of natural glue*

1. UVOD

U modernom društvu, obućarska industrija predstavlja ključnu kariku u globalnom lancu proizvodnje i potrošnje. Procesi proizvodnje u obućarskoj industriji uključuju niz koraka, od ekstrakcije sirovina poput kože i gume, do samog proizvodnog procesa i distribucije. Svaki od ovih koraka može imati ozbiljan uticaj na okolinu. Takođe jedan od osnovnih ciljeva jeste prikazati proces nastajanja prirodnog lepila koje se koristi u fabrici kao i istražiti na koji način se otpad, konkretno otpadno lepilo skladišti, transportuje i zbrinjava.

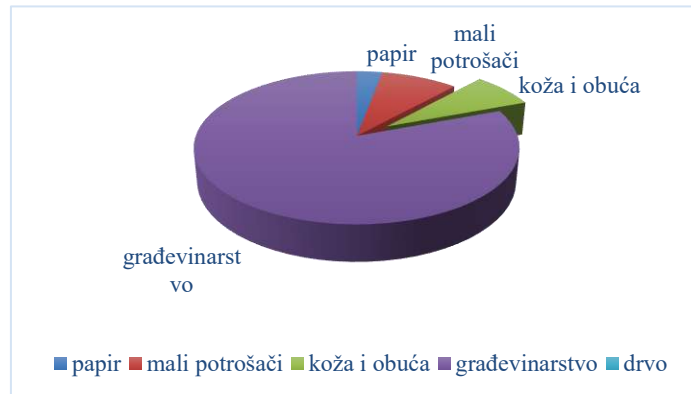
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Batinić, vanr. prof.

2. NASTAJANJE OPADA**2.1. Nastajanje otpada u fabrici Borovo**

Prema planu upravljanja otpadom koji je Republika Hrvatska donela za period od 2023. – 2028. godine otpadom se smatraju sve vrste supstanci koje korisnici odbacuju, nameravaju ili moraju odbaciti.

Za šest posebnih kategorija otpada (otpadna ambalaža, otpadne gume, otpadna ulja, otpadne baterije i akumulatori, otpadna vozila, otpadna električna i elektronička oprema), organizovan je sistem proširene odgovornosti proizvođača proizvoda u obliku naknade koja se naplaćuje proizvođačima za stavljanje proizvoda na tržište RH od kojih na kraju životnog veka proizvoda nastaje posebna kategorija otpada za koju je uspostavljen sistem odvojenog sakupljanja i obrade otpada.



Grafikon 1. Raspodela otpada po vrstama i količini u RH

3. KARAKTERISTIKE LEPKOVA

Prema svom poreklu razlikuju se lepila na osnovi prirodnih sirovina (biljna i životinjska) i sintetska lepila. Najvažnija su biljna lepila škrobna, lepila od kaučukova lateksa i prirodnih smola, životinjska lepila i kazeinska lepila (dobivena zagrijavanjem kazeina sa alkalijama). Obućarska industrija koristi širok spektar lepila, uključujući cijanoakrilate, PVC lepila, gumena lepila i druge vrste, svaka sa specifičnim karakteristikama.

4. PREDNOSTI I NEDOSTACI KORIŠTENJA LEPILA U OBUČARSKOJ INDUSTRIJI

4.1. Prednosti pri korištenju lepila u industriji

- pri lepljenju se ne razara niti menja građa (struktura) materijala
- za spoj potrebno je malo prostora i nisu potrebne rupe ili visoke temperature
- naprezanja se jednoliko raspoređuju na velikim površinama (nema koncentracije naprezanja)
- spojevi su nepropusni, otporni na koroziju i ne menjaju svojstvo materijala

4.2. Nedostaci korištenja lepila u industriji

- mala čvrstoća
- neki korišteni materijali mogu biti otrovni
- nisu postojani na višim temperaturama
- javljaju se pojave starenja i puzanja
- mogu biti osetljivi na vlagu
- mogu biti potrebni uređaji za stezanje

5. PROCES PROIZVODNJE LEPILA U FABRICI

Postoje dve vrste lepila koje fabrika Borovo proizvodi. Postoje lepila koja vulkaniziraju zajedno sa gumenim smešama i od toga se pravi gumena obuća. Ovo lepilo pravi se od prirodnog kaučuka. Dva tipa takvog vulkanizacijonog lepila se izrađuju za gumeno tekstilni program i ona idu na vulkanizaciju. Kod vulkanizacionog lepila najčešće se od rastvarača koristi benzin i on po običaju ide u odnosu 1 prema 2,5 za najgušća lepila. Prvo se sprema smeša i priprema viskozieta obično je u mešalicama, odnosno disolverima i taj proces je prvo bubrenja, zatim rastvaranja i obično traje 48h efektivno sa nekih 8h odležavanja, aktivno prilikom procesa bubrenja nema mešanja ali je ta gumena smeša u rastvaraču zatim se proces mešanja nastavlja kad sam kaučuk nabubri pošto je to njegova karakteristika da njega benzin nagriza odnosno rastvara, on zalazi između lanaca i onda se dobija jedna stabilna viskozna smesa.



Slika 1. Mešalica (disolver)

Kada se lepilo umeša, meri se viskozitet. Viskozieta tog vulkanizacionog lepila obično je od 12 do 16 sekundi

vreme isticanja i od takvog najgušćeg rastvarača se dobija srednji viskozitet i najređi cement koji se koristi dalje u procesu izrade gumene čizme.



Slika 2. Merenje viskoziteta

Kada se umešavanje i merenje viskoziteta završi, lepilo se odliva u posude težine 100L koje se zatvaraju i dopremaju u postrojenje za izradu gumene čizme. Na taj način se izrađuje lepilo na bazi prirodnog kaučuka.



Slika 3. Friško napravljeno lepilo

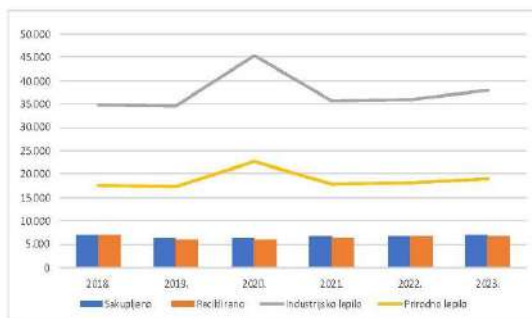
5.1. Uticaj prirodnog i industrijskog lepila na životnu sredinu

Razlike između industrijskog i prirodnog lepila u obućarskoj industriji ogleda se u njihovoj učinkovitosti, ekološkim aspektima i uticaju na kvalitet proizvoda. Industrijsko lepilo je proizvod modernih hemijskih procesa, razvijenih kako bi pružili visoku čvrstoću veza između različitih materijala koji se koriste u proizvodnji obuće.

Ova vrsta lepila obično se temelji na sintetičkim polimerima i hemijskim aditivima koji poboljšavaju adheziju na različite površine. Prirodno lepilo, nasuprot industrijskom, proizvodi se iz prirodnih sirovina, kao što su životinjske kosti, koža riba, biljke i smola. Ova vrsta lepila smatra se ekološki prihvatljivom.

5.2. Eikasnost i izdržljivost lepila

Korištenje industrijskog ili prirodnog lepila u obučarskoj industriji predstavlja ključnu odluku koja utiče na kvalitet, efikasnost i ekološki uticaj proizvodnje. Industrijsko lepilo nudi brzinu, efikasnost i visoku čvrstoću, dok prirodno lepilo naglašava održivost, ekološku prihvatljivost i estetsku raznolikost.



Grafikon 2. Prikaz odnosa upotrebe industrijskog i prirodnog lepila

	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Sakupljeno	7.033	6.407	6.415	6.729	6.710	7.016
Reciklirano	6.781	6.037	6.072	6.358	6.543	6.538
Industrijsko lepilo	34.881	34.575	45.381	35.653	36.033	37.857
Prirodno lepilo	17.441	17.288	22.691	17.827	18.017	18.929

Tabela 1. Sakupljena količina otpadnog lepila

Prema podacima objavljenim na zvaničnim stranicama ministarstva zaštite životne sredine (2023) ,procenjeno je da se godišnje na tržište RH odbaci oko 50.000 kg lepila. U periodu od 2018. do 2020.godine beleži se porast količine otpadnog lepila. Tokom 2021.godine sakupljeno je 6,729 kg. Oko 32% sakupljenog lepila se materijalno obradi u RH, dok se ostatak izvozi izvan RH također na materijalno recikliranje.

6. SKLADIŠTENJE LEPILA

Lepila imaju određen period skladištenja, koji je povezan sa uslovima skladištenja poput vlažnosti, temperature i ventilacije. Kako bi se osiguralo da se performanse lepila u osnovi ne promene u navedenom roku, potrebno je strogo obratiti pažnju na način skladištenja lepila.

Za različite vrste lepila, zbog različitih svojstava i uslovi skladištenja su različita. Za lepilo koje se koristi u fabrici Borovo je neoprensko lepilo. Njegova posuda ima bolju nepropusnost. Njega treba čuvati na sobnoj temperaturi, ne previsokoj (30 C ili 5C). Treba ga držati dalje od vatre. Rok skladištenja ovog lepila je od 3-6 meseci.

7. SAKUPLJANJE I TRANSPORT OTPADNOG LEPILA

Jedna od vodećih kompanija zadužena za prevoz, skladištenje i recikliranje otpada na području Republike Hrvatske je CIAK Grupa. Njihova stručnost se ogleda u visokim standardima obrade, transporta i deponovanja

opasnih materijala. Lepilo za otpad se sakuplja u buradima od 100 litara koja se odlažu u deo predviđen za odlaganje opasnog otpada u dvorištu fabrike. Kada se sakupi dovoljna količina opasnog otpada (lepila), fabrika poziva firmu koja se bavi isključivo sanacijom opasnog otpada. Ovlaštena osoba je dužna ispuniti prateći list. Prateći list je dokument u kome se nalaze sve informacije koji otpad treba sanirati, ko šalje otpad, gde se šalje i ko će ga obraditi. Njihovi skladišni prostori zadovoljavaju najviše sigurnosne uslove sa automatskim sistemima za detekciju u slučaju gašenja požara, video nadzorom, zatvorenim kanalizacionim otvorima sa ugrađenim separatorima. Takođe imaju čuvara sa 24-satnom službom. Način rada predviđen za sakupljanje i transport lepila vrši se prema posebnom pravilniku. Prvo se određuje vrsta otpada i ključni broj iz kataloga otpada. Nakon toga se odredi način pakovanja i pripreme za transport. Bitno da lepilo bude zbrinuto u posebne spremnike kako ne bi došlo do izlivanja.



Slika 4. Sakupljeni opasni otpad lepila

7.1. Tretman zbrinjavanja otpadnog lepila

Za konkretni slučaj zbrinjavanja otpadnih lepila koja sadrže organska otapala ili druge opasne supstance postupak je sledeći: otpadna lepila se pakuju u neoštećene metalne bačve kako ne bi došlo do istanja prilikom transporta i manipulacije. Otpad se kamionskim prevozom dovozi do CIAK-ovo centra za upravljanje otpadom, gde se važe i pregledava kako bi se ustanovilo da li odgovara pratećoj dokumentaciji (prateći list), to jest da li je otpad deklarisan u saglasnosti sa svojstvima.



Slika 5. CIAK centar za zbrinjavanje opasnog otpada

Nakon zaprivanja otpadno lepilo se vadi iz bačvi i usitjava na komade manje od 40 cm (promer ulaznog okna spalionice), te se meša sa ostalim opasnim otpadom sličnih karakteristika sa ciljem izbegavanja pojave neželjenih hemijskih reakcija koje mogu uzrokovati zapaljenje ili eksploziju. Tako pripremljen mešani tvrdi otpad se otprema u spalionicu otpada, kao produkti nastaju toplina, pepeo i metali (ako ih ima).

Metalne bačve u kojim se nalazilo otpadno lepilo se odvoze u postrojenje za mehaničko čišćenje i pranje onečišćenje metalne ambalaže kako bi se na kraju odvojilo željezo koje se može reciklirati. Osim željeza iz tog procesa izlaze i ostaci otpadnog lepila i apsorbensa na koje je vezano lepilo ti ostaci odlaze u spalionicu otpada.

8. ZAKLJUČAK

Jedan od ključnih faktora koji utiče na kvalitet i trajnost obuće je vrsta korištenog lepila. Industrijska lepila često sadrže hemikalije koje mogu imati dugoročni negativni uticaj na životnu sredinu. Proizvodnja i odlaganje industrijskih lepila mogu rezultirati emisijama stakleničkih gasova i drugim štetnim supstancama. Prirodna lepila obično koriste ekološki prihvatljive sirovine i proizvode manje negativnih utecaja na okoliš. Njihovi ostaci se prirodno razgrađuju, što ih čini održivijim izborom. Prirodno lepilo, za razliku od industrijskog, proizvodi se iz prirodnih izvora, često iz biljaka kao što su guma arabika, lateks ili smola. Ono se ističe svojom ekološkom prihvatljivošću i smanjenim utjecajem na okoliš. Proizvodnja prirodnog lepila obično zahtijeva manje resursa i generira manje otpada, što ga čini privlačnom opcijom u doba povećane svesti o održivosti.

9. LITERATURA

- [1] Arias A.,González-García S., González-Rodríguez S. "Environmental impact assessment of industrial and natural adhesives", "Environmental Science & Technology", Vol. 28, 29781–29794, (2021)
- [2] Ebnesajjad, S., Landrock,A., H., Andrew, W. „Adhesives Technology Handbook", New York (2008)
- [3] Hilmi, B., Najman, N., S., M., Azhar, D., D., Noor, S., N.,F., M., Hamid, Z., A., A., „Eco-friendly denture adhesives (EFDAs) filled with different types of natural starches: mechanical and biological performance evaluation, Journal of adhesion science and technology, 76-90, (2019)
- [4] Luximon, Mok, A., M., „Handbook of Foot Woodhead Publishing, Philadelphia (2013)
- [5] Petrieja, E., M., McGraw-Hill, „Handbook of Adhesives and Sealants", New York (2021)
- [6] Pravilnik o gospodarenju otpadom, N.N., br. 23/14
- [7] Zakon o potvrđivanju Konvencije o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju, N.N. MU, br. 3/94
- [8] <https://www.borovo.hr/>
- [9] <https://ciak.hr/>

- [10] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/IP_20_420
- [11] <https://mingor.gov.hr/>
- [12] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_09_106_1552.html/
- [13] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_11_130_2398.html/
- [14] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_84_1554.html/
- [15] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_11_130_2398.html

Kratka biografija:



Kristina Malčić rođena je u Novom Sadu 1991. god. Master rad na temu „Proces nastajanja i skladištenja otpada prirodnog lepila u tvornici obuće Borovo“ odbranila je 2024. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.



Bojan Batinić (1981) je vanredni profesor na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine u Novom Sadu. Dosadašnji naučno-istraživački rad orijentisan je na analizu fizičko-hemijskih karakteristika komunalnog otpada, modelovanje i projekciju budućih karakteristika otpada, analizu sistema sakupljanja i transporta otpada, mogućnosti iskorišćenja posebnih tokova otpada i sl. Stečena stručna znanja implementirao je kroz učestvovanje na preko 40 projekata saradnje sa privredom iz oblasti zaštite životne sredine i upravljanja otpadom. Rezultate svog naučno-istraživačkog rada publikovao je kroz 13 radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, kao i preko 50 saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.



ТРЕТМАН ОТПАДНЕ ВОДЕ У ЦИЉУ УКЛАЊАЊА КАРБЕНДАЗИМА И ЛИНУРОНА БИОСОРПЦИЈОМ

TREATMENT OF WASTE WATER IN ORDER TO REMOVE CARBENDAZIM AND LINURON BY BIOSORPTION

Вања Олах, Младенка Новаковић, Ивана Михајловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – Инжењерство заштите животне средине

Кратак садржај – У раду је приказан третман отпадне воде у циљу уклањања карбендазима и линурона биосорпцијом. На почетку рада приказане су основне карактеристике пестицида као и њихов утицај на загађење отпадних вода. У наставку рада описане су методе уклањања пестицида из отпадних вода, процес адсорпције, биосорбенти који се користе и материјал и методе коришћене у експерименталном делу рада. На крају експерименталног дела анализирани су добијени резултати и упоређени са резултатима сличних истраживања.

Кључне речи: уклањање пестицида, адсорпција, отпадне воде

Abstract – The paper presents the treatment of waste water in order to remove carbendazim and linuron by biosorption. At the beginning of the paper, the basic characteristics of pesticides and their impact on wastewater pollution are presented. In the continuation of the work, the methods of removing pesticides from wastewater, the adsorption process, the biosorbents used and the material and methods used in the experimental part of the work are described. At the end of the experimental part, the obtained results were analyzed and compared with the results of other studies.

Keywords: pesticide removal, adsorption, wastewater

1. УВОД

Пестициди представљају супстанце или смеше компоненти које служе за сузбијање и спречавање штеточина (преносиоца болести или нежељених врста животиња или биљака које изазивају штету пољопривредним усевима) које могу паразитирати на животињама или биљкама.

Како би се уништили сви штетни ефекти пестицида из воде, неопходно је применити адекватне методе које служе за елиминисање истих.

Адсорпција представља једну од најпогоднијих техника за елиминисање пестицида из отпадних вода. Примена биосорбената у третману отпадних вода јавила се као потреба за проналажењем јефтинијег

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Михајловић, ванр. проф.

адсорбента од активног угља. Највише се као биосорбенти користе природни остаци, отпад из индустрије, пољопривредни отпад, морске алге и микробна биомаса.

У наставку рада описан је експериментални део који се односи на опис метода и материјала коришћених при раду, анализу добијених резултата и анализу и поређење добијених резултата сличних истраживања. Циљ рада је да се одреди степен ефикасности уклањања карбендазима и линурона из узорка комуналне отпадне воде уз коришћење адсорбента формираног од коштица урме.

2. ПЕСТИЦИДИ

Велике количине пестицида у водотоку највише потичу из пољопривреде, међутим постоје и оне које долазе из урбане средине [1]. Поред свих врста пестицида, данас се највише користе хербициди (50%), фунгициди (скоро 30%) и инсектициди (око 15%) [2].

2.1. Карбендазим

Карбендазим је широко коришћен, системски, метаболит беномила и бензимидазол фунгицид широког спектра [3]. Карбендазим има веома малу растворљивост у води, умерено је покретљив и испарљив је. У тлу је постајан, и у воденим системима је веома постајан према одговарајућим условима [4].

2.2. Линурон

Линурон делује тако што инхибира процес фотосинтезе преко блокирања фотолизе воде, најважнији пут његове разградње у земљиште је микробиолошка деградација. Углавном, његова активност, у одређеним количинама примене, нестаје у периоду од 3 до 4 месеца [5].

3. МЕТОДЕ УКЛАЊАЊА ПЕСТИЦИДА ИЗ ОТПАДНЕ ВОДЕ

Како би се уништили сви штетни ефекти пестицида из воде, неопходно је применити адекватне методе које служе за елиминисање истих. Постоје различите технике које се користе за уклањање пестицида из отпадних вода, оне укључују физичке, хемијске и биолошке методе, али и њихово комбиновање. Од физичких метода углавном се користе филтрација, седиментација, адсорпција и дестилација, а код биолошких метода у употреби су активни муљ,

ротациони системи биолошких контактора, продужена аерација и анаеробни процес. Код хемијских метода углавном се користе коагулација, оксидација, хидролиза, флокулација и преципитација. Сваки метод третмана, од наведених, а и други који су у употреби, има своје недостатке и предности у домену захтева за предtretман, утицаја на животну средину, поузданости, капиталних и оперативних трошкова, производњи муља, ефикасности, оперативности и производње токсичних нуспроизвода [6].

4. ПРОЦЕС АДСОРПЦИЈЕ У ТРЕТМАНУ ПЕСТИЦИДА ИЗ ОТПАДНЕ ВОДЕ

Најчешће коришћена метода физичког третмана јесте адсорпција, представља брзу методу која се примењује како би се уклонили нерастворени, растворени и биолошки полутанти.

Данас, постоји доста адсорбената који се употребљавају у процесу уклањања пестицида из отпадне воде, неки од њих су активни угљ, наноматеријали, пољопривредни отпад, природни материјали, индустријски отпад, разни композитни, некомпозитни материјали и биоадсорбенти [7].

4.1. Јефтине адсорбенти

Употреба адсорбената у третману отпадних вода чија цена је доста скупља, попут активног угља, ће ускоро почети да се замењује употребом јефтинејих и лако доступних адсорбената за уклањање пестицида због све већих истраживања која се спроводе над њима и студија које су објављене. Јефтине адсорбенти могу се добити од индустријских нуспроизвода и отпада, природних материјала или пољопривредног отпада [8].

5. БИОСОРБЕНТИ У ПРОЦЕСУ УКЛАЊАЊА ПЕСТИЦИДА ИЗ ОТПАДНИХ ВОДА

Био - адсорпција представља процес привлачења разних полутаната на ћелијски зид биолошких агенаса али не подразумева оксидацију путем анаеробног или аеробног метаболизма [8].

Велика предност биосорпције у односу на конвенционалне технике јесте ниска цена, мање количине биолошког и хемијског муља, способности издвајања метала и регенерација биосорбента [9].

Биосорбенти могу бити:

- Микробна биомаса (археје, бактерије, микроалге квасца, цијанобактерије и филаментарне гљиве),
- отпад из индустрије (прехрамбени и ферментацијски отпад, анаеробни и активни муљ и др.),
- морске алге (микроалге),
- пољопривредни отпад (отпад од поврћа и воћа, пшеничне мекиње, пиринчана слама, љуске сојиног зрна, пулпа шећерне репе и др.),
- природни остаци (биљни остаци, кора дрвећа, коров, пиљевина и др.),

- други материјали (целулоза, хитозан и други) [10, 11].

6. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ ДЕЛУ РАДА

Експериментални део рада заснивао се на процесу уклањања линурона и карбендазима из узорка комуналне отпадне воде. Хемикалије које су коришћене су аналитичке чистоте. За формирање калибрационе криве употребљени су аналитички стандарди линурона (произвођач „LGC standards“, 100 mg, чистоте 99,44%) и карбендазима (произвођач „LGC standards“, 250 mg, чистоте 98,55%). Ацетонитрил (HPLC grade $\geq 99.8\%$, Fisher Scientific), ацетон и метанол (HPLC, $\geq 99.9\%$, Sigma Aldrich) су употребљени при поступку припреме и анализе реалног узорка отпадне воде. Ултрачиста вода припремљена је филтрирањем дестиловане воде кроз систем вакуум филтрације (Supelco® Mobile Phase Filtration Apparatus), уз помоћ стаклених мембранских филтера пречника пора 0,45 μm (MCE Membrane Filter, 0.45 μm величина пора, пречник 47 mm, LLG Labware).

Узорак комуналне отпадне воде је коришћен за поступак испитивања ефикасности уклањања селектованих пестицида из реалног узорка. Пре самог експеримента, узорак је профилтриран кроз квантитативни филтер папир како би се уклониле све чврсте материје. Стандардни раствори линурона и карбендазима су припремљени растварањем 10 mg стандардних раствора у 100 mL ацетона (финална концентрација износила је 100 mg/L). Течна хроматографија високих перформанси је примењивана за праћење детекција у промени концентрација пестицида. За анализу је коришћен HPLC DAD систем (Agilent Technologies, Немачка), тип 1260. Екстракција припремљених узорака пре извођења анализа на HPLC-у спроведена је на уређају за чврсто – течну екстракцију (MilliporeSigma™ Supelco™ Visiprep™ SPE Vacuum Manifold).

7. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

7.1. Анализа резултата

Експериментални део рада подразумевао је процес уклањања линурона и карбендазима из узорка комуналне отпадне воде. У процесу адсорпције коришћен је адсорбент формиран карбонизацијом и хемијском активацијом коштица урме. У табели 1 приказани су резултати адсорпционог експеримента. Почетна концентрација оба пестицида била је 1,00 mg/L, након процеса адсорпције проценат уклањања карбендазима је износио 88%, а линурона 98,50%. Према добијеним резултатима закључено је да адсорбент добијен од коштица урме веома ефикасно уклања наведена два типа пестицида из комуналне отпадне воде.

Табела 1. Добијени резултати

Пестицид	Концентрација пре адсорпције (mg/L)	Концентрација након адсорпције (mg/L)	Процент уклањања (%)
Карбендазим	1,00	0,120	88,00
Линурон	1,00	0,015	98,50

7.2. Поређење и резултати других истраживања

Различита истраживања су рађена на тему уклањања карбендазима и линурона из водених медијума уз коришћење различитих адсорбената. Једно такво истраживање рађено је на уклањању пестицида карбендазима из воденог медијума уз употребу новоформираног адсорбента од отпада кафе од стране Ванјас D. и др. (2021). Према истраживању Ванјас D. и др. (2021) на ефекат уклањања карбендазима уз употребу адсорбента од отпада кафе, рН није играо битну улогу, али је истраживање вршено при рН 5. Битну улогу су играли контактено време и концентрација пестицида. Са повећањем дозе адсорбента од 0,2 до 2,4 g/L ефикасност уклањања карбендазима била је од 77,73 % до 97,65 %. Међутим, анализа је показала да повећањем контактеног времена се не постиже побољшање капацитета адсорпције карбендазима и да је највећа ефикасност уклањања била при контактеном времену од 20 мин. Поред тога повећана концентрација пестицида довела је до смањене ефикасности, где се видела драстична разлика ефикасности уклањања при концентрацији од 2 mg/L и 15 mg/L карбендазима. Највећа ефикасност уклањања је била 99,32%, и она је забележена при рН 5 и времену контакта од 20 минута код 2 mg/L карбендазима када је доза адсорбента била 1,00 g/L. Сагледавањем резултата датог истраживања и резултата истраживања добијених при употреби адсорбента од коштица урме установљено је да је могуће уклањање пестицида карбендазима из водених медијума уз употребу различитих врста адсорбената, али да је најефикасније деловање датих адсорбената при концентрацији пестицида карбендазима од 1mg/L до 2 mg/L [12].

Ali H. и др. (2021) спровели су истраживање везано за уклањање линурона из водених раствора уз помоћ активног угља NORIT SA2 као адсорбента. На процес уклањања линурона уз помоћ поменутог адсорбента знатно су утицали рН вредност, почетна концентрација линурона, контактено време и доза NORIT SA2. Битну улогу при проценту уклањања линурона игра рН, резултати су показали да при рН 7 је степен уклањања највећи, а при повећању дозе адсорбента са 0,04 на 0,08 g/L ефикасност адсорпције линурона смањила се са 118,50 на 20,04 mg/g. Такође, према анализи добијених резултата адсорпција линурона је евалуирана према варираним почетним концентрацијама од 2 до 15 mg/L, где се капацитет повећао са 24,00 mg/g до 177,25 mg/g, респективно. Показало се да је највећа ефикасност при уклањању линурона са адсорбентом активним угљем NORIT SA2 добијена при рН 7, у првих 10 до 20 минута и да је ефикасност опадала како се почетна концентрација

адсорбента повећавала. Сагледавањем резултата датог истраживања и резултата истраживања добијених при употреби адсорбента од коштица урме установљено је да је могуће уклањање пестицида линурона из водених ресурса уз употребу различитих врста адсорбената, као и да при нижим почетним концентрацијама пестицида у испитиваном узорку се увек очекује већа ефикасност уклањања линурона [13].

Khalfaoui M. и др. (2015) вршили су истраживање на ефекат уклањања линурона уз употребу адсорбента припремљеног од модификоване целулозе биљке *Juncus acatus*. Модификација влакана вршена је путем хемијског третмана уз употребу diethylentriamina, након чега су напуњена Cu (II) јонима. У истраживању температура је била битан фактор, адсорпција линурона је проучавана у различитим температурним условима, док је рН током читавог истраживања био 7. Количина адсорбованог линурона опадала је са порастом температуре од 20 °C до 80 °C, што је указало на егзотермну природу процеса адсорпције, а адсорбент је имао k вредност од 64,8 mg/g на 20 °C. Према добијеним резултатима, утврђено је да ниже температуре подржавају сорпцију полутаната. Поред тога модификација влакана са Cu (II) јонима повећала је афинитет адсорбента према линурону. Према датог студији установљено је да је биосорбент коришћен у процесу ефикасан за уклањање линурона из воденог раствора, тиме је закључено да поред адсорбента од коштица биљака, адсорбент од модификоване целулозе биљака такође даје значајне резултате [14].

У истраживању Belaroui L.S. и др. (2018) проучавана је сорпција линурона уз употребу палигорскита модификованог магнетним гвожђем. Испитивање је вршено на три врсте наночестица палигорскита за задржавање хербицида линурона у води: пречишћени палигорскит, палигорскит модификован магнетним оксидима гвожђа и синтетизован хидротермалним третманом. Неки битни параметри у датом процесу били су време контакта, температура, почетна концентрација адсорбата као и маса адсорбента. Према резултатима студије, највећи ефекат уклањања линурона одговарао је нижим масама адсорбента за три типа материјала и износио је 0,05 g. Варијација у процентуалном уклањању линурона са временом контакта је процењена до 24 h. Брза адсорпција линурона догодила се у првих 160 минута, након тога адсорпција је постала спорија и скоро постигла равнотежу након 480 минута за три узорка. Степен уклоњености је износио око 83% на палигорскит синтетизован хидротермалним третманом, 55% на палигорскит модификован магнетним оксидима гвожђа и 27% на пречишћени палигорскит. Добијени резултати су показали да се палигорскит модификован магнетним оксидима гвожђа може ефикасно користити као потенцијално јефтин адсорбент за уклањање линурона из загађених вода [15].

8. ЗАКЉУЧАК

Све већа појава пестицида у воденим ресурсима постала је светска брига. Већина њих су биоакумулативни, постојани и токсични за животну средину и здравље људи, па чак и у малим концентрацијама. Уколико се пестициди користе одговорно, представљају главни елемент у пољопривреди који помаже у заштити усева и семена од нежељених биљака, бактерија, гљивица, глодара и инсеката. Међутим, уколико се не користе на прави начин могу да доведу до великих загађења са трајним последицама. Због тога је неопходно одабрати праву методу за пречишћавање отпадних вода од пестицида, али и поред тога акценат је на томе да се употреба пестицида смањи и замени другим одрживим решењима. Према предностима које обухвата, адсорпција је најпогоднија техника за елиминисање загађујућих супстанци из отпадних вода и највише је коришћена. Употреба јефтинијих материјала за адсорпцију је обећавајући процес за елиминисање неорганских и органских полутаната у воденом раствору. Биосорбенти поред тога што на ефикасан начин елиминишу пестициде из отпадних вода, такође су лако доступни и јефтини, због тога је њихова употреба препоручљива.

Поређењем добијених резултата експерименталног дела рада и анализом добијених резултата из сличних истраживања установљено је да је степен ефикасности уклањања линурона и карбендазима веома висок уз примену биосорбента, као и других врста адсорбената. Због добрих резултата примене биосорбента коришћеног у раду потребно је предузети остале мере да се испитају утицаји других биосорбената на ефикасност уклањања пестицида, како би се у потпуности прешло на примену јефтинијих адсорбената.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Manahan S.E., "Fundamentals of Environmental Chemistry", CRC Press LLC, Boca Raton, 2001.
- [2] Čížek J, Vadjon V, "Pesticidi i okoliš", Hrvatska paneuropska unija, Zagreb, 2006.
- [3] Tetko I.V, Tanchuk V.Y, Kasheva T.N, Villa A.E , "Estimation of Aqueous Solubility of Chemical Compounds Using E-State Indices" Chem Inf. Comput. Sci. 41: 1488—1493, 2001.
- [4] <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/116.htm>, (pristupljeno u aprilu 2024.)
- [5] Janjić V, "Karbamidi", Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija", Beograd, 1998.
- [6] Saleh I.A, Zouari N, Al-Ghouti M.A, "Removal of pesticides from water and wastewater: chemical, physical and biological treatment approaches", Environmental Technology & Innovation 19, 2020.
- [7] Fu.F, Wang Q, "Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review", Journal of Environmental Management. 92, pp. 407-418, 2011.
- [8] Arumugam N, Chelliapan S, Kamyab H, Thirugnana S, Othman N, Nasri N.S, "Treatment of wastewater using seaweed: A review". Int. J. Environ. Res. Publ. Health 15 (12), 2018.

[9] Vasić V, Kukić D, Šćiban M, Prodanović J, "Primena otpadne biomase za uklanjanje teških metala iz vode", Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, 2022.

[10] Park D, Yun Y.S, Park J.M, "The past, present, and future trends of bio- sorption", Biotechnol. Bioproc. Eng. 15 (1), 2010.

[11] Dhankhar R, Hooda A, "Fungal biosorptionean alternative to meet the challenges of heavy metal pollution in aqueous solutions", Environ. Technol. 32 (5) 2011.

[12] Banjac D, Mihajlović I, Novaković M, "Uklanjanje karbendazima iz vode primenom adsorbenta pripremljenog od otpada od kafe", Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, 2021.

[13] Hgeig A, Novaković M, Sremački M, Petrović M, Mihajlović I, "Removal of linuron from water using activated carbon (NORIT SA2)", Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2021.

[14] Khalfaooui M, Ghali A.E, Aguir C, Zaineb M, Hassen M, Baouab V, Lamine A.B, "Study on adsorption of herbicide onto functionalized cellulose extracted from Juncus acutus L. plant: Experimental results and theoretical modeling", Industrial Crops and Products 67, pp. 169–178, 2015.

[15] Belaroui L.S, Ouali A, Bengueddach A, Lopez G.A, Peña A, "Adsorption of linuron by an Algerian palygorskite modified with magnetic iron" Applied Clay Science, 2018.

Кратка биографија:



Вања Олах рођена је 1999. године у Новом Саду. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Инжењерство заштите животне средине одбранила је 2022.год.



Младенка Новаковић је одбранила 2021. докторску дисертацију на Факултету техничких наука. Тренутно је запослена на Факултету техничких наука у звању асистента са докторатом.



Ивана Михајловић рођена је у Бору 1984. године. Од 2020. год. ванредни професор је на Факултету техничких наука у Новом Саду, на катедри за Инжењерство заштите животне средине.



АУТОНОМНА НАВИГАЦИЈА РОБОТА МЕЂУ РЕДОВИМА ПОЉОПРИВРЕДНИХ ЗАСАДА

AUTONOMOUS ROBOT NAVIGATION BETWEEN ROWS OF CROPS

Милош Николић, Милутин Николић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – Рад описује аутономну навигацију UGV робота међу редовима пољопривредних засада. Задатак рада био је истражити најзаступљеније приступе и роботе који се примењују за наведени задатак. Тако су за праћење редова засада упоређене две методе, и то: традиционална метода обраде слике и метода машинског учења. Као посебан задатак издвојило се препознавање краја реда и прелазак робота из једног реда у други. За препознавање краја реда коришћен је RTK-GPS сензор, док је за генерисање и праћење путање која води робота у следећи ред засада, коришћен NAV 2 Waypoint Follower заснован на PurePursuit алгоритму. Цео систем је интегрисан у ROS 2 окружењу. Приступу су тестирани у стварном и симулационом окружењу. За симулационо окружење коришћена је NVIDIA Isaac Sim симулација из које је и прикупљан семантички скуп података за тренирање YOLOv8 модела за праћење редова засада. На крају је урађена евалуација метода и њихово упоређивање.

Кључне речи: робот, UGV, аутономна навигација, машинско учење, обрада слике, ROS 2, симулација

Abstract – The paper describes autonomous UGV robot navigation among rows of crops. The objective of the study was to explore the most relevant approaches and robots used for this task. Two methods were compared for row tracking: traditional image processing and machine learning methods. A specific task included recognizing the end of row crops and navigating the robot from one row to another. An RTK-GPS sensor was used for detecting the end of the row crops, while a NAV 2 Waypoint Follower based on the PurePursuit algorithm was embedded for generating and tracking paths which are guiding the robot to the next row crop. The entire system was integrated into the ROS 2 environment. The approaches were tested in both real and simulation environments. NVIDIA Isaac Sim simulation was used for the simulation environment, from which semantic datasets were collected for training the YOLOv8 row crop tracking model. Finally, an evaluation and comparison of the methods were conducted.

Keywords: robot, UGV, autonomous navigation, machine learning, image processing, ROS 2, simulation

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Милутин Николић, ванр. проф.

1. УВОД

Недавни изазови као што су климатске промене, доступност радника у пољопривреди и растући трошкови производних ресурса (на пример ђубрива, пестицида, хербицида) додатно су повећали притисак на пољопривредну индустрију [1].

Типична и погоднија окружења за рад и примену робота јесу индустријска окружења која имају веома контролисане и стандардизоване услове. Иако постоје пластеници у којима се могу достићи услови доста слични условима рада који су заступљени у индустријским окружењима, аграрне средине представљају отежавајући фактор, где постоје веома променљиви услови који утичу на рад робота и његово понашање. Као неке од најбитнијих карактеристика које дефинишу рад робота у овим условима јесу величина и конфигурација терена, врста засада, рад са прехрамбеним производима, рад у окружењу са људима, разноврсност задатака, временски услови и слично.

Тако се издвајају два главна типа робота за које се пројектују модули за посебне намене и који се користе у аграрним срединама за пољопривредне послове, а то су UAV (енгл. *Unmanned Aerial Vehicle*) и UGV роботи (енгл. *Unmanned Guided Vehicle*). У овом раду је, сходно задатку, стављен акценат на UGV роботе и то на посебно пројектоване мобилне платформе.

2. РОБОТ И ПОЉЕ ЗАСАДА

Засади соје имају кључну улогу у светској прехрамбеној индустрији. Они се гаје у редовима што омогућава лакшу обраду, боље управљање коровом и оптимално искоришћење земљишта и ресурса.

Робот који је изабран да се креће међу редовима засада соје јесте Спесбот робот који на основу механичке конфигурације припада мобилним роботима са диференцијалним погоном и као такав има својствене карактеристике.

2.2. Симулација

Пошто је за кретање робота кроз поље засада соје неопходно да се робот креће уз помоћ модела који је истрениран на означеним сликама, најпогодније решење представља NVIDIA Isaac Sim симулација која је намењена посебно за роботске системе засноване на AI технологији. Унутар ње коришћен је Replicator. Он представља алат који служи за генерисање семантичких података, направљен да подржи развој и обуку модела машинског учења, посебно у областима као што су машинска визија и роботика. Он

аутоматски обележава генерисане слике, што значи да свака слика долази са релевантним подацима као што су позиције објеката, ознаке класа и друге информације које су корисне за обуку модела машинског учења. У овом случају, он даје податке везане за класу земље и соје.

Пошто је као главно окружење које спаја све роботске периферије изабран *ROS 2*, његово повезивање са симулацијом је било лако успоставити коришћењем алата графикана акција (*Action Graph*). Он омогућава визуелно програмирање користећи интегрисане чворове који су повезани заједно у графички интерфејс. Уз помоћ ње је покретан процес за прикупљање семантичких података, као и скрипта за аутоматско генерисање поља засада. Симулационо окружење са Спесбот роботом и пољем засада соје у којем је вршено тестирање алгоритама за кретање приказано је на слици 2.1.



Слика 2.1. *NVIDIA Isaac Sim* симулационо окружење са Спесбот роботом и пољем засада соје.

3. ROS 2

Главно окружење за развој и повезивање свих периферија у једну смислену целину јесте *ROS 2*, који је постао стандард у роботским системима и као такав омогућаје широк спектар алата и подокружења који олакшавају рад са роботима. Концепт *ROS 2* окружења је такав да сваки модул има засебан пакет који може бити написан у различитим програмским језицима као што су *Python* и *C++*. *ROS 2* омогућава комуникацију између различитих компоненти роботског система путем система за размену порука (теме, сервиси и акције) и тако олакшава синхронизацију између сензора, актуатора и различитих алгоритама. Уз помоћ система за размену порука могуће је и лако интегрисати роботски систем са жељеном симулацијом.

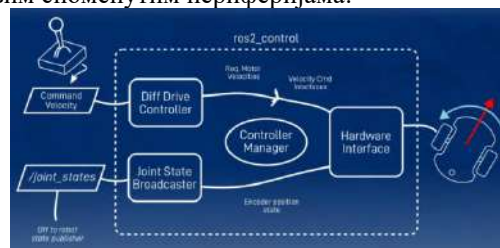
Коришћена је верзија *ROS 2 Humble*, која је компатибилна са *Ubuntu 22.04* оперативним системом у оквиру које су задане команде из конзоле (терминала) за покретање разних процеса.

3.1. ROS 2 управљање

За једноставно управљање различитим хардверским периферијама као што су мотори, сензори и актуатори коришћено је окружење *ROS 2* управљање.

Као што је раније споменуто Спесбот робот је робот са диференцијалним погоном, и зато се користи контролер за диференцијалне погоне (*Diff Drive Controller*) који садржи алгоритме за управљање. Са обзиром да посматрамо кретање мобилне платформе у равни, релевантне су линеарне брзине у x и у правцу,

као и угаона брзина око z осе. Узимајућу у обзир и кинематска ограничења диференцијалног погона (немогућност бочног кретања робота, тачније по y правцу роботског координатног система), добијамо два слободна параметра за управљање робота и то брзином робота у x правцу (v_x) и угаоном брзином око z осе (ω_z). Они представљају улаз у контролер за диференцијални погон који затим, за задате параметре, рачуна брзине левог и десног мотора који се даље шаљу хардвер интерфејсу. Када је у питању управљање робота у симулацији, са обзиром да не постоји мотор који покреће робота, већ се команде за управљање задају преко *ROS 2* поруке на тему *cmd_vel*, управљање је базирано само на управљању преко *ROS 2* тема. Из тог разлога се користи хардвер интерфејс заснован на темама [2]. За објављивање стања зглобова, користи се *Joint State Broadcaster* контролер. Како би се успоставила контрола и синхронизација над хардвер интерфејсом и контролерима постоји периферија за управљање *Controller Manager*. На слици 3.1. приказана је архитектура *ROS 2* управљања примењена на роботу са свим споменутим периферијама.



Слика 3.1. Архитектура *ROS 2* управљања примењена на роботу [3].

Описан је процес којим се улазне команде линеарне и угаоне брзине (црвена и плава стрелица респективно) претварају у одговарајуће брзине левог и десног точка. Тип *ROS 2* поруке који садржи ове податке и који се објављује на тему за управљање јесте *geometry_msgs/msg/Twist*. Међутим, битно је напоменути да оне као такве нису најпогодније за управљање јер је неопходно задавати низ команди које би довеле робота у жељену позицију. Зато контролер диференцијалног погона објављује трансформацију између координатних система *odometry* и *base_link* која је неопходна како би се користило *NAV 2* окружење које омогућава интуитивније начине за задавање циљева робота.

3.2. NAV 2

NAV 2 је софтверски пакет за навигацију робота у *ROS 2* окружењу, који омогућава управљање мобилним роботима у различитим условима на начин који је сигуран и ефикасан. Он пружа све неопходне компоненте за планирање путање, локализацију, избегавање препрека и управљање кретањем. Главни модул у склопу *NAV 2* окружења који је коришћен јесте *Waypoint Follower*. Он прима низ тачака кроз које робот треба да прође у одређеном редоследу и тако генерише жељену трајекторију. Праћење трајекторије се врши применом *PurePursuit* алгорита на основу кога се генерише жељена линеарна и угаона брзина за управљање роботом. Као најважнији

параметар *PurePursuit* контролера јесте *LookAheadDistance*, који говори роботу на којој раздаљини од тренутне позиције робота, он треба да узима у обзир одговарајућу тачку са задате трајекторије.

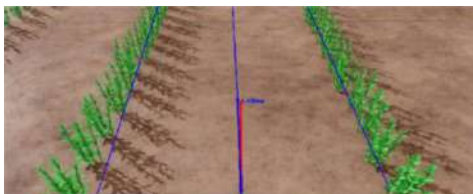
4. ПРАЋЕЊЕ РЕДОВА ЗАСАДА

4.1. Хафова трансформација

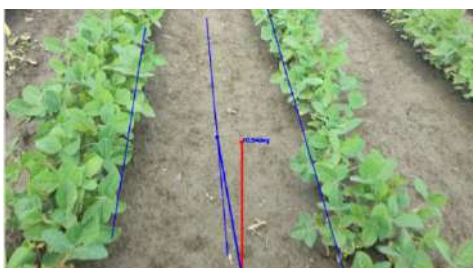
Поступци за обраду слике се могу разложити у неколико корака. Редослед корака и број корака се може разликовати у зависности од окружења у ком се налазе, али је генерализовано следећим редоследом:

1. Прикупљање и учитавање слика
2. Предпроцесирање слике
3. Филтрирање и уклањање шума
4. Бинаризација слике
5. Препознавање ивица
6. Препознавање линија

Комбинацијом ових корака се добијају линије од интереса. Тако је резултат Хафове трансформације у симулационом окружењу приказан на слици 4.1. док је резултат Хафове трансформације у стварном окружењу приказан на слици 4.2.



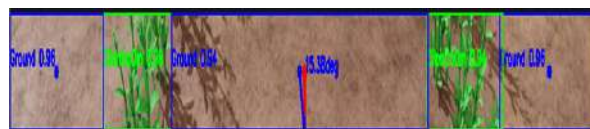
Слика 4.1. Резултат Хафове трансформације за кретање робота међу редовима пољопривредних засада у симулационом окружењу.



Слика 4.2. Резултат Хафове трансформације за кретање робота међу редовима пољопривредних засада у стварном окружењу.

4.2. YOLOv8

За коришћење методе машинског учења неопходан скуп података над којим се она тренира. Скуп податка може бити из симулационог или стварног окружења или њихове комбинације. Конкретно, модел који је коришћен добијен је из симулације над скупом података од 250 слика, за класе земља и першун. Крива прецизност – одзив је дала вредност од 0,980 просечне прецизности при прагу од 0,5 за све класе, што је одлична вредност за показатеља перформанси модела у препознавању објеката. *F1* крива је показала да је најбоља вредност прага за све класе 0,701 јер тада је највећа вредност *F1* мере. Слика која приказује резултат истренираног *YOLOv8* модела у симулационом окружењу приказана је на слици 4.3. док је резултат истренираног *YOLOv8* модела у стварном окружењу приказана је на слици 4.4.



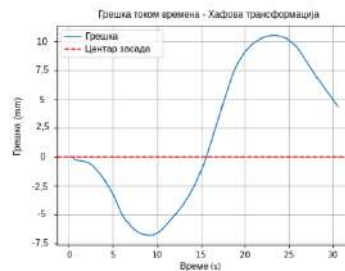
Слика 4.3. Резултат истренираног *YOLOv8* модела за кретање робота међу редовима пољопривредних засада у симулационом окружењу.



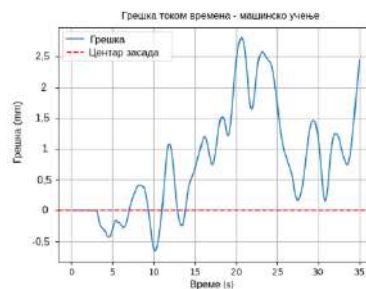
Слика 4.4. Резултат истренираног *YOLOv8* модела за кретање робота међу редовима пољопривредних засада у стварном окружењу.

5. УПОРЕЂИВАЊЕ МЕТОДА ЗА ПРАЋЕЊЕ РЕДОВА ЗАСАДА

За евалуирање коришћених метода, примењено је одступање, односно грешка праћења предвиђене навигационе линије у односу на своју референтну вредност током времена. Битно је напоменути да је референтна вредност добијена на основу *RTK-GPS* сензора са обзиром да су координате референтне путање кретања робота (центра засада) познате.



Слика 5.1. Одступање стварне путање кретања робота од референтне током времена за традиционалну методу



Слика 5.2. Одступање стварне путање кретања робота од референтне током времена за методу машинског учења.

На слици 5.1. вредност грешке, у најнеповољнијем случају, иде и до 10 mm у односу на своју референтну вредност, док на слици 5.2. она достиже вредност од 2,5 mm. Разлика вредности грешке двеју метода, у најнеповољнијем случају, износи 7,5 mm. Осим тога, код методе машинског учења, вредност грешке чешће конвергира ка референтној вредности. Из наведеног следи да је метода машинског учења прецизнија и поузданија у односу на традиционалну методу.

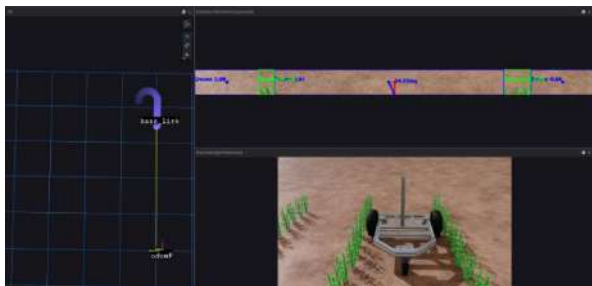
6. ПРЕПОЗНАВАЊЕ КРАЈА РЕДА

Постоји више начина на које се може препознати крај реда, као што је примена *GPS* сензора, *ArUco* маркера, података са камере, *LiDAR* сензора и слично.

Међутим, коришћене је GPS сензор и то *RTK-GPS* јер се уз помоћ њега могу евалуирати и коришћене методе праћења редова засада. *RTK-GPS* је напреднија верзија стандардног *GPS* система који користи технику кинематике у реалном времену да би значајно повећао прецизност позиционирања.

6.1. *RTK-GPS*

Са обзиром да *RTK-GPS* сензор шаље координате у облику географске ширине, дужине и надморске висине. Трансформацију из симулације *map* -> *base link* је неопходно прво конвертовати у географске координате и објављивати их на *ROS 2* тему у облику *NavSatFix* поруке. На тај начин је имплементиран *RTK-GPS* сензор у самој симулацији. Затим је неопходно географске координате, са поменуте *ROS 2* теме, конвертовати у координате релативне *map* координатном систему, односно референтној базној станици у реалном окружењу. За конвертовање између географских координата и координата у одређеном координатном систему коришћена је *pymap3d* библиотека [4] која је писана у *Python* програмском језику. Коришћењем овог приступа, роботски систем из симулационог окружења се може лако интегрисати у стварно окружење. Такође, овиме је решен проблем препознавања краја реда где робот када пређе референтне координате које представљају крај засада, активира се *NAV 2* алат за генерисање путање. Тренутак када робот препозна крај реда и генерише путању за кретање робота визуализована је у *Foxglove* програму за визуализацију роботских података, и илустрована је на слици 6.1.



Слика 6.1 Изгенерисана *NAV 2* путања која је визуализована у *Foxglove* програму.

7. ЗАКЉУЧАК

У циљу решавања актуелних пољопривредних изазова и проблема у индустрији, коришћен је *UGV* Спесбот робот који спада у групу посебно пројектованих пољопривредних платформи. Истражени су и упоређени различити приступи и технологије за аутономну навигацију робота међу редовима пољопривредних засада. Примењене методе укључују Хафову трансформацију и *YOLOv8* модел за препознавање објеката. Обе методе су тестиране у симулационом и стварном окружењу, а резултати су показали да свака метода има своје предности и ограничења у зависности од специфичних услова рада. Посебан акценат је стављен на *RTK-GPS* сензоре и њихов значај за евалуацију прецизности метода праћења редова засада и улогу при преласку између редова.

Примењена метода машинског учења, конкретно *YOLOv8*, показала се као поузданија и прецизнија у препознавању редова засада у односу на традиционалну методу. Конкретно модел машинског учења је био прецизнији за приближно *7,5 mm* у односу на традиционалну методу гледајући најнеповољнији случај. Осим тога брже је конвергирао ка референтној вредности. Ипак, приступ *YOLOv8* модела који користи слику димензија (*1280*80*), иако смањује количину података коју је неопходно истренирати, у реалним окружењима може бити ограничење када се на путу робота налази нежељени засад. Са друге стране је битно нагласити да је Хафова трансформација, осим што се показала као мање прецизна и поуздана, веома је осетљива на мале промене у окружењу што је чини непогодном за примену у односу на методу машинског учења.

Такође, скуп података за тренинг који је неопходан, може се лако добити из *IsaacSim* симулације. Рад је показао да није неопходно прикупљати хибридни скуп података, већ ако се симулација добро подеси за различите услове, може се на лак и брз начин сакупити велики скуп података на основу кога се врши даље тренирање. Тиме се олакшава цео процес, где није неопходно излазити у поље засада и прикупљати податке за тренирање.

На крају, овај рад доприноси развоју паметне пољопривреде, где аутономни роботизовани системи могу значајно побољшати ефикасност, смањити трошкове, заштитити животну средину и унапредити продуктивност и одрживост пољопривредне производње.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mustafa Ozkan Yerebakan и Boyi Hu. „Human–Robot Collaboration in Modern Agriculture: A Review of the Current Research Landscape”. У: *Advanced Intelligent Systems* (2024.), стр. 2300823.
- [2] *topic_based_ros2_control*. https://github.com/PickNikRobotics/topic_based_ros2_control/tree/main Accessed: 2024-06-10.
- [3] *ROS2 Control*. <https://www.youtube.com/watch?v=4VVrTCnxvSw&t=130s>. Accessed: 2024-06-07
- [4] *pymap3d*. <https://github.com/geospace-code/pymap3d/tree/0bb4350d45929ebff69047260f7934b30b5e9bae>. Accessed: 2024-06-27.

Кратка биографија:



Милош Николић рођен је 04. јула 1999. године у Ваљеву. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области роботике одбранио је 2022. године. контакт: nikolicmilos3610@gmail.com



Милутин Николић рођен је 18. јула 1984. године у Новом Саду. Докторску дисертацију одбранио је 15. маја 2015. године. Јула месеца 2020. године стекао је звање ванредног професора. Предаје неколико предмета из области роботике на Факултету техничких наука у Новом Саду. контакт: milutinn@uns.ac.rs

**SAJBER BEZBEDNOST U AUTOMOBILSKOJ IDUSTRIJI
CYBERSECURITY IN AUTOMOTIVE**Zoran Vujčić, Vladimir Rajs, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je opis algoritama koji se koriste u sajber bezbednosti. Opisane su funkcionalnosti i osobine koje treba da ima proizvod razvijen za automobilsku industriju kao i razlog njihove implementacije.

Ključne reči: Arhitektura, HSM, SHE, ključ, enkripcija, dekripcija, potpisivanje, heš, Autosar, secure boot, dijagnostika

Abstract – This paper presents a description of algorithms used in cybersecurity. The functionalities and characteristics that a product developed for the automotive industry should have, as well as the reasons for their implementation are described.

Keywords: Architecture, HSM, SHE, key, encryption, decryption, signing, hash, Autosar, secure boot, secure diagnostics

1. UVOD

Sve veće oslanjanje vozila na povezanost na mreži kao i sve veći broj povezanih elektronskih uređaja i senzora u vozilu, u automobilskoj industriji, unosi dodatni rizik od neovlašćenog pristupa i zloupotrebe vozila.

Ovaj trend je doveo do sve većeg broja nesreća koje su izazvane neovlašćenim pristupom vozilu preko računara.

Iz ovog razloga napisan je standard, *ISO/SAE 21434*, koji se odnosi na sajber bezbednost u automobilskoj industriji i nadovezuje se na standard o sigurnosti, *ISO 26262*. Takođe, uvedena je regulacija, *UN R155*, kojom se obezbeđuje prisustvo sistema upravljanja sajber bezbednosti. U suštini, ova regulacija obezbeđuje da je projekat razvijen u skladu sa svim normama vezanim za sajber bezbednost.

2. Svojstva sajber bezbednosti

Tri najbitnija svojstva sajber bezbednosti su poverljivost, autentičnost i integritet.

Poverljivost znači da čuvamo informaciju, poruku ili podatke u tajnosti. Drugim rečima, samo oni za koje je namenjena poruka mogu da je čitaju. Za sve ostale ona je nečitljiva.

Autentičnost govori da li su podaci poslani od onog entiteta od koga su i trebali da budu poslani.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, van. prof.

Integritet govori da li su podaci ili poruka promenjeni od strane nekog trećeg lica. Obezbeđivanjem integriteta nad podacima omogućava se da se zna ukoliko je neko manipulisaio podacima i menjao ih.

3. Bezbednosni algoritmi**3.1 Ključ**

Ključevi u kriptografiji su nizovi karaktera generisani nasumično ili matematičkim algoritmima. Oni omogućavaju siguran prenos podataka, autentifikaciju, čuvanje poverljivih informacija i njihov integritet.

Jačina enkripcije zavisi od sigurnosti ključa, što uključuje algoritam generacije, veličinu ključa, način generacije i proces razmene ključeva. Ključevi se koriste za enkripciju podataka i potpisivanje digitalnih sertifikata.

Postoje asimetrični i simetrični ključevi. Bezbedna generacija i upravljanje ključevima uključuje izbor snažnih algoritama i sigurno skladištenje. Infrastruktura javnih ključeva (*engl. Public Key Infrastructure – PKI*) je često korišćena za ove svrhe.

Duži ključevi pružaju veću sigurnost, ali su sporiji za procesiranje.

3.2 Enkripcija

Enkripcija je ključna za bezbednu komunikaciju između dva uređaja putem nesigurnog kanala komunikacije. Ako se poruka pošalje nešifrovano, može biti presretnuta ili izmenjena, što može dovesti do ozbiljnih posledica, kao što su neovlašćeno kočenje ili ubrzavanje vozila. Enkripcijom se poruka pretvara u nečitljiv niz karaktera pomoću ključa. Samo uz pravi ključ poruka može biti dešifrovana.



Slika 1. Primer simetrične enkripcije

Simetrična enkripcija koristi isti ključ za enkripciju i dekripciju, što zahteva razmenu ključa između pošiljaoca i primaoca. Problem nastaje ako ključ bude presretnut.

Apsimetrična enkripcija koristi par ključeva: javni za enkripciju i privatni za dekripciju. Primaoc generiše oba ključa, zadržava privatni i deli javni. Poruke enkriptovane javnim ključem može dekriptovati samo privatni ključ, čime se obezbeđuje sigurnost komunikacije.

Razlike između simetrične i asimetrične enkripcije:

Simetrična enkripcija:

- Koristi se jedan ključ za enkripciju i dekripciju
- Zahteva manje procesorskog vremena
- Manje bezbedna

Asimetrična enkripcija:

- Koristi dva ključa za enkripciju i dekripciju
- Zahteva dosta više procesorskog vremena
- Bezbednija od simetrične enkripcije

Kombinacija simetrične i asimetrične enkripcije koristi se za efikasniju komunikaciju. Pošiljalac enkriptuje novi simetrični ključ javnim ključem primaoca, koji zatim koristi taj ključ za enkripciju i dekripciju poruka.

3.3 Kriptografski algoritam- HEŠ

Hešovanje je kriptografski algoritam koji pretvara ulazni tekst u jedinstveni, deterministički niz karaktera fiksne dužine. To je jednosmerni proces, što znači da se ne može dobiti originalni tekst iz heš vrednosti.

CRC32 je poznati heš algoritam za proveru integriteta podataka, ali nije pogodan za sajber bezbednost zbog svoje male dužine (4 bajta) i mogućnosti pronalaženja različitih ulaznih vrednosti koje daju isti izlaz.

SHA-256 je najčešće korišćen heš algoritam u sajber bezbednosti. Njegov izlaz je uvek 256 bita (32 bajta). Ovaj algoritam obezbeđuje da bilo koja promena ulaznih podataka daje potpuno drugačiji heš, i praktično je nemoguće naći različite ulazne vrednosti koje daju isti izlaz.

Hešovanje se koristi u bazama podataka za čuvanje lozinki. Lozinke se čuvaju kao heš vrednosti, i prilikom prijave korisnika, uneta lozinka se hešuje i upoređuje sa sačuvanom heš vrednošću. Na taj način, čak i ako neko neovlašćeno pristupi bazi, heš vrednosti lozinki su beskorisne, jer se ne može dobiti originalna lozinka iz heš vrednosti.

3.4 Digitalni potpis

Digitalni potpis je metoda za potvrdu identiteta pošiljaoca. U komunikaciji, pošiljalac generiše par ključeva – privatni i javni. Poruka se potpisuje privatnim ključem koristeći algoritam potpisivanja, a zatim se šalje primaocu zajedno sa potpisom. Primalac koristi javni ključ pošiljaoca za verifikaciju potpisa.

Potpisivanje se radi na heširanoj vrednosti poruke, ne na celoj poruci, zbog uštede vremena. Primalac hešuje poruku i dekriptuje potpis javnim ključem pošiljaoca, upoređujući dva heša. Ako se poklapaju, poruka je autentična i nije izmenjena.

Digitalni potpis osigurava autentifikaciju pošiljaoca i integritet poruke. Ako se poruka izmeni, verifikacija potpisa neće biti uspešna. Takođe, digitalni potpis pruža dokaz o identitetu pošiljaoca, autentičnosti i integritetu poruke, što onemogućava pošiljaoca da negira slanje poruke (ne-odricanje).

3.5 Kod za autentifikaciju poruke

Kod za autentifikaciju poruke (*engl. Message Authentication Code – MAC*) se koristi za autentifikaciju

porekla i integriteta poruke. *MAC* koristi tajni simetrični ključ i podatke poruke kako bi generisao fiksni kod koji se dodaje na kraj poruke.

Kada primalac primi poruku, on izračunava *MAC* koristeći isti algoritam i ključ. Ako se izračunati *MAC* poklapa sa primljenim, poruka je autentična i nije izmenjena.

MAC algoritam zahteva tajni ključ poznat samo pošiljaocu i primaocu. Bez tog ključa, nije moguće kreirati ispravan *MAC*. Najčešće korišćeni *MAC* algoritmi su *CMAC* i *HMAC*.

4.INFRASTRUKTURA JAVNIH KLJUČEVA

4.1 Definicija infrastrukture javnih ključeva

Infrastruktura javnih ključeva (*PKI*) je sistem alata koji omogućava bezbednu razmenu podataka preko interneta putem kreiranja i upravljanja javnim ključevima za enkripciju. *PKI* je ugrađen u sve *web* pretraživače i osigurava sigurnost javnog internet saobraćaja. Organizacije ga koriste kako bi osigurale sigurnu komunikaciju unutar i izvan svojih okvira. Ključevi su osnovna komponenta *PKI* sistema, koriste se za šifrovanje podataka i autentifikaciju. *PKI* funkcioniše kroz upotrebu sertifikata i ključeva. Javni ključ se koristi za enkripciju poruka, dok se privatni ključ koristi za dešifrovanje istih. Sertifikati izdati od strane autoriteta za sertifikaciju (*engl. Certificate Authority – CA*) omogućavaju osobi ili uređaju da zna da komunicira s nekim ko je ovlašćen.

4.2 Digitalni sertifikat

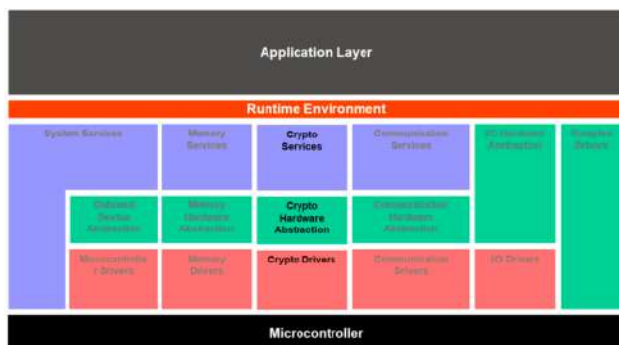
Digitalni sertifikat je digitalni dokument ili elektronski identitet koji potvrđuje autentičnost uređaja, servera ili korisnika koristeći kriptografiju i infrastrukturu javnih ključeva. Korišćenje digitalnih sertifikata za autentifikaciju omogućava organizacijama da osiguraju da se na njihove mreže mogu povezati samo provereni uređaji i korisnici. Još jedna česta upotreba digitalnih sertifikata je potvrda autentičnosti internet stranica pretraživaču, poznata kao *SSL* sertifikat. Sadržaj digitalnog sertifikata obuhvata identifikacione informacije kao što su korisničko ime, kompanija, IP adresa uređaja ili serijski broj, kao i kopiju javnog ključa kreatora sertifikata. Javni ključ se izdaje od strane autoriteta za sertifikaciju (*CA*), koji potpisuje sertifikat kako bi se potvrdio identitet uređaja ili korisnika u svrhu autentifikacije. Primjer digitalnog sertifikata je *X.509* sertifikat koji se često koristi u automobilskoj industriji.

4.3 Autoritet za sertifikaciju

Autoritet za sertifikaciju (*engl Certificate Authority – CA*) je entitet koji čuva, potpisuje i izdaje digitalne sertifikate za autentifikaciju korisnika, servera ili uređaja. Ovi sertifikati potvrđuju vlasništvo javnog ključa i omogućavaju drugim stranama da provere validnost potpisa i autentičnost. *CA* se posmatra kao treća strana koja je pouzdana i kojoj veruje nosilac sertifikata i strane koje se oslanjaju na sertifikate za autentifikaciju. On takođe može obezbediti generisanje para ključeva u slučaju da organizacija ili korisnik nemaju tu mogućnost. Sertifikati koje izdaje *CA* slede standarde *X.509* ili *EMV* i predstavljaju važan deo infrastrukture javnih ključeva (*PKI*).

5. AUTOSAR CRYPTO STACK

AUTOSAR (AUTomotive Open System Architecture) je partnersko udruženje na globalnom nivou koje se bavi razvojem u automobilskoj industriji. Glavni cilj AUTOSAR partnerskog udruženja je pružanje vodećih rešenja za softverske platforme kroz standardizaciju osnovnih sistemskih funkcija i interfejsa. Ovaj okvir omogućava efikasan razvoj embedded softvera i aplikacija koje podržavaju zadatke vezane za osnovne funkcionalnosti u automobilima tokom razvoja vozila.



Slika 2. AUTOSAR crypto stack arhitektura

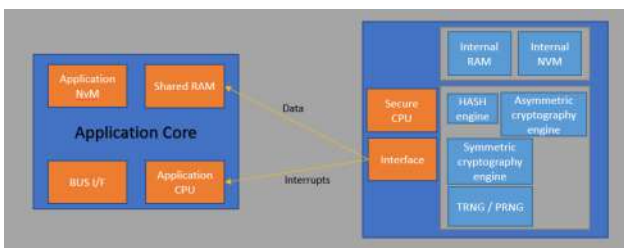
Na najnižem nivou, *MCAL* (engl. *Microcontroller Abstraction Layer*), nalazi se Kripto Drajver. Ovi moduli sadrže konkretne softverske ili hardverske implementacije kriptografskih servisa.

Kripto interfejs modul se nalazi na nivou Hardverske Apstrakcije (*Hardware Abstraction Layer*). On nam obezbeđuje generičke interfejse.

Kripto servis menadžer nalazi se u servisnom nivou (*Service Layer*). On nudi aplikativnim komponentama standardizovan pristup kriptografskim servisima preko *RTE*.

6. HARDVERSKI BEZBEDNOSNI MODUL

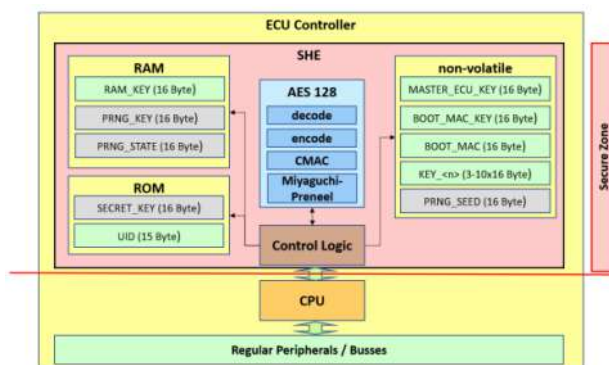
Hardverski bezbednosni modul (engl. *Hardware Security Module – HSM*), je poseban hardverski periferal na sistemu na čipu (engl. *System on Chip – SoC*) koji je zadužen za izvršavanje bezbednosnih servisa. On u suštini predstavlja bezbednosno jezgro (core) na *SoC*



Slika 4. Arhitektura HSM

6.1 Bezbednosno hardversko proširenje

Bezbednosno hardversko proširenje (engl. *Secure Hardware Extension – SHE*) je proširenje na čipu bilo kog mikrokontrolera. Njegova svrha je prenos kontrole nad kriptografskim ključevima iz softverskog u hardverski domen, čime se ključevi štite od softverskih napada. Jednostavnije je i jeftinije od *HSM*.

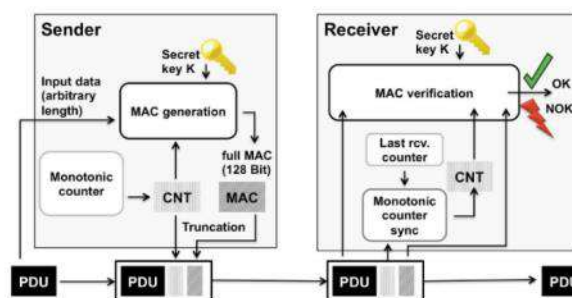


Slika 5. Logička struktura SHE

7. SecOC

SecOC (Secure Onboard Communication) je AUTOSAR bezbednosna arhitektura koja za cilj ima da zaštiti komunikacije između različitih ECU u vozilu od sajber napada.

Ovaj modul obezbeđuje funkcionalnost neophodnu za autentifikaciju, proveru integriteta i *freshness value* komunikacije bazirane na *PDU* između dva ECU na mreži.



Slika 6. Provera poruke SecOC modula

Freshness value služi za sprečavanje ponovnog napada (*replay attack*). Ako napadač snimi poruku na mreži, mogao bi je ponovo slati i autentifikacija bi prošla, što bi omogućilo manipulaciju uređajima na mreži. *Freshness value* je deo bezbednog *PDU* i može biti implementiran na dva načina:

- Brojački mehanizam: Brojač se inkrementira za svaku poruku, a primalac očekuje vrednost brojača za 1 veću od prethodne.
- Vremenski mehanizam: Vrednost se zasniva na vremenu slanja poruke plus interval. Vremena pošiljaoca i primaoca moraju biti sinhronizovana.

Freshness value se koristi u kalkulaciji *MAC*, što sprečava ponovni napad istom porukom jer će se promenom *freshness value* promeniti i *MAC*. Za isti *PDU*, bezbednosni *PDU* će uvek biti različit zbog različitih *freshness value* i *MAC*. Svaki *PDU* ima svoj *freshness value* koji se menja pri slanju i prijemu poruke. Kod brojača, pošiljalac inicijalizuje *freshness value* na 1, a primalac na 0.

8. SECURE BOOT

Bezbedno pokretanje (engl. *Secure boot*) mehanizam mora biti utisnut u boot lanac da autentifikuje i potvrdi firmware pre nego što dozvoli njegovo izvršavanje od veoma rane faze. Na ovaj način se obezbeđuje

autentičnost, a integritet firmwarea se održava i u kasnijim fazama softvera. Napadač može pokušati da izmeni ili reprogramira sadržaj firmwarea tako što će u potpunosti promeniti njegov kod ili ubaciti deo svog koda koji može biti izvršen umesto autentifikovanog. Napadi se mogu desiti korišćenjem informacija zasnovanih na fizičkoj implementaciji sistema kao što su napadi sa sporednih kanala (*Side-channel attacks*) uključujući i aktivne napade poput ubrizgavanja grešaka (*Fault injections*). Izvođenje takvih napada tokom rane faze pokretanja može dovesti do potpunog ugrožavanja bezbednosti sistema.

9. PODACI O VALIDNOSTI INTEGRITETA

Podaci o validnosti integriteta (*engl. Integrity Validation Data – IVD*) služe da bi se potvrdila validnost trenutnog softvera koji se izvršava, kao i dijagnostičkih parametara. Najčešći metod za proveru integriteta je hešovanje kompletnog softvera na strani uređaja i upoređivanje dobijene heš vrednosti sa očekivanom. Korišćenjem sigurnih heš algoritama (kao što su SHA i MD5) za dobijanje *IVD* vrednosti, obezbeđujemo da ukoliko se poklapaju dobijena i očekivana heš vrednost, možemo sa sigurnošću reći da su podaci nad kojima je rađen algoritam isti, odnosno da su softver i parametri oni koje očekujemo. Na ovaj način, ukoliko se promeni makar i jedan bit softvera koji se izvršava, dobijena heš vrednost će biti potpuno drugačija u odnosu na očekivanu.

10. SIGURNA DIJAGNOSTIKA

Prema *UDS* (*engl. Unified Diagnostic Standard – UDS*) standardu *ISO 14229*, svi programabilni serveri koji imaju podatke vezane za emisiju štetnih gasova, sigurnost ili neke druge podatke koji se mogu ukrasti i zloupotrebiti moraju da implementiraju bezbednosne servise za dobijanje tih podataka preko dijagnostike koristeći seme i ključ (*engl. Seed and Key*) odnosno bezbednosni pristup (*engl. Security Access*). Bezbednosnim pristupom se mora osigurati i programiranje/flashovanje uređaja i ono mora biti aktivno odmah po napuštanju uređaja iz proizvodnje. Svrha servisa sigurne dijagnostike je pružanje sredstava za pristup podacima i/ili dijagnostičkim uslugama koje imaju ograničen pristup iz sigurnosnih, emisionih ili bezbednosnih razloga. Dijagnostičke usluge za preuzimanje/dodavanje rutina ili podataka u server i čitanje određenih lokacija u memoriji sa servera su situacije gde može biti potreban bezbednosni pristup. Neispravne rutine ili podaci preuzeti u server mogli bi potencijalno oštetiti elektroniku ili druge komponente vozila ili ugroziti usklađenost vozila sa standardima emisije, bezbednosti ili sigurnosti. Dva najbitnija servisa za pristup bezbednim sesijama su servisi 27₁₆ i 29₁₆ (16 označava da je broj servisa izražen u heksadecimalnom obliku).

11. ZAKLJUČAK

Prikazane su osobine i karakteristike sajber bezbednosti koje treba da poseduje proizvod namenjen za automobilsku industriju. Spoj poznavanja algoritama i specijalno dizajniranog hardvera nam omogućava da realizujemo sve bezbednosne koncepte da bi se rizik od napada smanjio na minimum. Bliže su opisani algoritmi i razlog njihovog korišćenja. Opisana je upotreba

algoritama u svrsi implementacije različitih funkcionalnosti i prikazano kako to može da izgleda u praksi pri realizaciji realnog projekta. Projekat se razvija u skladu sa predefinisanim standardima i specifikacijama da bi se dostigao željeni nivo bezbednosti i rizik i odgovornost smanjili na minimum.

12. LITERATURA

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Message_authentication_code
- [2] <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/seccertenroll/about-x-509-public-key-certificates>
- [3] https://www.autosar.org/fileadmin/standards/R22-11/FO/AUTOSAR_TR_SecureHardwareExtensions.pdf
- [4] https://www.autosar.org/fileadmin/standards/R19-11/CP/AUTOSAR_SWS_SecureOnboardCommunication.pdf
- [5] https://www.autosar.org/fileadmin/standards/R22-11/CP/AUTOSAR_EXP_UtilizationOfCryptoServices.pdf
- [6] <https://www.vector.com/int/en/products/solutions/safety-security/automotive-cybersecurity/security-manager/#c233594>
- [7] Road vehicles – Unified diagnostic Services (UDS), UDS_ISO_14229-1-01_02_2020

Kratka biografija:



Zoran Vujić rođen u Novom Sadu 1997. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mehatronike odbranio je 2020. godine.



Vladimir Rajs rođen je 1982. godine u Apatinu. Diplomirao je 2007, a doktorirao 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2016. godine je bio zaposlen kao docent, od 2021. kao vandredni profesor na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikacije FTN-a.



TEORIJA GRAFOVA I MODELIRANJE POJAVA U POSLOVANJU INVESTICIONIH FONDOVA

GRAPH THEORY AND MODELING OF BUSINESS PHENOMENA IN INVESTMENT FUNDS

Ana Topalov, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast- MATEMATIKA U TEHNICI

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje primenu teorije grafova u kontekstu poslovanja investicionih fondova. Fokus je na analizi različitih aspekata investicionih strategija, rizika i performansi fondova kroz prizmu grafova. Cilj je istražiti kako teorija grafova može doprineti razumevanju kompleksnih interakcija između različitih finansijskih instrumenata u portfolijima investicionih fondova, kao i kako može olakšati donošenje odluka u procesu upravljanja portfolijima.

Ključne reči – teorija grafova, institucionalni investitori, investicioni fondovi, MST, TMPG, optimizacija portfolija.

Abstract – This paper explores the application of graph theory in the context of business and investment funds. The focus is on analyzing various aspects of investment strategies, risks, and fund performance through the lens of graphs. The aim is to investigate how graph theory can contribute to understanding the complex interactions among different financial instruments in investment fund portfolios, as well as how it can facilitate decision-making in portfolio management processes.

Keywords: graph theory, institutional investors, investment funds, MST, TMPG, portfolio optimization.

1. UVOD

U savremenom globalnom ekonomskom okruženju, efikasno upravljanje investicionim fondovima zahteva duboko razumevanje kompleksnih veza i interakcija među različitim finansijskim instrumentima, kao i analitičke alate koji omogućavaju precizno modeliranje ovih pojava. U tom kontekstu, teorija grafova se pokazala kao izuzetno korisno oruđe koje omogućava vizualizaciju i analizu ovih veza putem apstraktnih struktura i matematičkih koncepata.

U ovom radu cilj istraživanja je predstavljanje grafova kroz kratak istorijat i kroz osnove teorije grafova. Takođe, cilj ovog rada jeste da istraži mesto, ulogu i značaj institucionalnih investitora, a posebno investicionih fondova. Cilj proučavanja investicionih fondova jeste razumevanje i analiza različitih aspekata upravljanja portfolijima investicionih fondova kako bi se omogućilo bolje upravljanje sredstvima investitora.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Ralević, red. prof.

Kroz praktičnu primenu, ovaj rad ima za cilj da pokaže kako teoriju grafova možemo primeniti i u drugim naučnim disciplinama, poput socijalnih mreža, biologije, transporta, telekomunikacija, informacionih tehnologija, ekonomije. Ova interdisciplinarna primena grafova omogućava razumevanje i analizu složenih mrežnih struktura i njihovih karakteristika u različitim kontekstima, što može pružiti nove uvide i rešenja u mnogim oblastima nauke i tehnologije..

Bavimo se primenom teorije grafova u ekonomiji, tačnije primenom teorije grafova u investicionim fondovima. Cilj rada je istraživanje načina kako uključiti informacije iz grafičke strukture veza među aktivima u proces optimizacije portfolija. Ovaj proces se obično koristi u finansijskim analizama i investicionim strategijama. Konkretnije, cilj je pronaći načine da se diversifikuje portfolio na osnovu uticaja aktiva u grafu i njihovog okruženja. Koristeći informacije iz grafova i njihovih osobina, kao što su minimalno stablo obuhvatanja i triangulisani maksimalno filtrirani graf, cilj je napraviti optimalne investicione odluke koje uključuju strukturu veza između aktiva.

2. OSNOVE TEORIJE GRAFOVA

Neformalno, pod grafom smatramo strukturu koja se sastoji od skupine objekata koji se nazivaju čvorovi grafa i koji su međusobno povezani vezama koje se nazivaju grane grafa. Što se tiče formalne definicije grafa, postoji više različitih definicija. Jedna od najčešćih korišćenih definicija je da čvorove grafa možemo formalno predstaviti elementima nekog skupa X , dok grane grafa možemo formalno predstaviti elementima neke binarne relacije $R \subset X^2$ u skupu X , pri čemu uređeni par $(x_i, x_j) \in R$ ako i samo ako su elementi x_i i x_j povezani granom.

Usmeren i neusmeren graf- Graf se naziva neusmeren (neorjentsisan) ukoliko je R simetrična relacija, odnosno ukoliko iz činjenice da postoji veza između čvorova x_i i x_j (tj, ukoliko su oni spojeni granom) sledi da postoji veza i između čvorova x_i i x_j . Graf se naziva usmeren (orjentsisan) ukoliko je R antisimetrična relacija, odnosno ukoliko iz činjenice da postoji veza između čvorova x_i i x_j sledi da veza između čvorova x_i i x_j ne postoji, osim eventualno ukoliko su x_i i x_j isti čvorovi.

Multigraf- U teoriji grafa često se dopušta mogućnost da par čvorova bude povezano s više od jedne grane u istom smeru. Takvi grafovi nazivaju se multigrafovi i na njih se

na prirodan način može preneti većina pojmova koji se definišu na obične grafove.

Putevi i povezanost grafova- Pod putem u nekom grafu $G=(X, R)$ smatramo svaki niz grana (tj. elemenata iz R) g_1, g_2, \dots, g_k pri čemu svaka grana $g_i, i = 2, 3, \dots, k$ počinje u onom čvoru u kojem završava grana g_{i-1} . Početni čvor grane g_1 i krajnji čvor grane g_k nazivaju se početak i kraj puta. Putevi mogu prolaziti više puta istom granom ili kroz isti čvor. Ukoliko razmatrani put ne prolazi više puta kroz isti čvor, on se tada naziva elementarni put. Niz grana koji je put, ili koji bi eventualno bio put ukoliko bismo obrnuli orijentaciju nekih grana, naziva se lanac.

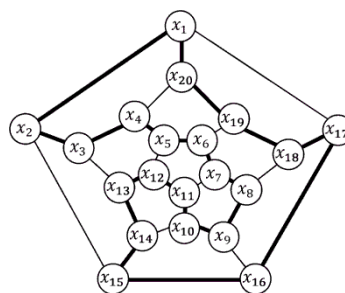
Predstavljanje grafova- Za relaciju raznih algoritama za rešavanje tipičnih grafovskih problema potrebno je imati reprezentaciju grafa u nekom obliku pogodnom za algoritamsku obradu. Naravno, već sama formalna definicija grafa kao uređenog para (X, R) daje jednu mogućnost reprezentacije grafa, odnosno, graf možemo opisati skupom čvorova i grana. Međutim, takva reprezentacija obično nije pogodan za efikasno korišćenje algoritama s grafovima.

Operacije sa grafovima- Postoji mnogo vrsta operacija s grafovima, kod kojih rezultirajući graf ima za skup čvorova Dekartov proizvod $X_1 \times X_2$ skupa čvorova prvog i drugog grafa. Takve operacije se generalno nazivaju proizvodi grafova. U teoriji grafova je razmatrano čak 256 različitih definicija proizvoda grafova, u zavisnosti šta se uzima da su grane takvog proizvoda grafova. Od svih tako definisanih proizvoda, praktičnu primenu je našlo možda desetak. Na ovom mestu će biti opisano nekoliko najvažnijih tipova proizvoda grafova. Neka su $G_1 = (X_1, R_1)$ i $G_2 = (X_2, R_2)$ dva grafa. Dva najčešće korišćena proizvoda grafova su proizvodi od kojih se jedan naziva prosto proizvod grafova, dok se drugi naziva suma grafova ili Dekartov proizvod grafova. Ovi proizvodi se obično obeležavaju respektivno s $G_1 \times G_2$ i $G_1 + G_2$, a formalno su definisani kao $G_1 \times G_2 = (X_1 \times X_2, R_x)$ i $G_1 + G_2 = (X_1 \times X_2, R_+)$, gde su relacije R_x i R_+ date kao

$$R_x = \{(u_1, v_1), (u_2, v_2) \mid (u_1, u_2) \in R_1 \wedge (v_1, v_2) \in R_2\}$$

$$R_+ = \{(u_1, v_1), (u_2, v_2) \mid ((u_1, u_2) \in R_1 \wedge v_1 = v_2) \vee (u_1 = u_2 \wedge (v_1, v_2) \in R_2)\}$$

Ojlerovi i Hamiltonovi putevi- Hamiltonov graf je graf u kojem postoji Hamiltonov ciklus. Inače, sam termin Hamiltonov put potiče od zagonetke pod nazivom „put oko sveta“ koju je postavio L.J. H. Hamilton, u kojoj se tražio put koji prolazi kroz svaki vrh pravilnog dodekaedra (pravilnog poliedra s 12 stranica, čije su stranice pravilni petouglovi) tačno jednom. Kada se model dodekaedra projektuje na ravan i dobijeni graf nacрта tako da mu se stranice ne preklapaju (što je uvek moguće uraditi, jer se može dokazati da su grafovi dobijeni projekcijom ma kojeg poliedra u ravan uvek planarni), dobija se Hamiltonov graf prikazan na sledećoj slici, na koje je podebljanim linijama istaknut odgovarajući Hamiltonov ciklus (čvorove smo indeksirali u rastućem poretku duž Hamiltonovog ciklusa).



Slika 2.1 – Primer Hamiltonovog grafa

3. INVESTICIONI FONDOVI U FUNKCIJI KONCENTRACIJE I MOBILIZACIJE KAPITALA

Institucionalni investitori su organizacije koje kupuju najveći deo hartija od vrednosti na finansijskom tržištu. Oni su veliki igrači, raspolažu ogromnim kapitalom i u poslovanju se pridržavaju principa, kao što su profitabilnost, likvidnost i dr. Plasiraju viškove sredstava sa različitim rokovima, rizicima i očekivanim prinosom, takođe plasiraju štednju koja je prikupljena i različite vrste plasmana. Današnja iskustva pokazuju da institucionalni investitori (osiguravajuće kompanije, penzioni fondovi i investicioni fondovi) obimom poslovanja kreiraju obrasce trgovanja na tržištu.

3.1. Investicioni fondovi

Po definiciji, investicioni fond predstavlja vrstu investicionih investitora koji posredno povezuju emitente i investitore na tržištu. Cilj fondova je da prikupe slobodan kapital i stave ga u funkciju rasta investicione aktivnosti, a kao jedan od mogućih benefita je i očuvanje likvidnosti na tržištu. Slobodan kapital prikupljaju emisijom i prodajom akcija ili udela koje kasnije investiraju na mnogim segmentima tržišta.

Prednosti ulaganja u investicione fondove - Kod ulaganja sredstava u investicione fondove svakom investitoru omogućen je jednostavan pristup tržištu kapitala. Sredstvima upravljaju ovlašćeni stručnjaci, portfolio menadžeri, dok je za uspešno individualno ulaganje potrebno biti odličan poznavalac finansijskog tržišta i aktivan učesnik u dinamičnim kretanjima tržišta.

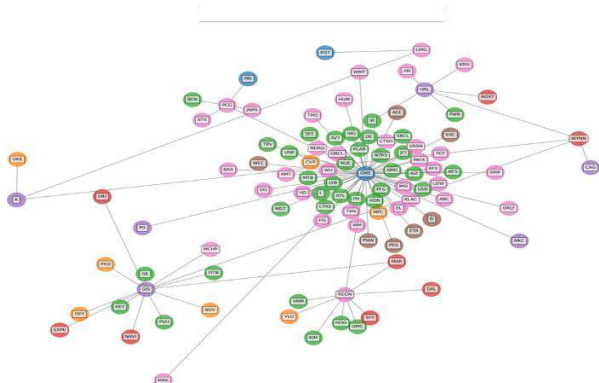
Upravljanje portfoliom investicionih fondova sprovodi se u najboljem interesu svojih akcionara, ali oni, ipak, podnose celinu investicionog rizika koji proističe iz poslovnih aktivnosti fonda. Investicioni fondovi kao subjekti investiranja na tržištu u ime investitora ulažu u čitav spektar različitih hartija od vrednosti.

4. PRIMENA TEORIJE GRAFOVA U INVESTICIONIM FONDOVIMA

Ovaj rad predstavlja dva pristupa koja nam omogućavaju da diversifikujemo portfolije na osnovu grafičkog prikaza odnosa između sredstava. Možemo da koristimo informacije dobijene iz grafikona kao što su minimalno obuhvatajuće stablo (MST) ili triangulisani maksimalno filtrirani graf (TMFG) da diversifikujemo naš portfolio na osnovu uticaja sredstava na grafikonu (centralitet) i okoline imovine.

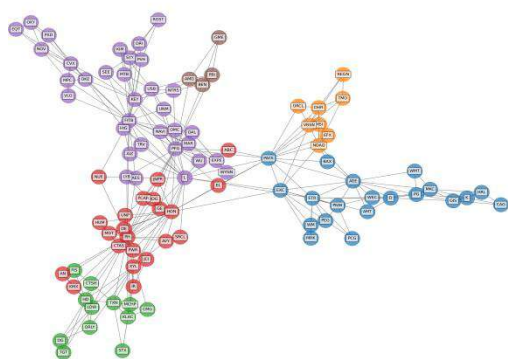
4.1 Grafovi u finansijskim tržištima

Minimalno razapinjuće stablo (MST) se koristi za pronalaženje podstabla minimalne težine u težinskom grafu. MST je podgraf koji sadrži sve čvorove originalnog grafa, ali nema cikluse i ima minimalnu moguću težinu, gde težina predstavlja zbir svih grana koje ga čine.



Slika 4.1: Minimalno razapinjuće stablo od 100 sredstava iz C&P500 (indeks koji prati proizvodnju akcija 500 američkih kompanija)

Triangulisani maksimalno filtrirani graf (TMFG) je metod mrežnog filtriranja koji su predložili Masara, koji daje približno rešenje za problem težinskog maksimalnog planarnog grafa. TMFG se sastoji u izgradnji triangulacije koja maksimizira funkciju rezultata povezanu sa količinom informacija koje zadržava mreža.



Slika 4.2- Triangulisani maksimalno filtrirani graf od 100 sredstava iz C&P500

4.2 Numerički primeri

Izabrali smo 100 sredstava (tj. akcije ABC, AEE, AES, AIZ, AMG, AMT, AN, AVY, BAX, BEN, CAG, CMG, CTAS, CTSH, CVX, D, DAL, DE, DG, DHR, DRI, EFX, EL, EQH, ETR, EXC, EXPE, FIS, FITB, GE, GIS, GME, HD, HIG, HOG, HON, HRL, HUM, IR, JCI, JNPR, K, KEY, KIM, KLAG, KMX, L, LOW, LYB, MAR, MCHP, MDT, MKC, MPC, MRK, MSI, MTB, NAVI, NDAQ, NOV, NTRS, NUE, OKE, OMC, ORCL, ORLY, OXY, PAYX, PBI, PCAR, PCG, PEG, PFG, PG, PH, PNW, PVH, PWR, PXD, REGN, ROST, SEE, SRCL, STX, SYU, TGT, TMO, TRV, TXN, UNM, UNP, USB, VLO, VRSN, WEC, WM, WMT, WU, WYNN i XYL) iz indeksa S&P 500 (NYSE) i preuzeli smo dnevne adaptirane cene sa Yahoo Finance za period od 1. januara 2020. godine do 30. decembra 2023. godine. Zatim smo izračunali dnevne promene formirajući matricu promena veličine $T = 1006$ i $N = 100$. Za izračunavanje portfolija koristili smo Python program.

4.2.1 Alokacija sredstava zasnovana na grupisanju grafikona

Ako izračunamo efikasnu granicu koristeći relativističku vrednost rizika (RLVaR) kao meru rizika, a zatim grupišemo težine sredstava po stepenu čvora svakog sredstva u MST-u i TMFG-u, dobijamo sledeće dijagrame:

Tabela 4.1: Sastav stepena MST čvora po portfoliju

Degree	HRP	HERC	NCO	Degree $c = 1$	MIP	SDP
1	60.65%	57.08%	61.86%	100.00%	74.84%	77.26%
2	20.03%	22.50%	21.83%	0.00%	21.27%	18.43%
3	7.79%	9.61%	11.60%	0.00%	3.88%	4.30%
4	7.78%	7.91%	4.71%	0.00%	0.00%	0.00%
5	1.26%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
6	0.28%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	0.36%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11	1.48%	1.84%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
12	0.42%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$D'_n(x)$	1.87	1.90	1.59	1.00	1.29	1.27
$CA(x)$	2.36%	3.06%	6.87%	0.00%	0.00%	0.00%

Tabela 4.2: Sastav stepena TMFG čvora po portfoliju

Degree	HRP	HERC	NCO	Degree $c = 3$	MIP	SDP
3	33.93%	36.40%	47.62%	100.00%	43.55%	47.50%
4	20.94%	20.97%	27.95%	0.00%	49.58%	38.02%
5	12.60%	8.28%	4.73%	0.00%	0.00%	4.38%
6	9.77%	6.98%	6.95%	0.00%	6.87%	10.10%
7	10.88%	15.06%	12.75%	0.00%	0.00%	0.00%
8	0.73%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
9	2.02%	2.92%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11	3.14%	3.37%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
12	1.99%	2.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
14	0.23%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
15	1.48%	1.84%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
16	0.76%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
17	0.50%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
18	0.24%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
19	0.36%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
20	0.42%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$D'_n(x)$	5.40	5.32	4.09	3.00	3.70	3.77
$CA(x)$	6.35%	7.82%	12.14%	0.00%	0.00%	0.93%

Možemo videti da MST i TMFG, HRP i HERC alociraju težine na svim stepenima čvora sa prosečnim stepenom od 5,4 i 5,3, respektivno. U slučaju NCO, imamo sličnu alokaciju sredstava kao i portfolio sa minimalnom varijansom sa prosečnim stepenom od 4,09. Takođe, tri modela alokacije sredstava bazirani na grafičkom

grupisanju investiraju veći deo težina u sredstva koja su susedna u MST i TMFG. S druge strane, tri portfolija koji se diversifikuju na osnovu strukture grafa imaju niže vrednosti za prosečni stepen čvora i procenat ulaganja u povezana sredstva.

Tabela 4.3: Sastav stepena MST čvora po portfoliju

Degree	HRP	HERC	NCO	Degree $\bar{c} = 1$	MIP	SDP
1	60.65%	57.08%	61.86%	100.00%	74.84%	77.26%
2	20.03%	22.50%	21.83%	0.00%	21.27%	18.43%
3	7.79%	9.61%	11.60%	0.00%	3.88%	4.30%
4	7.78%	7.91%	4.71%	0.00%	0.00%	0.00%
5	1.26%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
6	0.28%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	0.36%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11	1.48%	1.84%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
12	0.42%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$D'_{n \times}$	1.87	1.90	1.59	1.00	1.29	1.27
$CA(x)$	2.36%	3.06%	6.87%	0.00%	0.00%	0.00%

5. ZAKLJUČAK

Istraživanje koje je sprovedeno na temu Teorije grafova i njenog modeliranja u poslovanju investicionih fondova otkriva značajne perspektive i mogućnosti za unapređenje upravljanja finansijskim resursima. Primenom teorije grafova, analiza strukture investicionih fondova kao grafova omogućava dublje razumevanje povezanosti finansijskih aktivnosti i efikasnije upravljanje portfolijima.

Kroz istraživanje su identifikovane ključne tačke na kojima se može primeniti teorija grafova radi optimizacije poslovnih procesa i donošenja informisanih investicionih odluka. Kvalitativne i kvantitativne analize pokazuju da diverzifikacija portfolija, identifikacija klastera aktivnosti, analiza centralnosti čvorova i primena algoritama optimizacije portfolija predstavljaju ključne strategije za postizanje boljih rezultata u investicionom poslovanju.

Ukratko, teorija grafova pruža moćan alat za analizu i modeliranje pojava u investicionim fondovima, te je njena primena od suštinskog značaja za unapređenje efikasnosti, bezbednosti i profitabilnosti u poslovanju investicionih fondova.

6. LITERATURA

- [1] Anđelić G., Đaković V.: „Osnove investicionog menadžmenta”, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2017. godina,
- [2] Jorion, P.: „Portfolio optimization in Practise“, Financial Analysts Journal, vol, 48, no. 1, Jan-Feb, 1992

- [3] Baltić, V., "Teorija grafova", Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2008. godina
- [4] Cvetković, D., "Teorija grafova i njene primene", Naučna knjiga, Beograd, 1990. godina
- [5] Cajas, D., „Portfolio optimization of relativist0ic value at risk“, SSRN Electronic Journal 2023.
- [6] Pozzi, F., T. D. Matteo, and T. Aste, „Spread of risk across financial markets: better to invest in the peripheries“, Scientific Reports 3 (1), 2013
- [7] Diamond, S. and S. Boyd, „CVXPY: A Python-embedded modeling language for convex optimization“, Journal of Machine Learning Research 17 (83), 1–5., 2016.

Kratka biografija



Ana Topalov rođena 13. jula 1995. godine u Novom Sadu. Diplomirala je 2021. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu, smer Matematika finansija, u Novom Sadu. U oktobru iste godine upisuje master studije primenjene matematike na Fakultetu tehničkih nauka.



REZERVISANE ŠTETE U OSIGURANJU MOTORNIH VOZILA I OSIGURANJU
KORISNIKA MOTORNIH VOZILA OD ODGOVORNOSTI

CLAIMS RESERVING IN MOTOR VEHICLES INSURANCE AND MOTOR
LIABILITY INSURANCE

Marija Katanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- MATEMATIKA U TEHNICI

Kratak sadržaj – Tehničke rezerve u osiguranju su sredstva koja osiguravajuće kompanije izdvajaju kako bi osigurale da mogu ispuniti svoje obaveze prema osiguranicima. Te rezerve su ključne za finansijsku stabilnost osiguravajuće kompanije i za zaštitu osiguranika. Osnova ovog rada je prikaz modela i izračunavanje rezervi za nastale a neprijavljene štete u osiguranju.

Osiguravajuće kompanije adekvatan iznos tehničkih rezervi utvrđuju pomoću aktuarske matematike i njenih matematičkih metoda.

Ključne riječi – aktuar, rezerve za štete, matematičke metode, likvidnost, solventnost.

Abstract – Technical reserves in insurance are funds that insurance companies set aside to ensure that they can meet their obligations to policyholders. Those reserves are crucial for the financial stability of the insurance company and for the protection of the insured. The basis of this paper is the presentation of the model and the calculation of reserves for incurred and unreported insurance damages.

Insurance companies determine the adequate amount of technical reserves using actuarial mathematics and its mathematical methods.

Keywords: *actuary, reserves for damages, mathematical methods, liquidity, solvency.*

1. UVOD

Bitan momenat u poslovanju osiguravajuće kompanije jeste utvrđivanje adekvatnog iznosa rezervi. Adekvatno utvrđen iznos rezervi čini osiguravajuću kompaniju finansijski stabilnom i sposobnom da blagovremeno ispuni svoje obaveze. Tehničke rezerve pomažu osiguravajućim kompanijama da ostanu solventne, tj. da imaju dovoljno sredstava da ispune svoje obaveze prema osiguranicima u svakom trenutku.

Osiguravajuće kompanije tehničke rezerve izračunavaju pomoću aktuarske matematike i njenih matematičkih metoda.

Osiguravajuće kompanije, odnosno aktuari u proceni tehničkih rezervi uzimaju u obzir i neizvesne događaje koje se mogu desiti u budućnosti, kao što su ekstremne

štete, promene u obrascima šteta, ili nepredviđene događaje.

U tehničke rezerve spadaju rezerve za štete i u ovom radu su prikazane dve matematičke metode za rezervisanje nastalih a neprijavljenih šteta, Chain Lader metoda i Bornhuetter Fergusonova metoda, a čija je primena dozvoljena našim propisima.

2. AKTUARSTVO

Aktuarska matematika je specijalizovana grana matematike koja se bavi kvantifikacijom i analizom rizika i neizvesnostima, posebno u kontekstu osiguranja, finansija i rodnih oblasti. Ključne oblasti aktuarske matematike navedene su u nastavku.

Teorija verovatnoće i statistika. Aktuarska matematika koristi teoriju verovatnoće za modeliranje neizvesnih događaja, kao što su smrtnost, nezgode, bolesti i prirodne katastrofe, učestalost šteta i drugo. Statističke metode su ključne za analizu podataka, procenu parametara modela i donošenje zaključaka. Aktuari procenjuju verovatnoću različitih događaja i njihove potencijalne posledice.

Matematičko modeliranje, odnosno razvoj i primena matematičkih modela za na primer: formiranje tablica smrtnosti ili iščezavanja, određivanje premija na osnovu raspoloživih podataka, različiti modeli simulacija, rezervisanja i dr.

Finansijska matematika, kao što su diskontovanje budućih novčanih tokova, određivanje sadašnje vrednosti, analizu i procenu kamatnih stopa i inflaciju.

Teorija rizika. Analiza rizika uključuje kvantifikaciju i upravljanje rizicima vezanim za osiguranje i finansije.

Ovo je samo deo poslova kojima se aktuari u osiguravajućim kompanijama bave. S obzirom da ovlašćeni aktuari daju i mišljenje na finansijske izveštaje i godišnji izveštaj o poslovanju društva za osiguranje moraju da budu upoznati sa svim aspektima poslovanja društva.

Brz razvoj računarske tehnologije omogućio je brz razvoj i primenu aktuarske matematike.

U svom poslovanju osiguravajuća društva zaključuju ugovore o osiguranju sa fizičkim i pravnim licima. Predmet osiguranja može biti različit, osiguravajuća društva zaključene ugovore o osiguranju evidentiraju po vrstama osiguranja. U koliko se ostvari osigurani slučaj, osiguranik pretrpi štetu i prijavi je osiguravajućoj kompaniji, sprovodi se procena štete i na osnovu nje rezerviše se adekvatan iznos. Međutim, često se dešava da šteta nastane, ali se ona odmah zvanično ne prijavi na naplatu osiguravajućem društvu iz raznih razloga (bolest

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Ralević, red. prof.

ili neka druga okolnost). Sve to utiče da osiguravajuća kompanija ima sledeće vrste šteta:

- Rešene štete i likvidirane štete, nastale štete koje su prijavljene i isplaćene
- RBNS (Reported But Not Settled), nastale i prijavljene štete koje još nisu isplaćene
- IBNR (Incurred But Not Reported), nastale štete koje nisu prijavljene
- IBNER (Incurred But Not Enough Reported), nedovoljno rezervisane prijavljene štete
- Ponovo otvorene rešene štete, dešava se da se rešene štete ponovo razmatraju ili bi mogle biti razmatrane u narednom periodu (reaktivirane štete), te se traži njihova revizija i isplata dodatnog iznosa što uvećava rashod društva.

RBNS, IBNR, IBNER i štete koje bi mogle biti reaktivirane u narednom periodu se smatraju rezervama za nastale neprijavljene štete i iskazuju se objedinjeno. Pored toga aktuari utvrđuju i rezerve za troškove u vezi sa rešavanjem i isplatom šteta. Ukupno rezervisane štete čini suma RBNS, (rezerva za nastale neprijavljene štete) i rezerve za troškove.

Aktuar sve to mora imati u vidu i što tačnije i realnije izvršiti obračun iznosa koji je dovoljan i adekvatan da pokrije sve te štete.

Aktuar je zaposlen u osiguravajućem društvu ali prilikom obavljanja svojih poslova mora da zadovolji interese obe ugovorne strane i osiguravajuće društvo i osiguranika. On uspostavlja ravnotežu između odštetnih zahteva osiguranika i finansijskih mogućnosti kompanije.

3. REZERVE OSIGURAVAJUĆEG DRUŠTVA

Da bi osiguravajuća kompanija na vreme i u visini odštetnog zahteva izvršila isplatu štete osiguraniku i tako ispunila svoju primarnu obavezu, mora imati rezervisana novčana sredstva, tj. sredstva koja su unapred obračunata i izdvojena za tu namenu. Rezerve za isplatu šteta iz osiguranja se obračunavaju po matematičkim modelima. Gleda se da ta sredstva budu dovoljna za sve buduće obaveze ali i da se prilikom isplata ne ugrozi solventnost tj. platežna sposobnost osiguravača na duži rok.

Osiguravajuće društvo koje obavlja poslove neživotnog osiguranja, dužno je da utvrdi tehničke rezerve za:

1. Prenosne premije
2. Rezerve za neistekle rizike
3. Rezervisane štete
4. Rezerve za bonuse i popuste.

3.1 Prenosne premije

Ugovor o osiguranju se zaključuje tokom cele godine i najčešće važi 12 meseci od datuma zaključenja ugovora.

Obavezno izveštavanje osiguravajućih društava, je najčešće na kvartalnom nivou. U izveštajima treba prikazati tačan rezultat poslovanja tekuće godine,

odnosno perioda (prihode i rashode), i da bi to postigla osiguravajuća kompanija premije po zaključenim ugovorima mora razgraničiti na premije koje se odnose na tekući period/godinu (zarađene) od premija koje će se odnositi na narednu poslovnu godinu, odnosno period.

Iznos prenosne premije se izračunava proporcionalno vremenu po sledećoj formuli:

$$PP_i = P_i \frac{n_i - m_i}{n_i}$$

gde su:

P_i - fakturisana bruto premija po i -tom ugovoru o osiguranju

n_i - ukupan broj dana trajanja i -tog ugovora o osiguranju

m_i - broj dana od početka trajanja i -tog ugovora o osiguranju nakon dana bilansiranja.

3.2. Rezerve za neistekle rizike

Rezerve za neistekle rizike se obrazuju u iznosu iznad rezervi za prenosne premije za pokriće obaveza iz osiguranja koje nastaju u narednom periodu a po ugovorima iz tekućeg perioda.

3.3. Rezervisane štete

Rezervisane štete su vrsta tehničkih rezervi i predstavljaju procenjeni iznos obaveza društva za osiguranje:

- za nastale prijavljene, a nerešene štete - RBNS, kao i za
 - nastale neprijavljene štete - IBNR
- u tekućem periodu.

3.4. Rezerve za izravnaje rizika

Rezerve za izravnaje rizika su vrsta tehničkih rezervi koje se mogu obrazovati posebno za svaku vrstu neživotnih osiguranja, ali je obavezno za vrstu osiguranja kredita prema domaćoj regulativi i koriste se za vremensko izravnaje toka šteta.

4. CHAIN LADDER METODA

U praksi osiguravajuće kompanije najčešće koriste Chain-Ladder metodu za vrste osiguranja kojima se ovaj rad bavi. Ovaj metod je relativno lagan za primenu jer za njegovo korišćenje nije potreban stručni softver, dovoljan je Microsoft Excel. Chain-Ladder metod je jedan od najstarijih i koristi lančane indekse za projektovanje budućih šteta. Procena rezervi se sprovodi korišćenjem razvojnih faktora. Isplata odštetnih zahteva u budućnosti mogu se projektovati praćenjem i analizom prethodnih iskustava.

Svaki metod pa i ovaj se zasniva na pretpostavkama:

- Uzima se određeni broj godina (najčešće 5 i više) koji predstavlja dovoljan period za razvoj šteta

- Poznati podaci koje koristimo iz prošlosti odnose se na nastale i isplaćene štete, i oni formiraju trougao u tabeli. Pretpostavlja se da će se buduće štete dogoditi u istom obimu kao i u prošlosti i da ćemo na taj način adekvatno utvrditi rezerve.

U radu će biti prikazana praktična primena Chain-Ladder metode korišćenjem podataka jednog osiguravajućeg društva, tako da će svaki korak algoritma biti potkrepljen numeričkim primerom. Poznati su podaci o nastalim štetama jednog osiguravača u periodu od 2015. do 2022. godine (8 godina šteta, znači $n = 8$). Iz ovoga sledi da je $n-1$, broj godina praćenja šteta ($8-1=7$), a to znači da je potrebno 7 godina da se isplate svi zahtevi za odštetu nastali u jednoj kalendarskoj godini.

Za štete koje su nastale i prijavljene (RBNS) tačno se zna iznos štete po odštetnom zahtevu i one se mogu isplatiti u kratkom roku, ukoliko nisu sudske štete.

Za štete koje su nastale ali još nisu prijavljene ne zna se tačan iznos po konkretnom odštetnom zahtevu jer on još nije ni podnet pa se zbog toga ne može vršiti plaćanje u kratkom roku i to može potrajati i nekoliko godina. Štete sa dugim repom (eng. *long-tail claims*) su štete koje zahtevaju dugo vreme između događaja koji uzrokuje štetu i konačnog izmirenja ili isplate te štete. Ove vrste šteta su izazov za osiguravajuće kompanije, jer otežavaju preciznu procenu potrebnih rezervacija zbog njihovog dugotrajnog i često nepredvidivog razvoja. Štete sa dugim repom se najčešće javljaju kod osiguranja motornih vozila i osiguranja autoodgovornosti.

Prvi korak jeste prikupljanje istorijskih podataka o štetama za svaku godinu nastanka kroz niz vremenskih perioda. Ovi podaci se obično organizuju u obliku trougaone matrice kao što je prikazano u tabeli 1.

Godina štete:	Razvojna godina							
	0	1	2	3	4	5	6	7
2015	268,790,179	139,611,092	28,668,249	26,037,434	16,141,601	8,945,022	29,329,043	8,226,855
2016	304,411,716	134,500,431	29,624,293	21,264,984	11,188,333	9,056,801	5,855,335	
2017	343,342,836	155,451,128	31,161,133	53,748,142	21,825,875	17,929,107		
2018	384,551,474	169,575,995	34,511,644	19,132,555	10,242,922			
2019	361,665,956	185,310,374	42,463,486	19,352,063				
2020	405,596,858	195,648,644	26,245,090					
2021	477,475,804	224,300,302						
2022	506,717,984							

Tabela 1: Plaćanja zahteva za odštetu tokom razvojnih godina (u RSD)

U datoj tabeli vidi se da je gornji trougao ispunjen poznatim podacima, cilj ove metode je da se tabela dopuni podacima do punog kvadrata tj. da se popuni i donji trougao. Donji trougao u tabeli će se popuniti podacima koje ćemo izračunati pomoću Chain-Ladder metode i poznatih podataka iz prošlosti koji se nalaze u gornjem delu tabele i tako ćemo dobiti iznose očekivanih budućih plaćanja u narednim kalendarskim godinama, a one predstavljaju odgovarajuće iznose rezervi.

Sledeći korak kod ove metode jeste zbrajanje inkrementalnih iznosa plaćenih šteta po svakoj godini nastanka šteta do odgovarajuće razvojne godine i tako dobijamo trougao sa kumulativnim iznosima rešenih šteta, tabela 2.

U tabeli 2. prikazani su kumulativni iznosi rešenih šteta D_{ij} , koji se dobijaju sabiranjem vrednosti plaćenih naknada iz svih prethodnih razvojnih godina:

$$D_{ij} = \sum_{k=0}^j C_{ik}, \quad i = 1, \dots, n$$

Godina štete:	Razvojna godina							
	0	1	2	3	4	5	6	7
2015	268,790,179	408,401,271	437,069,520	463,126,954	479,268,555	488,213,577	517,542,620	525,769,475
2016	304,411,716	438,912,147	468,536,440	489,801,424	500,989,757	510,046,558	515,901,893	
2017	343,342,836	498,793,964	529,955,097	583,703,239	605,529,114	623,458,221		
2018	384,551,474	554,127,469	588,639,113	607,771,668	618,014,590			
2019	361,665,956	546,976,330	589,439,816	608,791,879				
2020	405,596,858	601,245,502	627,490,592					
2021	477,475,804	701,776,106						
2022	506,717,984							

Tabela 2: Plaćanja tokom razvojnih godina – kumulativni oblik

Iz podataka u ovom obliku mogu se dobiti količnici isplata koji označavaju odnos isplaćenih zahteva za dve uzastopne godine, odnosno koeficijent porasta rešenih šteta:

$$B_{ij} = \frac{D_{ij}}{D_{i,j-1}}, \quad i = 1, \dots, n-1; \quad j = 1, \dots, -i$$

Godina štete:	Količnici						
	1/0	2/1	3/2	4/3	5/4	6/5	7/6
2015	1.519405	1.070196	1.059619	1.034854	1.018664	1.060074	1.015896
2016	1.441837	1.067495	1.045386	1.022843	1.018078	1.011480	
2017	1.452758	1.062473	1.101420	1.037392	1.029609		
2018	1.440971	1.062281	1.032503	1.016853			
2019	1.512380	1.077633	1.032831				
2020	1.482372	1.043651					
2021	1.469763						

Tabela 3: Količnici isplata

Kod metode Chain Ladder važno je utvrditi razvojne faktore, a njih dobijamo koristeći izračunate količnike plaćenih šteta. Razvojni faktori nam pomažu da utvrdimo buduća plaćanja za štete tj. iznos rezervi.

Godina štete:	Razvojna godina						
	1	2	3	4	5	6	7
2015							
2016							524,102,669
2017						645,763,750	656,028,811
2018					631,683,159	654,282,953	664,683,435
2019				625,829,135	639,670,538	662,556,097	673,088,089
2020			661,595,832	680,110,826	695,152,772	720,023,325	731,468,816
2021		746,658,131	787,240,341	809,271,541	827,170,122	856,763,873	870,382,992
2022	747,009,884	794,784,831	837,982,814	861,434,060	880,486,314	911,987,564	926,484,518

Godina štete:	Očekivana ukupna plaćanja	Isplate do 2023. godine	Očekivana buduća plaćanja (rezerve)
2015	525,769,475	525,769,475	0
2016	524,102,669	515,901,893	8,200,776
2017	656,028,811	623,458,221	32,570,590
2018	664,683,435	618,014,590	46,668,845
2019	673,088,089	608,791,879	64,296,210
2020	731,468,816	627,490,592	103,978,224
2021	870,382,992	701,776,106	168,606,886
2022	926,484,518	506,717,984	419,766,534
Ukupno	5,572,008,805	4,727,920,740	844,088,065

Tabela 4: Izračunate rezerve

Posmatramo poslednje tri kolone u tabeli 4, Izračunate rezerve. U prvoj koloni (Očekivana ukupna plaćanja) su prikazane vrednosti očekivanih ukupnih budućih plaćanja za svaku godinu nastanka štete posebno. To su vrednosti dobijene Chain-Ladder metodom, i predstavljaju predviđene vrednosti isplata za sve zahteve za naknadu šteta koje su se dogodile u istoj godini štete, a ukupan

iznos kolone (5,572,008,805) predstavlja ukupne rezerve za posmatrani period od 2015. do 2022.

U drugoj koloni su prikazane vrednosti isplata do 2023. godine, one su nam poznate i već su isplaćene, nalaze se na dijagonali gornjeg trougla i one su nam poslužile pri izračunavanju podataka za donji trougao, a to predstavlja buduće rezerve.

Treća kolona predstavlja razliku prve dve kolone i u njoj se nalaze vrednosti očekivanih budućih plaćanja za svaku godinu nastanka štete posebno. U ovoj koloni je prikazan ukupan, kumulativni zbir očekivanih budućih plaćanja za sve godine posmatranog perioda (844,088,065).

5. BORNHUETTER FERGUSONOV METOD

Bornhuetter-Fergusonov metod se takođe koristi za utvrđivanje rezervi za IBNR šteta. Umesto oslanjanja isključivo na istorijske podatke, ova metoda koristi unapred određenu procenu očekivanih šteta (a priori estimate). Model koristi merodavnu premiju i racio šteta koji procenjuje aktuar. Model omogućava stabilniju procenu rezervacija, posebno u situacijama kada su istorijski podaci o štetama oskudni ili veoma promenljivi. Ona kombinuje istorijske podatke sa stručnom procenom aktuara, i na taj način se smanjuje rizik od prekomernih fluktuacija u procenama rezervacija. Iz tog razloga, metoda se koristi prilikom sprovođenja testa adekvatnosti rezervacija, odnosno ukoliko ova metoda pokaže potrebu za višim rezervacijama od onih utvrđenih Chain Ladder metodom, onda će osiguravajuće društvo rezervisati iznos koji se izračunat Bornhuetter Fergusonovom metodom. Ovu tehniku su kreirali dva aktuara, Bornhuetter i Ferguson, a prvi put je predstavljena 1972. godine.

Aktuari u svom radu teže da tehnike obračuna rezervi unaprede i usavrše kako bi dobili što bolji i tačniji rezultat.

Ova metoda prilikom utvrđivanja visine iznosa rezervi uključuje stručno mišljenje aktuara i poznate informacije o tržištu osiguranja.

6. ZAKLJUČAK

Danas na putevima Srbije cirkuliše veliki broj automobila, njihova vrednost nije mala, a to je imovina koja je stalno u pokretu i koja je svakodnevno izložena raznim rizicima. Vlasnici zaključuju ugovor o osiguranju automobila po dva osnova, obavezno osiguranje automobila (osiguranje od autoodgovornosti) i dobrovoljno kasko osiguranje.

Obaveza osiguranika jeste da plaća cenu osiguranja, premije. Od uplaćenih premija formira se fond osiguravajuće kompanije. Sva prikupljena sredstva u fondu ne pripadaju u celosti osiguravajućoj kompaniji. Deo sredstava iz fonda služi za izmirenje režijskih troškova, a drugi deo se koristi za plaćanja po odštetnim zahtevima koje podnose osiguranici kada im se desi osigurani slučaj.

Osiguravaču nikada nije poznato kada će se desiti osigurani slučaj, ne zna ni vreme ni iznos štete koju će trebati da nadoknati po odštetnom zahtevu, sve to je neizvesno i vezano za budućnost.

Aktuari u osiguravajućim kompanijama predviđaju buduće rezerve za naknade šteta koristeći znanja aktuarske matematike i njene matematičke modele. Modeli koriste statističke podatke i na osnovu njih izračunavaju buduće iznose rezervi.

Našim propisima je, između ostalih metoda, dozvoljena primena Chain Ladder metode i Bornhuetter-Fergusonove metode. Prikazana Chain Ladder metoda je relativno jednostavna za razumevanje i primenu i može se koristiti za različite vrste osiguranja i vrste šteta. Međutim, njena preciznost zavisi od kvaliteta i stabilnosti istorijskih podataka, te pretpostavki o kontinuitetu prošlih obrazaca razvoja šteta, promenama u osiguravajućoj politici i tržišnim uslovima ili regulativi što može uticati na buduće štete. Zbog toga aktuari imaju bitnu i aktivnu ulogu prilikom primene ove metode.

Osiguranje je dinamičan i složen posao, koji zahteva dosta znanja, veština i rada. Razvoj nauke, tehnike, veštačka inteligencija u mnogome će doprineti da se modeli za izračunavanje dovoljnih rezervi za pokriće budućih šteta usavrše i da daju brže, bolje i tačnije rezultate jer će oni biti u mogućnosti da istovremeno posmatraju više bitnih faktora.

7. LITERATURA

- [1] Marija R. Jovović, Merenje rizika pri utvrđivanju solventnosti neživotnih osiguravača, doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2015,
- [2] Zlata I. Đurić, Matematičko-statističke metode i modeli formiranja tehničkih rezervi u neživotnom osiguranju. Doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, 2015.
- [3] Ingrid Langfeldt Gould, Stochastic chain-ladder models in nonlife insurance, Dissertation for the degree master of statistics in insurance mathematics and finance, University of Bergen, 2008.
- [4] Miloš Bubnjević, Modeli računanja tehničkih rezervi u aktuarstvu, master rad, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2015.
- [5] Branko Pavlović, Adekvatnost rezervacije obaveza za štete (Run off analiza), Institut za osiguranje i aktuarstvo Beograd, 2010.
- [6] Željko Vojinović, Nebojša Žarković, Osiguranje, Subotica, 2016.

Kratka biografija:



Marija Katanski (rod. Vujaković) rođena je u Novom Sadu 1991. godine. Završila je osnovne studije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu, studijski program primenjena matematika smer matematika finansija.



КОНВЕКСНА ОПТИМИЗАЦИЈА И ПРИМЕНЕ CONVEX OPTIMIZATION AND APPLICATIONS

Исидора Бикички Хромиш, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАТЕМАТИКА У ТЕХНИЦИ

Кратак садржај – У овом раду је обрађена конвексна оптимизација и њене примене. Представљене су основне дефиниције и теореме конвексних скупова и функција. Приказана је историјска подлога за увођење и примену конвексне оптимизације, као и њене примене у финансијама, статистици и фитовању функција.

Кључне речи: Конвексни скупови, конвексне функције, нелинеарно програмирање, конвексна оптимизација.

Abstract – This paper covers convex optimization and applications. Definitions and theorems related to convex sets and functions are presented. Historical background for the introduction and application of convex optimization in finance, statistics and function fitting is also provided.

Keywords: Convex sets, convex functions, nonlinear programming, convex optimization.

1. УВОД

У овом раду биће речи о конвексној оптимизацији, математичкој области која се бави решавањем специјалне класе проблема оптимизације. Иако се конвексна оптимизација проучава годинама, неколико новијих достигнућа подстакло је ново интересовање јер се испоставило да су проблеми конвексне оптимизације присутнији у пракси него што се раније мислило. Методе конвексне оптимизације примењују се како у разним научним дисциплинама, тако и у индустрији и инжењерству.

Математичка оптимизација (или само оптимизација) или математичко програмирање је област математике која се бави одабиром најбољег елемента из неког скупа допустивих решења узимајући у обзир одређене критеријуме.

Проблеми оптимизације јављају се у свим квантитативним дисциплинама, од рачунарских наука и инжењерства до истраживања процеса и економије. Развој метода за решавање ових практичних проблема представља значајан интерес за употребу и развој бројних математичких алата.

Бројни научници дали су значајан допринос развоју математичке оптимизације. Фермат и Лагранж су пронашли формуле базиране на рачуну за идентификацију оптимума, док су Њутн и Гаус предложили итеративне методе за приближавање оптимуму. Израз „линеарно програмирање“ за

одређене оптимизацијске случајеве повезан је са Џорџом Б. Данцигом, иако је већи део теорије представио Леонид Канторович 1939. године. Данциг је објавио Simplex алгоритам 1947. године, а такође су на теоријским аспектима линеарног програмирања радили и Њуман и други истраживачи, као што је теорија дуалности. Програмирање се у овом контексту не односи на рачунарско програмирање, већ долази од појма програма од стране америчке војске за предложене распореде обуке и логистике, што су били проблеми које је Данциг проучавао тада.

2. О НЕЛИНЕАРНОМ ПРОГРАМИРАЊУ

Операциона истраживања су посебна област која се бави проучавањем сложености система. Постављање математичког проблема који описује тај систем је први корак у решавању реалног проблема. Он се састоји у представљању стварности помоћу прецизно дефинисаних математичких израза. За решавање проблема операционих истраживања користе се технике математичке оптимизације. Сваки оптимизациони проблем има општи циљ и захтеве који морају бити испуњени. Углавном има више могућих опција, а приликом одабира праве опције и циљ и ограничења треба да буду задовољени. Функција циља је функција која описује извршење задатка. Параметри су коефицијенти у функцијама циља и ограничењима. Скуп ограничења подразумева: ограничења типа неједнакости, ограничења типа једнакости, као и опсег оптимизационих променљивих (алгебарске једначине и неједначине). Допустиво решење је свако решење које задовољава постојећа ограничења.

Уколико један оптимизациони проблем има више допустивих решења (што је могуће), она формирају скуп допустивих решења или скуп могућих решења. Оптимално решење је оно допустиво решење у коме функција циља достиже минимум или максимум. Вредност функције циља која одговара оптималном решењу је оптимална вредност или оптимум.

2.1. Проблем математичке оптимизације

Како је проблем одређивања максимума дате функције f на неком скупу еквивалентан одређивању минимума функције $-f$ на том скупу, без губитка општости, у даљем излагању посматрамо само проблеме минимизације функције. Проблем линеарног програмирања је дат у облику

$$\begin{aligned} & \min f_0(x) \\ & f_i(x) \leq b_i, i \in \{1, 2, \dots, m\}. \end{aligned}$$

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Срђан Милићевић.

Ако оптимизациони проблем није линеаран, онда је то проблем нелинеарног програмирања. Оптимизациони проблем где су функције циља и ограничења конвексне функције је проблем конвексне оптимизације.

2.2 Проблем нелинеарног програмирања без ограничења

Деф: Посматрајмо функцију $f : D \rightarrow \mathbb{R}$, где је $D \subseteq \mathbb{R}^n$ и тачку $M_0(x_0) \in D$. Ако постоји околина Ω тачке M_0 таква да је

$$\Delta f(x_0) = f(x) - f(x_0) \leq 0, \forall x \in \Omega,$$

кажемо да у тачки M_0 функција f има локални максимум.

Ако за сваку тачку $x \in \Omega$ важи

$$\Delta f(x_0) = f(x) - f(x_0) \geq 0,$$

кажемо да функција f у M_0 има локални минимум. Локални максимум и локални минимум су локални екстреми функције f .

Ако су неједнакости строге, говоримо о строгим локалним екстремима.

Деф: Нека је функција $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ диференцијабилна у тачки x^* . Ако је x^* локални минимум функције f , онда важи $\nabla f(x^*) = 0$.

2.3 Проблем нелинеарног програмирања са ограничењима

Ограничења нашег проблема формирају допустив скуп $S \subseteq \mathbb{R}^n$. Зато наш проблем можемо да посматрамо у облику:

$$\min f(x), x \in S.$$

Постоје два различита приступа приликом решавања проблема са ограничењима. Први је да се одреде оптималне вредности уз елиминацију променљивих, а други је трансформација проблема тако да се функције ограничења убаце у функцију циља и новопостављени проблем се решава као проблем без ограничења.

Основна идеја методе елиминације је да се изразе променљиве из система једначина који формирају ограничења да би се елиминисало онолико променљивих колико има ограничења. Када функције ограничења нису линеарне, дати метод се у општем случају не може применити.

Код друге методе формира се најпре Лагранжова функција па се преко ње врши оптимизација.

Деф: Функција Лагранжа дефинише се на следећи начин:

$$L(x, \lambda) = f(x) + \sum_{k=1}^m \lambda_k g_k,$$

где су λ_k Лагранжови множитељи.

3. КОНВЕКСНИ СКУПОВИ

3.1 Особине и дефиниције

Деф: Скуп је конвексан ако дуж која спаја било које две тачке из тог скупа остаје у том скупу.

Деф: Скуп S је конвексан ако и само ако било која конвексна комбинација тачака из S такође припада S .

Конвексни омотач скупа S је најмањи конвексни скуп који садржи скуп S .

3.2 Операције које чувају конвексност

Неке основне операције које чувају конвексност су: пресек, збир скупова и перспективна трансформација. За разлику од пресека, унија два конвексна скупа не мора бити конвексан скуп.

4. КОНВЕКСНЕ ФУНКЦИЈЕ

Деф: Нека је $f : S \rightarrow \mathbb{R}$, где је S непразан конвексан скуп из \mathbb{R}^n . Кажемо да је функција f конвексна на S , ако је за

$$f(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \leq \lambda f(x_1) + (1 - \lambda)f(x_2),$$

за произвољне $x_1, x_2 \in S$ и $\lambda \in [0, 1]$. У случају строге неједнакости имамо строго конвексну функцију.

Деф: Епиграф функције $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ је скуп тачака

$$\text{epi}(f) = \{(x, y) \in \mathbb{R}^n \times \mathbb{R} : y \geq f(x)\}.$$

Лема: Функција f је конвексна на \mathbb{R}^n ако и само ако је скуп $\text{epi}(f)$ конвексан.

4.1. Критеријуми конвексности

Теорема: Функција f је конвексна на домену $D(f) \subseteq \mathbb{R}^n$

ако и само ако је функција g дефинисана са

$$g(t) = f(x + tv), x \in \mathbb{R}^n,$$

конвексна над доменом $D(g) = \{t \in \mathbb{R} : x + tv \in D(f)\}$.

Теорема: Нека је функција f диференцијабилна функција на домену $D(f) \subseteq \mathbb{R}^n$. Функција f је конвексна на $D(f)$ ако и само ако је $D(f)$ конвексан скуп и ако је за све $x, y \in D(f)$ важи

$$f(y) \geq f(x) + \nabla f(x)^T(y - x).$$

Теорема: Нека је f два пута диференцијабилна над доменом $D(f)$. Функција f је конвексна на $D(f)$ ако и само ако је $D(f)$ конвексан скуп и ако је његова матрица Хесијана позитивно семидефинитна, тј.

$$H(x) = \nabla^2 f(x) \geq 0.$$

4.2 Својства локалних екстрема конвексних функција

Деф: Посматрајмо функцију $f : D \rightarrow \mathbb{R}$, при чему $D \subseteq \mathbb{R}^n$ и тачку $M_0(x_0) \in D$. Ако је $f(x) \leq f(x_0), \forall x \in D$, кажемо да у тачки M_0 функција f има глобални максимум. Ако је $f(x) \geq f(x_0), \forall x \in D$, кажемо да функција f у M_0 има глобални минимум. Глобални максимум и глобални минимум су глобални екстреми функције f . Ако су неједнакости строге, говоримо о строгим глобалним екстремима.

Локални екстреми конвексних функција су истовремено и глобални екстреми тих функција.

4.3 Операције које очувају конвексност функција

Наводимо неке операције које могу представљати корисне алате за испитивање конвексности сложенијих функција користећи одговарајуће операције: ненегативна пондерисана сума, композиција са афиним пресликавањем, композиција са монотоним конвексношћу, максимум по тачкама, минимум преко конвексног скупа.

5. КОНВЕКСНА ОПТИМИЗАЦИЈА

Проблем конвексне оптимизације дат је у следећем облику

$$\min f_0(x)$$

$$f_i(x) \leq b_i, i \in \{1, 2, \dots, m\}$$

$$h_j(x) = 0, j \in \{1, 2, \dots, p\},$$

где су функције $f_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ конвексне на \mathbb{R}^n , тј. задовољавају услов

$$f_i(\alpha x + \beta y) \leq \alpha f_i(x) + \beta f_i(y),$$

за свако $x, y \in \mathbb{R}^n$ и за свако $\alpha, \beta \in \mathbb{R}$, где је $\alpha + \beta = 1, \alpha \geq 0, \beta \geq 0$, а h_j афина пресликавања.

5.1 Решење проблема конвексног програмирања

Метода унутрашње тачке је алгоритам који решава проблеме оптимизације тражећи оптималну тачку унутар подручја које задовољава све задате услове. Ова метода користи се за решавање и линеарних и нелинеарних оптимизационих проблема. За разлику од Simplex методе, која прелази преко врхова ограничења, метода унутрашње тачке се креће кроз унутрашњост скупа допустивих решења. Тражимо минимизацију функције циља.

5.2 Проблем конвексне оптимизације у стандардном облику

Један од облика проблема конвексног програмирања јесте:

$$\min f_0(x)$$

$$f_i(x) \leq 0, i \in \{1, 2, \dots, m\}$$

$$a_j^T x = b_j, j \in \{1, 2, \dots, p\},$$

где су $f_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ конвексне функције.

5.2.1 Проблем конкавне оптимизације

Ако проблему конвексног програмирања заменимо нотацију и запишемо као

$$\max f_0(x)$$

$$f_i(x) \leq 0, i \in \{1, 2, \dots, m\}$$

$$a_j^T x = b_j, j \in \{1, 2, \dots, p\},$$

добивамо проблем конкавне оптимизације.

5.2.2 Апстрактни облик проблема конвексне оптимизације

Понекад задати проблем није представљен у облику проблема конвексне оптимизације, али се еквивалентним трансформацијама може приказати да то буде. То је апстрактни облик и да бисмо га решили морамо да нађемо адекватан опис скупа.

5.3 Оптимални критеријум за диференцијабилну функцију циља

Теорема: Тачка x је оптимално решење проблема ако и само ако за све $u \in X$ важи

$$\nabla f_0(x)^T (y - x) \geq 0.$$

5.3.1 Проблеми без ограничења

За проблеме без ограничења (тј. проблеме где важи да је $m = p = 0$), услов из претходне теореме се преводи у познати потребан и довољан услов $\nabla f_0(x) = 0$, где је x оптимална тачка.

5.4 Еквивалентни конвексни проблеми

Опште трансформације које за резултат имају еквивалентне конвексне проблеме: замена променљивих, трансформације функције циља и функције ограничења, помоћне променљиве.

5.4.1 Елиминација једнакосних ограничења

Једнакосна ограничења морају бити линеарна, а она у овом случају могу бити елиминисана проналажењем партикуларног решења.

5.4.2 Увођење једнакосних променљивих

Можемо увести нове променљиве и једнакосна ограничења у проблем конвексне оптимизације.

5.4.3 Помоћне променљиве

Увођење помоћне променљиве за линеарне неједнакости очувава конвексност проблема.

5.4.4 Епиграфски облик конвексног проблема

Епиграфски облик проблема дат је у следећем облику

$$\min t$$

$$f_0(x) - t \leq 0$$

$$f_i(x) \leq 0, i \in \{1, 2, \dots, m\}$$

$$a_j^T x = b_j, j \in \{1, 2, \dots, p\}.$$

5.5 Квази-конвексна оптимизација

Код проблема квази конвексне оптимизације, неједнакосна ограничења су конвексне функције, а функција циља је квази-конвексна функција.

Можда и најважнија разлика између конвексне и квази-конвексне оптимизације је та што проблем квази- конвексне оптимизације може имати локално оптимално решење које није и (глобално) оптимално решење.

5.6 Проблем линеарне оптимизације

Када су функције циља и функције ограничења афине, проблем се зове линеаран.

5.7 Проблем квадратне оптимизације

Проблем конвексне оптимизације се зове проблем квадратне оптимизације када је функција циља конвексна и квадратна, а функције ограничења афине.

6. ПРИМЕНА КОНВЕКСНЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ

Конвексна оптимизација је моћан математички оквир са широким спектром примена у различитим дисциплинама и индустријским областима због својих повољних особина, као што су јединственост глобалног минимума/максимума, ефикасни алгоритми решавања, теоријске гаранције конвергенције и оптималности.

6.1 Примена конвексне оптимизације у финансијама

Проблем конвексне оптимизације се примењује у финансијама, због своје способности да ефикасно решава сложене проблеме расподеле ресурса или оптимизације под неким ограничењима.

6.1.1 Управљање финансијским ризицима

У контексту ризика везаних за насумичне новчане токове, конвексност одговара темељном начелу диверсификације. Оно је основно својство прорачунских ограничења и у класичним линеарним

моделима и у реалистичнијим моделима са трошковима трансакција и ограничењима.

6.1.2 Оптимизација портфолиа

Конвексна оптимизација има значајну примену у оптимизацији портфолија због својих својстава и могућности решавања проблема са одређеним ограничењима и циљевима.

6.2 Примена конвексне оптимизације у статистици

Конвексна оптимизација има значајну улогу у теорији процене и закључивања за моделе из фамилије експоненцијалних расподела, у експерименталном дизајну, у основама Њуман-Пирсон леме, итд. У раду је приказана примена на Lasso и Ridge регресију.

Lasso регресија спада у проблеме квадратног програмирања, који се најбоље решавају софтвером. За минимизацију грешке користи се L1 регуларизација.

Циљ Ridge регресије је минимизирати функцију грешке користећи L2 регуларизацију.

6.3 Примена конвексне оптимизације у фитовању функција

Тражимо функцију која ће неке задате тачке интерполирати са што мањом грешком, а једна од метода је фитовање помоћу најмањих квадрата.

7. ЗАКЉУЧАК

Постоје велике предности у препознавању или формулисању практичних проблема као проблема конвексне оптимизације јер се бројни теоријски резултати могу применити на проблеме представљене преко конвексних функција. Најосновнија предност је та што се у том случају проблем може решити веома поуздано и ефикасно коришћењем разних метода које су специфичне за конвексну оптимизацију.

Већина алгоритама је конструисана тако да се тражи локални минимум/максимум функције. Коришћењем најважнијег својства конвексне оптимизације, ако смо пронашли тачку која је локални екстрем, та иста тачка је уједно и глобални екстрем за дати проблем. Стога, може се користити било које добијено локално решење као оптимално, пошто знамо да не постоји друго решење које даје бољу вредност функције циља.

Примена конвексне оптимизације је широка, од машинског учења и операционих истраживања до економије. Од суштинског значаја је то што је она брза и ефикасна. Конвексна оптимизација ће ускоро пронаћи примену и у интеграцијама са новим технологијама попут дубоког учења или квантних рачунара. Због тога је она кључна за савремене технологије и истраживања, а њен даљи напредак ће допринети решавању будућих сложених проблема.

8. ЛИТЕРАТУРА

[1] Boyd S, Vandenberghe L. Convex Optimization, Cambridge University Press, New York, 2004.

[2] Матијевић Ј. Конвексно програмирање и примене - мастер рад, Природно-математички факултет, Нови Сад, 2020.

[3] Ралевић Н. Оптимизационе методе, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2021.

[4] Pennanen T. Convex duality in stochastic programming and mathematical finance, Institute of Mathematics, Aalto University, Aalto, 2018

[5] Pennanen T. Introduction to convex optimization in financial markets, Department of Mathematics, King's College London, London, 2012.

[6] Simonetto A. Smooth Strongly Convex Regression, IBM Research Ireland, Dublin, 2020.

[7] Стојановић В. Математичко програмирање, Природно-математички факултет, Косовска Митровица, 2012.

Кратка биографија



Исидора Бикићки рођена је у Врбасу 1998. године. Основне академске студије завршила је на Природно-математичком факултету у Новом Саду 2022. године, а све испите предвиђене планом и програмом на смеру Математика у техници на Факултету техничких наука у Новом Саду положила је 2024. године и тиме стекла право на одбрану овог мастер рада.



РАЗВОЈ И ФУНКЦИОНИСАЊЕ ГЕОПОРТАЛА У ЗАТВОРЕНОЈ РАЧУНАРСКОЈ МРЕЖИ НА ПРИМЕРУ ГЕОПОРТАЛА ВГИ

DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF GEOPORTAL IN A CLOSED COMPUTER NETWORK ON THE EXAMPLE OF THE GEOPORTAL OF THE MGI

Ђорђе Ђермановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОИНФОРМАТИКА

Кратак садржај – Циљ овог рада је анализа и представљање неопходних поступака рада у омогућавању несметане експлоатације свих функционалности геопортала у затвореној мрежи, без приступа интернету, на примеру геопортала Војногеографског института (ВГИ). Акцент је на развоју геопортала кроз трослојну архитектуру: слој података, сервисни слој и кориснички слој.

Кључне речи: Геопортали, Сервисно оријентисана архитектура, Геопросторни сервиси

Abstract – The goal of this work is to analyze and present the necessary work procedures in enabling the smooth exploitation of all functionalities of the geoportals in a closed network, without internet access, on the example of the geoportals of the Military Geographical Institute (MGI). The emphasis is on the development of geoportals through a three-layer architecture: data layer, service layer and user layer.

Keywords: Geoportals, Service oriented architecture, Geospatial services

1. УВОД

О значају геопросторних информација за доношење различитих одлука које се тичу питања безбедности и одбране, могло би се разматрати на више различитих нивоа. Да ли су у питању одлучивања на тактичком, оперативном или стратегијском нивоу, удео географских информација у свеукупним расположивим информацијама је висок. Како је циљ омогућити расположивост геопросторних података и различитих просторних анализа самом кориснику од кога се не захтева да буде обучен за коришћење специјализованих ГИС софтвера, било је потребно пронаћи начин за реализацију наведене идеје. Војногеографски институт- „Генерал Стеван Бошковић“ (ВГИ) представља једину установу оваквог типа у држави са задатком обезбеђења система одбране геопросторним подацима који се односе на територију Републике Србије.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Дубравка Сладић, ванр. проф.

Како ВГИ располаже великим бројем геопросторних информација у различитим форматима, јавила се потреба за адекватном интерпретацијом тих података пратећи актуелне трендове.

Увиђено је да би модел сервисно оријентисане архитектуре уз геопортал испунио захтеване потребе, како запослених на самом институту, тако и целокупног система одбране. Управо имплементација овог модела у затвореној мрежи без приступа интернету и свим онлајн изворима података и сервиса у циљу заштите сопствених података, била је велики изазов. Софтверска платформа која обухвата сервер са могућношћу извршавања просторних сервиса, као и геопортал за презентацију садржаја је купљена од стране компаније *ESRI*, након чега је било потребно извршити додатна подешавања, с обзиром да је софтвер примарно креиран за извршавање уз приступ интернету. Управо су специфичности које се односе на развој и подешавања сервиса и геопортала ВГИ-а обрађене у овом раду са циљем омогућавања несметаног функционисања целокупног дистрибуираног система.

2. ГЕОПОРТАЛИ И СЕРВИСНО ОРИЈЕНТИСАНА АРХИТЕКТУРА

Термин портал се дефинише као веб сајт или страница на интернету која омогућава корисницима или посебној групи корисника, који су заинтересовани за одређени предмет, да добију корисне информације и да пронађу друге веб сајтове. Уколико се овом термину придружи префикс гео, добија се појам геопортал који је потребно дефинисати уже од термина портал. Геопортал је веб сајт који представља приступну тачку географском садржају на вебу, или простије речено, веб сајт где се може претраживати географски садржај [1]. Као што се може закључити из саме дефиниције геопортала, основна улога јесте да омогући приступ географским подацима који могу бити представљени путем различитих врста сервиса. Кориснички интерфејс геопортала омогућава претрагу сервиса, као и опис садржаја сваког од њих. Апликација која пружа кориснички интерфејс је повезана са сервером који садржи скуп сервиса за управљање метаподацима, мапирање, геокодирање, преузимање података, итд. Овај сервер преузима податке са другог (или истог) сервера који садржи систем за управљање базама података [2]. Сервисно оријентисана архитектура (СОА) је дистрибуирана рачунарска архитектура базирана на слабо

спрегутим интеракцијама сервиса у којој модел интеракције сервиса приказује интеракцију између различитих агената за публикување, проналажење и се састоје од скупа операција, доступних кроз интерфејсе, које омогућавају клијентима да изазову понашање које корисник жели. Клијенти могу да позову сервисе преко мреже користећи стандардизоване протоколе независно од језика, објектног модела или платформе на којој су сервиси или клијент инсталирани [2]. Када се генерално говори о сервисно оријентисаној архитектури, разликују се три основна ентитета на којима се она базира [3]:

- *Service provider* (достављач сервиса);
- *Service requestor* (подносилац захтева);
- *Service broker* (посредник).

Сваки од ентитета је носилац кључне улоге у функционисању сервисно оријентисане архитектуре. *Service Provider* је онај ентитет чија је улога омогућавање сервиса, док је *Service Requestor* ентитет који жели да користи сервис. У циљу проналажења жељеног сервиса и омогућавања видљивости између претходна два ентитета, неопходно је да негде постоји опис сваког појединачног сервиса и за овај сегмент је задужен *Service Broker*.

3. ОРГАНИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ-ПОТРЕБА ЗА ГЕОПОРТАЛОМ И СЕРВИСНО ОРИЈЕНТИСАНОМ АРХИТЕКТУРОМ

Војногеографски институт је задужен за послове геотопографског обезбеђења и израде геотопографског материјала за потребе система одбране. Геотопографско обезбеђење обухвата мере, поступке и активности усмерене на правовремено прикупљање, обраду, израду и достављање података о Земљи, земљишту и водама копна и мора, потребних за припрему, планирање и праћење извођења борбених дејстава [4]. У циљу извршавања додељених задатака, на институту се константно ради на различитим пројектима од којих је тренутно најзначајнији пројекат израде Дигиталне топографске карте у размери 1:25000 (ДТК25). Целокупан процес продукције ДТК25 је дигитализован и састоји се из неколико фаза. Сервисно оријентисана архитектура је пронашла значајну примену у оквиру већине фаза овог процеса. Како су основни извори за картирање ДТК25 аерфотограметријски снимци, сателитски снимци и претходна издања топографских карата, било је потребно омогућити извршиоцима адекватан приступ овим подацима. Због изузетних меморијских захтева и смањених перформанси у случају учитавања сирових података у софтвере приликом картирања, разматран је други приступ који подразумева имплементацију сервисно оријентисане архитектуре путем експлоатације просторних сервиса. Распоживи подаци који су релевантни за процес израде ДТК25 су публикувани путем различитих врста просторних сервиса. Приликом картирања, сваки од извршиоца у свој пројекат, уместо сирових података, учитава просторни сервис на основу кога се врши картирање. На овај начин корисник нема директан приступ самим подацима, те је омогућена и

повезивање сервиса [2]. Сервиси геопросторних података се могу дефинисати као модуларне апликације које саме себе садржавају и описују и које конзистентност коришћених података. Такође, омогућено је и публикување векторских података из централне геопросторне базе ДТК25 у циљу контроле картираног садржаја од стране коректора. Публиковани сервиси су искоришћени за креирање различитих веб мапа и апликација којима је могуће приступити путем геопортала. Један од примера је и креирана апликација која омогућава просторни приказ распореда свих листова ДТК25 по фазама израде у циљу контроле и планирања динамике продукције ДТК25 од стране руководећег кадра института. Тренутно се геопортал користи само од стране запослених на Војногеографском институту, али се у будућности планира омогућавање приступа порталу и спољним корисницима из система одбране. У плану је категоризација и креирање садржаја на порталу за циљне групе корисника. На овај начин је омогућен приступ великом броју функционалности које портал нуди у виду различитих врста просторних анализа и визуелних приказа, с тим да се од корисника не очекује висок ниво познавања специјализованих ГИС софтвера. Једна од могућности јесте креирање алата који на основу различитих улазних параметара у које спадају вегетација, нагиб терена, распоред насељених места и др. врши анализу тенкопроходности територије. Наведени алат, као и поменути улазни подаци могу бити публикувани на геопортал у виду различитих сервиса и може им се омогућити приступ од стране спољних корисника. На овај начин довољно је да корисник дефинише улазне параметре и покрене алат путем портала, чиме ће добити финални резултат у виду карте на порталу. Експлоатација могућности геопортала Војногеографског института дефинише нову димензију развоја и употребе геопросторних информација унутар система одбране.

4. ARCGIS ENTERPRISE

ArcGIS Enterprise представља свеобухватну ГИС софтверску платформу намењену за креирање, визуализацију, публикување и анализу геопросторних података и омогућава централизован приступ и контролу комплетних пословних процеса. Четири основне компоненте ове софтверске платформе јесу: *ArcGIS Server*, *ArcGIS Data Store*, *Portal for ArcGIS* и *ArcGIS Web Adaptor*.

ArcGIS Server омогућава администраторима и софтверским дизајнерима имплементацију централизованог управљања ГИС-ом [5]. Посебан вид складиштења података је *ArcGIS Data Store*, који је релационог типа. *ArcGIS Data Store* се може разматрати и као посебна апликација коју је неопходно подесити приликом инсталације сервера у циљу управљања складиштењем посебних врста веб слојева и веб сервиса који припадају групи хостованих сервиса. *Portal for ArcGIS* представља приступну тачку клијента ка свим расположивим сервисима и подацима. Може се рећи да портал помаже трансформацију просторних сервиса са *ArcGIS* сервера у финалне производе у виду информација и омогућава дељење овог садржаја са

корисницима [6]. *ArcGIS Web Adaptor* је апликација која се покреће на постојећој веб страници и прослеђује захтеве *ArcGIS* серверу и омогућава интегрисање *ArcGIS* сервера са постојећим веб сервером организације. *ArcGIS Web Adaptor* се може посматрати као мост између корисничких захтева и *ArcGIS* сервера.

5. ТРОСЛОЈНА АРХИТЕКТУРА ЗА РАЗВОЈ ГЕОПОРТАЛА

При реализацији наведене политике функционисања и дистрибуције географских информација, могу се разликовати три основна нивоа, односно три слоја. Сваки од слојева представља неопходну компоненту у функционисању целокупног система. Трослојна архитектура за развој геопортала обухвата: слој података, сервисни слој и кориснички слој.

5.1. Слој података

Слој података представља основу за развој целокупног дистрибуираног система. Војногеографски институт поседује велики број података у различитим форматима. Два основна модела географских података су: векторски и растерски.

Векторски подаци су посебан тип података чију структуру чине основне геометријске примитиве: тачка, линија и полигон. С обзиром да се положај примитива дефинише координатама, односно вектором положаја, ови подаци су добили назив векторски подаци [7]. Садржај ДТК25 који је тренутно у изради, налази се у векторском формату у централној геопорсторној бази података. Векторски подаци унутар базе података су организовани у виду објектних класа (*Feature class*), који су груписани у скупове података (*Feature dataset*) на основу припадности истом слоју према логичком моделу (нпр. вегетација, комуникације, хидрографија).

Растерски тип података је најједноставније дефинисати као одређену површину подељену на велики број ћелија, при чему свака ћелија има одговарајућу вредност. Ове ћелије се називају пиксели. Карактеристика од изузетне важности за растерске типове података јесте формат записа. Формати записа растерских података који су најчешће у употреби су *jpg*, *jpeg*, *tif*, *png*, *bmp*. Листови топографских карата старијих издања су скенирани и на тај начин преведени из аналогног у дигитални облик и чувају се у растерском формату записа. Поред топографских карата, у овом формату се чувају и сателитски и аерофотоснимци који представљају примарне изворе приликом картирања садржаја ДТК25.

5.2. Сервисни слој

Сервиси представљају посредни слој између слоја података и корисничког слоја у смислу да на захтев корисника сервиси приступају слоју података, преузимају податке, врше обраду и испоручују резултат крајњем кориснику. У зависности о каквој се обради података ради, да ли је то рендеровање карте, филтрирање података, приказ сирових снимака,

трансформација координата или нека друга операција, сервиси се могу поделити у следеће категорије: *Image service*, *Web Coverage Service (WCS)*, *Map Service*, *Web Map Service (WMS)*, *Web Feature Service (WFS)*, *Geocode Service* и *Geoprocessing Service*.

Web Map Service (OGC Web Map Service, 2004) је развијен од стране *OGC (Open Geospatial Consortium)* као веб базирани стандард за приказивање карата у виду слика. Наведени сервис производи карте просторних података динамички из географских информација [5]. За разлику од *WMS* који доставља податке у виду слике, *WFS* подржава директну експлоатацију и приступ подацима на вебу [2]. Пример када *WFS* може бити прикладнији у односу на *WMS* јесте у ситуацији уколико је потребно извршавање геопросторних операција над подацима, а не само једноставно коришћење података за визуелизацију по захтеву крајњег корисника [8]. Када је реч о софтверским решењима компаније *ESRI*, поред тога што подржава креирање и извршавање ових стандардизованих сервиса, развијена је сопствена верзија сервиса који се назива *Map Service*. Саме спецификације и могућности овог сервиса су базично идентичне као и код *WMS*, с тим што је прилагођен целокупном софтверском пакету компаније *ESRI*. Векторски подаци ДТК25 су публиковани путем *Map* сервиса чиме је омогућен њихов приказ и на геопорталу. У циљу постизања бољих перформанси, за наведени сервис су креирани кеш тајлови. Кеширање садржаја подразумева процес приликом кога сервер креира приказе карте за предефинисане размере у виду великог броја „сличица“ које се називају тајлови.

Основна улога сликовних сервиса јесте приказ растерских података. У претходно наведеној подели, *Image service* и *Web coverage service (WCS)* су врсте сликовних сервиса. *WCS* је сликовни сервис по *OGC* стандарду који се користи за испоруку тзв. *Coverage*. *Coverage* је дигитална геопорсторна информација која представља феномен који варира у простору, као што су на пример температура или висина [2]. Путем сликовних сервиса, публиковани су различити растерски подаци које поседује ВГИ, од којих су најзначајнији скенирани листови претходних издања топографских карата, аерофотоснимци, сателитски снимци и др. Публиковани сликовни сервиси ће касније послужити као позадинске мапе на геопорталу чиме је могуће превазићи немогућност учитавња ових мапа са интернета. Такође је могуће публиковати податке о дигиталном моделу терена путем сликовног сервиса у циљу остваривања и тродимензионалног приказа садржаја на геопорталу, што такође представља специфичност развоја портала у затвореној мрежи, с обзиром да се подразумевани извори података за *3D* приказ налазе на интернету.

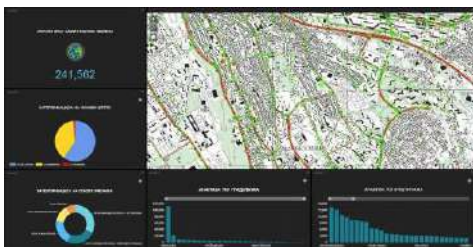
Geocode service представља веб сервис који омогућава проналажење и приказ адреса на карти. Функционисање великог броја апликација на порталу захтева постојање ове врсте сервиса, како би се омогућила претрага подручја од интереса познавајући одређену адресу или топоним везан за област од

интереса. Подразумевајући сервис за геокодирање на порталу се позива путем интернета, из тог разлога је било потребно креирати сопствени сервис. Сервис је креиран у оквиру софтвера *ArcMap* помоћу векторских података у *shapefile* формату (тачкаста геометрија) са атрибутима припадајуће општине, насеља, улице и кућног броја. Креиран је адресни локатор, након чега је публикован преко *ArcGIS* сервера као сервис за геокодирање.

Web Processing Service (WPS) је *OGC* сервис за публикавање, описивање и извршавање геопросторних процеса, алгоритама и анализа [2]. Путем ове врсте сервиса, могуће је публиковати различите алате и омогућити њихово коришћење на порталу. Један пример алата, који је креиран помоћу компоненте *Model Builder* у оквиру софтвера *ArcGIS Pro*, јесте алат за исцртавање бафер зона на основу дефинисаних тачака и растојања, који је публикован путем сервиса и омогућено је његово коришћење на порталу.

5.3. Кориснички слој

Кориснички слој трослојне архитектуре подразумева приступни слој, односно сам геопортал (слика 1). Путем геопортала омогућен је приступ дељеном садржају у виду сервиса, веб мапа, 3D сцена, апликација и др. Администрација самог портала и омогућавање експлоатације свих функционалности које он нуди обухвата велики број активности. Један од првих корака подразумева креирање корисника на основу предефинисаних корисничких нивоа (од корисничких до администраторских привилегија), као и категоризација корисника, али и садржаја геопортала у одређене групе. Након публикавања растера топографских карата путем сликовних сервиса, потребно је помоћу њих креирати веб мапе и дефинисати их као подразумевајуће позадинске мапе из разлога што се извори предефинисаних подразумевајућих позадинских мапа које портал користи налазе на интернету. На порталу је омогућено креирање различитих врста апликација у зависности од њихове намене, помоћу већ постојећих образаца. У оквиру апликација је могуће интегрисати постојеће сервисе, веб мапе, веб сцене и друге садржаје који се налазе на порталу.



Слика 1: Изглед геопортала

Геопортал има могућност тродимензионалног приказа садржаја путем компоненте *Scene Viewer*. За омогућавање 3D приказа, потребно је дефинисати сопствени *Elevation* сервис који се публикује као посебна врста сликовног сервиса, а на основу дигиталног модела терена. Неопходност сопственог сервиса ове врсте је поново условљена офлајн

окужењем. Веб сцену је могуће креирати у оквиру софтвера *ArcGIS Pro*, са свим припадајућим слојевима, те је након тога публиковати на геопортал или директно креирати на порталу у оквиру компоненте *Map Scene Viewer* помоћу постојећих слојева.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу представљених теоријских одредница везаних за сервисно оријентисану архитектуру и геопортале, као и могућностима имплементације, може се закључити да је управо овај модел испунио захтеве које поставља актуелни тренд експлоатације геопросторних информација за потребе Војногеографског института и система одбране. Додатни изазов, поред саме имплементације овог дистрибуираног система, био је и превазилажење проблема везаних за затворену мрежу без приступа интернету. Наведени проблеми су превазиђени креирањем сопствених сервиса на основу расположивих података, који ће послужити као заменски за подразумевајуће сервисе који се налазе на интернету. Превазилажењем наведених потешкоћа омогућено је несметано коришћење свих функционалности целокупног дистрибуираног система.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tait, Michael G. "Implementing geoportals: applications of distributed GIS." *Computers, Environment and Urban Systems* 29, no. 1 (2005): 33-47.
- [2] Говедарица Миро, Сладић Дубравка, Радуловић Алксандра. "Инфраструктура геопросторних података и геопортала" Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду (2018)
- [3] Papazoglou, Mike P., and Willem-Jan Van Den Heuvel. "Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues." *The VLDB journal* 16 (2007): 389-415.
- [4] Вишњић Раденко. "Геотопографско обезбјеђење оружаних снага СФРЈ." *Зборник радова Војногеографског института* (1989) : 18
- [5] LIU, Laixing, Deren LI, and Zhenfeng SHAO. *Research on geospatial information sharing platform based on ArcGIS server*. Vol. 37. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2003.
- [6] Jayaprakash, S., D. Jayathilake, and C. de Silva. "Deploying ArcGIS Enterprise Components for Dissemination of Landslide Hazard Spatial Information." In *TH ANNUAL RESEARCH SYMPOSIUM-2019*, p. 133. 2019.
- [7] Јовановић, Верка, Бранислав Ђурђевић, Зоран Срдич, Угљеша Станков. „Географски информациони системи.“ (2012).
- [8] Michaelis, Christopher D., and Daniel P. Ames. "Evaluation and implementation of the OGC web processing service for use in client-side GIS." *Geoinformatica* 13 (2009): 109-120.

Кратка биографија:



Ђорђе Ђермановић рођен је у Београду 1999. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоинформатике одбранио је 2024. године.
контакт:
djordjedjermanovic99@gmail.com

ГЕОИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА ПОТРЕБЕ ПРОЦЈЕНЕ ВРИЈЕДНОСТИ НЕПОКРЕТНОСТИ**GEOINFORMATION SYSTEM FOR REAL ESTATE VALUATION PURPOSES**

Данијела Лујић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОИНФОРМАТИКА

Кратак садржај – Теоријски дио рада описује актуелне поступке и методе за процјену вриједности непокретности и могућност примјене геоинформационих система у процјени. Практични дио рада се састоји из анализе података о цјенама станова у насељу Грбавица у Новом Саду и процјеном њихове вриједности примјеном вишепараметарске линеалне регресије.

Кључне рећи: *Процјена вриједности, Стандарди, Методе, Вишепараметарска линеарна регресија*

Abstract – *The theoretical part of the paper describes current procedures and methods for real estate valuation, as well as the application of geographic information systems in valuation. The practical part of the paper consists of data analysis on apartment prices in Grbavica in Novi Sad and the valuation of these properties using multiple linear regression.*

Keywords: *Valuation, Standards, Methods, Multiple linear regression*

1. УВОД

Процјена вриједности непокретности представља процес одређивања тржишне вриједности некретнина. Циљ процјене је утврдити највјероватнију цијену по којој би непокретност могла бити продата на тржишту. Процјена се врши у одређеном тренутку и за специфичне потребе, као што су продаја, куповина, утврђивање вриједности хипотеке, пореза на имовину или правни спорови.

Вриједност некретнина може варирати због различитих фактора, укључујући локацију, величину, старост, стање објекта, тржишне трендове и економске околности. Правично утврђивање вриједности непокретности има улогу у економији, утиче на тржиште некретнина, инвестиционе стратегије и урбанистичко планирање.

Процјена вриједности непокретности је регулисана мноштвом закона и стандарда који имају за циљ да омогуће фер и транспарентну процјену, без сукоба интереса. Поступак процјене се састоји из:

1. Припреме,
2. Инспекције непокретности,

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Дубравка Сладић, ванр. проф.

3. Методе процјене,
4. Извјештаја о процјени.

2. МЕТОДЕ ЗА ПРОЦЈЕНУ ВРИЈЕДНОСТИ И СТАНДАРДИЗАЦИЈА

Постоје различите методе процјене које се могу примјенити у зависности од специфичности некретнине и доступних информација. Најчешће се користе следеће три методе:

1. Метода поређења продаје је метода која се ослања на анализу продајних цијена сличних објеката у истој или сличној области како би се одредила тржишна вриједност циљане некретнине. У пракси, ова метода се често примјењује због њене директне повезаности са тренутним тржишним условима и релативне једноставности имплементације. Основни принцип методе поређења продаје је идентификација компаративних, односно сличних, објеката који су недавно продати у истој области. Слични објекти се затим анализирају како би се утврдило које карактеристике утичу на њихову цијену и како те карактеристике могу бити примјењене на процјењивану некретнину. Карактеристике које се обично узимају у обзир су локација, величина, старост, стање објекта, квалитет изградње, као и посебне карактеристике попут погледа, врсте гријања, присуства додатака попут базена, гаража, и слично [1].

2. Метода трошкова се посебно користи када је потребно вредновати некретнине за које не постоји много сличних објеката или недавно продатих објеката, на примјер јединствене некретнине, специјализовани објекти, или нове конструкције. Ова метода процјењује колико би коштало да се изгради идентична или слична некретнина данас, узимајући у обзир цијену материјала, радне снаге, трошкове изградње, и друге факторе, а затим одузимајући било какво физичко трошење, функционалну застарелост или економску застарелост [2].

3. Метода капитализације прихода користи се у процјени вриједности оних непокретности које генеришу приход, као што су стамбени комплекси, пословне зграде, тржни центри, хотели и слично. Ова метода омогућава инвеститорима и власницима да схвате колику вриједност њихова имовина може генерисати у смислу поврата на инвестицију, заснивајући процјену на способности некретнине да произведе нето оперативни приход (НОИ) [3].

2.2. Међународни стандарди за процјену вриједности непокретности. Законски оквири Републике Србије

Међународни стандарди који се примјењују у процјени вриједности непокретности осмишљени су тако да обезбједе јасноћу, конзистентност и транспарентност у процесима процјењивања широм свијета. Они омогућавају процјенитељима да примјењују унификоване методологије и да постигну сагласност о вриједности имовине у различитим правним и културним контекстима. Ови стандарди помажу у усмјеравању процјенитеља како да обављају свој посао у складу са глобално признатим принципима и техникама.

Србија је активно радила на усаглашавању својих стандарда у области процјене непокретности са међународним стандардима, што је дио ширег процеса реформи и припрема за приступање Европској унији. Ово усаглашавање је омогућило да процеси процјене у Србији буду транспарентнији, ефикаснији и у складу са најбољим међународним праксама. Србија је усвојила:

1. Међународни стандард за процјењивање (*IVS*). Ови стандарди су интегрисани кроз рад са међународним организацијама и обуке које су спроводили стручњаци из ове области. *IVS* је допринео унапређењу квалитета и повјерења у процесе процјене непокретности.

2. Европске оцјене вриједности (*EVS*). Примјена *EVS* је омогућила бољу компатибилност са процедурама у земљама ЕУ, што је основа за усаглашавање трансакција непокретности са међународним инвеститорима.

3. Стандарди *Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)*. Иако Србија није формално усвојила све *RICS* стандарде, значајан број професионалаца у области непокретности се обучава и сертификuje према овим стандардима. *RICS* стандарди су помогли у увођењу најбољих пракси и међународно признатих метода процјене у Србији, што је побољшало професионализам и квалитет услуга у овој области.

Процјену вриједности непокретности у Републици Србији врше вјештаци за процјену који имају лиценцу од Министарства правде. Процјена вриједности непокретности може бити појединачна или масовна, зависно од тога да ли се ради о процјени једне непокретности или процјени више непокретности истовремено. Без обзира на начин процјене вриједности непокретности, неопходно је да постоји база података о тржишним вриједностима свих непокретности на територији једне државе [4].

Процјена вриједности непокретности у Републици Србији регулисана је следећим законским и подзаконским актима, и стандардима:

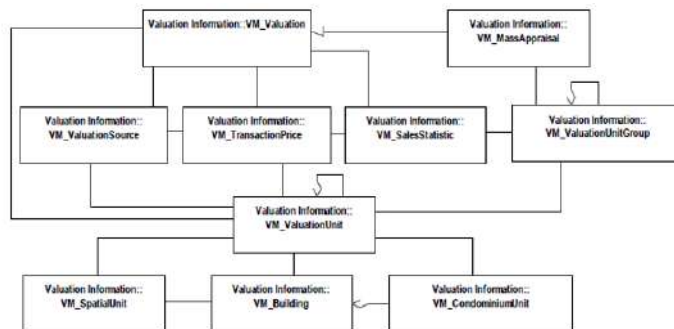
1. Закон о државном премјеру и катастру,
2. Правилник о процјени вриједности непокретности,
3. ISO 19152-4.

2.3. Модел за процјену вриједности непокретности

Масовна процјена вриједности непокретности је процес одређивања тржишне вриједности непокретности на одређени датум, који се врши за сваку непокретност уписану у катастар непокретности коришћењем уписаних података о непокретностима, уз примјену стандардизованих метода и статистичког тестирања. Масовна процјена вриједности непокретности обавља се кроз модел за вредновање непокретности, који се одређује према специфичностима сваког појединачног подртржишта непокретности на територији Републике Србије.

Модел вредновања непокретности може да се разврста у десет основних класа које су приказане на Слика 1. Модел садржи првенствено информације о томе над којом врстом непокретности се врши процјена, а онда и детаљније информације о непокретности која може бити самостална јединица или цјелина. Приликом процјене вриједности станова или зграда битан фактор представљају спратност, вријеме градње, локација и слично. Приликом продаје, наслеђивања, закупа или принудне продаје неке непокретности, саставља се уговор и прецизне цијене из уговора треба да формирају адекватну базу података која се користи у моделу. Модел такође садржи класу која биљежи како се крећу цијене непокретности на тржишту.

Слика 1. UML дијаграм модела за процјену



вриједности непокретности [5]

Геоинформациони системи дају могућност да се формира униформан модел за масовну процјену вриједности непокретности који ће грешке процјене смањити на минимум и омогућити прецизну и брзу процјену вриједности за сваку непокретност. Након процјене вриједности, добијени подаци могу се путем геопортала или гис апликација визуализовати, тако да буду разумљиви и доступни сваком кориснику.

3. ПРОЦЈЕНА ВРИЈЕДНОСТИ СТАНОВА У НОВОСАДСКОМ НАСЕЉУ ГРБАВИЦА ПРИМЈЕНОМ ВИШЕПАРАМЕТАРСКЕ РЕГРЕСИЈЕ

Анализом сајтова за продају непокретности прикупљани су подаци о тренутним цијенама станова на тржишту. Сајтови за некретнине који су кориштени приликом прикупљања података су „Некретнине.рс“ и „*BEOCITY* некретнине“. Оба сајта се активно користе за продају и куповину станова и

свакодневно се ажурирају, те садрже велику базу података о становима који су тренутно на тржишту.

На почетку је прикупљено 110 станова, али детаљнијим упоређивањем одступања квадратуре и цијене од просјечне вриједности елиминисано је 50 станова, а 60 је усвојено за процјену вриједности и формирање модела. Такође, станове за које није било приложено довољно фотографија, гдје је опис некретнине био непотпун, или је цијена превише одступала од просјечне цијене станова, нису узимани у обзир. Сви станове су били истовремено на огласима за продају, на приближној локацији.

3.1. Резултати процјене вриједности

Над прикупљеним подацима извршена је статистичка анализа. Оцјењивано је 14 параметара (независне промјенљиве) и њихов утицај на цијене станова (зависна промјенљива). Модел је формиран у циљу испитивања примјене вишепараметарске регресије у масовној процјени вриједности станова.

Резултати су анализирани у двије итерације, јер су резултати статистичких тестова показали лошије резултате у првој итерацији. У другој итерацији је вршена регресија над 58 узорака а кориштено је 10 независних промјенљивих. Из анализе су избачене независне промјенљиве чији су коефицијенти имали погрешне предзнаке и нису на адекватан начин учествовали у формирању модела.

У Табела 1 налазе се вриједности добијене из модела за процјену вриједности у другој итерацији. Коефицијенти су најзначајнији податак јер они дају могућност да се формира једначина регресије на основу које касније може да се уради процјена вриједности за било које друге станове у истој области. Негативни коефицијенти су спрат и број етажа у стану. Уколико се стан налази на вишем спрату у згради, то би и требало негативно да утиче на његову вриједност, али број етажа би требало да позитивно утиче на цијену стана. Ипак када се анализира понуда и потражња станова на тржишту може се закључити да често станове са додатном етажом могу да представљају проблем при организацији и уређењу стана, такође тежа је искориштеност простора, па је понекад могуће да овај параметар заиста снижава цијену стана, те је задржан у моделу. Укупна спратност, дворишно оријентисан и оријентисан према улици нису параметри који значајно утичу на цијену станова, али су задржани у моделу. Највећи утицај према *P*-вриједности на процјену вриједности станова има квадратура стана, што је било и очекивано.

У Табела 2 налазе се подаци који су добијени у другој итерацији и представљају процјењене вриједности станова добијене на основу 10 независних промјенљивих и једне зависне промјенљиве. Зависна промјенљива су подаци о цијенама некретнина са сајтова умањени за 10%, јер се на основу искуства у продаји станова да закључити да се станове претежно продају по цијени која је нижа од почетне оглашене и то управо за 10%. Прва колона су цијене које су добијене процјеном из модела.

Табела 1. Вриједности коефицијената

	Коефицијенти	Стандард на грешка	<i>t</i> статистика	<i>P</i> -вриједност
Пресјек	-292.66	19307.81	-0.01515	0.9879
Квадратура	1479.41	187.03	7.90969	3.47534E-10
Број просторија	3936.00	3706.21	1.06200	0.29366
Паркинг мјесто	3671.88	4379.61	0.83840	0.40605
Спрат	-314.14	1403.19	-0.22388	0.82382
Укупно спратова	1297.88	1905.73	0.68104	0.49919
Дворишно оријентисан	10852.49	6228.99	1.74226	0.08800
Оријентисан према улици	15875.15	6519.26	2.43511	0.01873
Укњижен	4966.17	14241.03	0.34872	0.7288
Број купатила	15801.53	8506.73	1.85753	0.06951
Број етажа у стану	-13236.89	8742.75	-1.51404	0.13671

Резидуали показују колико се процјењена вриједност станова из модела разликује од стварне процјењене вриједности на сајтовима за продају некретнина. Да би се утврдило да ли добијени подаци одговарају стандардима Међународне асоцијације процјениоца, израчунат је количник процјењених вриједности станова на основу модела и вриједности станова које су оглашене на сајтовима за некретнине. Према поменути стандардима, количник би требало да се налази у распону од 0,9 до 1,1. Већи дио добијених резултата се налази у поменутом интервалу вриједности. Подаци који за малу вриједност прелазе поменути интервал су означени у табели жутом бојом, а они који су нижи од интервала црвеном бојом. Од узорка који је бројао 58 станова, вриједност количника 6 станова прелази границу а 3 стана је испод границе. Овакав распоред података нам говори да подаци који су добијени моделом немају тенденцију ни да дају нереално високе ни нереално ниске цијене за све станове, него да само поједини станове одступају од дозвољених граница.

Табела 2. Резултати процјене вриједности станова

Процјењена цијена	Резидуали	Цијена са огласа умањена за 10%	Количник процјењене и оглашене цијене
114301.38	2698.62	117000	0.98
151114.98	-3721.98	147393	1.03
108000	-	108000	1
88492.79	-11551.79	76941	1.15
71730.63	-6840.63	64890	1.10
154443.14	-6123.14	148320	1.04
72540.469	-3015.47	69525	1.04
73749.62	410.38	74160	0.99
153707.48	-5207.48	148500	1.03

71015.80	-16115.80	54900	1.29
97281.10	818.89	98100	0.99
98856.34	9143.66	108000	0.91
68187.39	3812.61	72000	0.95
106546.27	-27346.27	79200	1.34
108838.11	25576.89	134415	0.81
73346.33	-7826.33	65520	1.12
147825.2792	5129.72	152955	0.97
143176.224	823.78	144000	0.99
170519.1696	-26519.17	144000	1.18
112703.5563	3171.44	115875	0.97
103463.9877	37836.01	141300	0.73
69400.10035	-3052.10	66348	1.05
108213.78	-213.78	108000	1.00
75994.99	-3454.99	72540	1.05
118838.58	-1838.58	117000	1.01
78320.06	429.94	78750	0.99
72669.11	-6969.11	65700	1.10
116819.59	-20879.59	95940	1.22
193695.16	32204.83	225900	0.86
87642.21	6857.78	94500	0.93
128027.70	-2027.71	126000	1.02
63700.40	-3445.40	60255	1.06
84231.59	-5436.59	78795	1.07
155061.38	-33561.38	121500	1.28
110188.88	20311.12	130500	0.84
145860.05	-10860.05	135000	1.08
94410.99	13589.00	108000	0.87
68416.37	883.63	69300	0.99
79309.25	2590.75	81900	0.97
72358.93	3241.07	75600	0.96
120371.80	14628.20	135000	0.89
71689.35	-1939.35	69750	1.03
87589.32	475.68	88065	0.99
123772.45	15277.54	139050	0.89
112382.25	-5777.25	106605	1.05
177227.33	-5732.33	171495	1.03
76394.31	9105.69	85500	0.89
179610.08	299.91	179910	0.99
101356.27	9343.72	110700	0.91
109563.19	-9213.19	100350	1.09
117537.03	3962.97	121500	0.97
70302.75	1607.25	71910	0.98
157245.30	13754.70	171000	0.92
63995.42	-995.42	63000	1.01
96651.32	-6651.32	90000	1.07
111398.03	-4478.03	106920	1.04
67336.27	4663.72	72000	0.93
136855.27	-1855.27	135000	1.01

4. ЗАКЉУЧАК

Развој економског, правног, финансијског сектора, напретка и развоја инфраструктуре једне државе, у директној је спрези са квалитетном процјеном вриједности непокретности. Уколико се процјена вриједности врши савјесно, то ствара предуслове да се порези наплаћују правично, да се економја и инфраструктура брже и ефикасније развијају. У посљедње вријеме Република Србија је активно радила на унапређењу процеса процјене путем увођења међународних стандарда и правила. Активно се ради на успостављању квалитетне базе података у оквиру Републичког геодетског завода, која ће значајно да унаприједи процес формирања адекватног модела за процјену. Примјеном геоинформационих система у масовној процјени непокретности ствара се

могућност за правичну процјену вриједности непокретности на нивоу земље и да се након процјене подаци визуализују и буду доступним сваком грађанину.

Након примјене вишеструке линеарне регресије на скуп података о становима у насељу Грбавица, може се закључити да је поменути метода итекако примјенљива у процјени вриједности станова. Неправилности у подацима најчешће се појављују због нереалне и неприкладне понуде од стране оглашавача станова, те се у бази података могу пронаћи цијене које нису мјеродавне за понуђени стан. Рјешење које би довело до тога да се модел тачније формира је успостављање адекватне базе података у којој су цијене станова процјене са високом прецизношћу и анализом свим доступних параметара. Често се на сајтовима за продају некретнина проналазе непотпуни подаци о становима, те подаци који нису апсолутно тачни и реални.

Када би се анализирао већи број података и да су ти подаци са више детаљности о сваком од параметара, и модел би показао боље резултате. Приликом процјене вриједности непокретности велику улогу имају тренутне околности које се дешавају у мјесту и околини продаје. Приликом процјене вриједности непокретности треба детаљно узети у обзир и непосредне факторе који утичу на крајњу цијену, али и пратити њихове трендове. Локација некретнине често има веома важан утицај на цијену, и комплексно је поредити различите локације при процјени непокретности.

4. LITERATURA

- [1] Cupal, M. (2017, May). Sales Comparison Approach Indicating Heterogeneity of Particular Type of Real Estate and Corresponding Valuation Accuracy. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*.
- [2] Konowalczyk, J. (2017). Cost Approach in Poland – the Assessment of the Real Estate Valuation Methodology. *World of Real Estate Journal (Świat Nieruchomości)*
- [3] Merriman, K. K. (2017). Cost Approach to Value. In *Valuation of Human Capital* (pp. 19-33).
- [4] Ж. Жељко, *Процјена вриједности некретнина*, Загреб, 2004.
- [5] Д. Сладић, А. Радуловић и М. Говедарица, *Extended LADM Country Profile for Property Valuation in Serbia*, 2022.

Кратка биографија:



Данијела Лујић рођена је 30.8.1999. године у Сремској Митровици. Основне студије завршава на Факултету техничких наука у Новом Саду 2022. године, исте године уписује мастер студије те наредне године брани рад на тему процјене вриједности непокретности.



РАЗВОЈ „АГРИС“ ГЕОПОРТАЛА УЗ ПОДРШКУ OGC СТАНДАРДА
DEVELOPMENT OF THE "AGRIS" GEOPORTAL WITH THE SUPPORT OF OGC
STANDARDS

Ђуро Крњић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОИНФОРМАТИКА

Кратак садржај – У овом раду су приказани теоријски и практични аспекти за креирање геопортала „АГРИС“ за пољопривредне сврхе. Развој и имплементација описаног ГИС решења реализован је помоћу Open Geospatial Consortium стандарда. Приказани су стандарди и законске регулативе које се примењују при употреби геопросторних података. Користећи WebStorm IDE дефинисана је синтакса реализованог решења. Подаци везани за сваку категорију објављени су на MapServer водећи рачуна о подацима за сваки слој. Практични део рада показује функционалности геопортала које су реализоване у складу са OGC спецификацијама. Геопортал „АГРИС“ публикован је на web сервису Пољопривредног факултета у Новом Саду.

Кључне речи: Геопортал, INSPIRE, Пољопривреда, OpenLayers, MapServer

Abstract – This paper presents the theoretical and practical aspects for the creation of the geportal "AGRIS" for agricultural purposes. The development and implementation of the described GIS solution were realized using Open Geospatial Consortium standards. The standards and legal regulations that apply to the use of geospatial data are presented. Using WebStorm IDE, the syntax of the implemented solution was defined. The data related to each category is published on MapServer taking into account the data for each layer. The practical part of the work shows the functionality of the geportal, which was implemented in accordance with the OGC specifications. Geoprtal "AGRIS" was published on the web service of the Faculty of Agriculture in Novi Sad.

Keywords: Geoportал, INSPIRE, Agriculture, OpenLayers, MapServer

1. УВОД

Дефиниција геопортала зависи од намене, технологије и циља геопортала [1]. У општем смислу геопортал представља тачку приступа просторним подацима. Геопортал се користи као web базиран графички интерфејс са функционалностима за приступање географским информацијама [2]. Геопортали представљају платформе за управљање, претрагу и анализу геопросторних података.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Владимир Булатовић, ред. проф.

Геопортали дају велику улогу у визуелизацији, односно представљању геопросторних података и тиме обезбеђују широку доступност и примену. Кроз интерактивне мапе, сервисе и алате за визуелизацију, геопортали служе при анализи података и доношењу битних одлука за широк спектар корисника. Предмет овог рада је на успостављању и развоју модела заснованог на клијент-сервер архитектури. Циљ је развити геопортал за потребе пољопривредних активности. Главна функција овог геопортала јесте да корисницима пружи приступ информацијама везаним за пољопривредна газдинства, користећи се при том подлогама као што су растери и слојеви података дистрибуирани путем Web Map Service (WMS) и Web Feature Service (WFS) и Web Coverage Service (WCS) сервиса.

При стилизовању и уређивању интерфејса геопортала коришћена је OpenLayers библиотека отвореног кода која се користи за визуелизацију и интеракцију са геопросторним подацима унутар геопортала. Коришћењем OpenLayers библиотеке, пројектовани су геопросторни web интерфејси који омогућавају визуелизацију и интерактивно управљање просторним подацима унутар геопортала. OpenLayers служи за интеграцију широког спектра мапних података и подржава интеракцију са њима, укључујући и примену различитих Open Geospatial Consortium (OGC) стандарда попут WMS, WFS и WCS.

2. ГИС

Географски информациони системи (ГИС) су интегрисани системи који омогућавају управљање, анализу и визуелизацију геопросторних података кроз комбинацију хардвера, софтвера и геопросторних података. У ужем смислу, то је компјутерски систем способан за интеграцију, складиштење, едитовање, анализу и приказивање информација везаних за просторну локацију [3]. Ови системи су постали неопходни алати за различите примене у планирању, управљању природним ресурсима, инфраструктурним пројектима, урбаном планирању и многим другим областима које захтевају просторно разумевање и анализу [4].

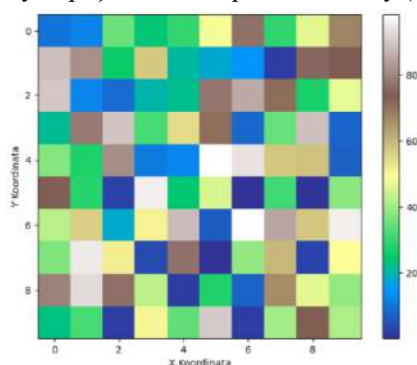
Основна карактеристика ГИС-а јесте интеграција географских информација, омогућавајући корисницима да истражују и доносе одлуке засноване на просторним везама и атрибутима. Примена ГИС-а је у областима визуелизације, мапирања до сложене анализе и моделовања, до интеграције са различитим компонентама унутар других система. Данас ГИС алати представљају свакодневницу у решавању проблема.

2.1. Извори података

Прикупљање података представља једну од битнијих ставки током развоја ГИС-а. У зависности од обима пројекта може да чини већину трошкова пројекта, нарочито када су подаци неопходни путем дигитализације. Уколико територија за коју се планира имплементација ГИС-а нема постојеће податке у алфанумеричком или графичком облику, трошкови прикупљања се знатно повећавају. Овај процес захтева да се утврди позиција локације и да се региструју објекти путем геодетских и геофизичких метода, укључујући употребу геодетских инструмената, георадара и протонских магнетометара [5].

2.1.1. Растерски модел података

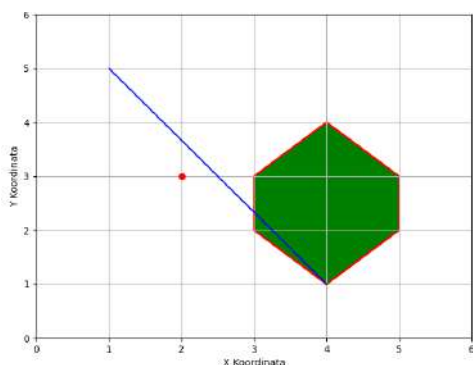
Растерски модел података је један од два основна начина репрезентације просторних података у ГИС-у. Растерски подаци представљају дигиталне податке организоване у виду матрице. Основна ћелија ове матрице, која представља пресек врсте и колоне, је пиксел. Сваки пиксел у растерском моделу садржи вредност која представља неку карактеристику за ту локацију, попут висине, температуре, или рефлектоване светлости у одређеном спектралном опсегу (Слика 1).



Слика 1. Растерски модел података

2.1.1. Векторски модел података

Векторски формат представља други приступ за представљање просторних података. Основни типови векторског модела података су тачка, линија и полигон (Слика 2).



Слика 2. Векторски модел података: тачка (црвена боја), линија (плава боја) и полигон (зелена боја) у 2D приказу

Тачка је дефинисана као пар координата, линија се дискретизује као низ праволинијских сегмената (више повезаних тачака), при чему сваки сегмент

представља вектор, док се полигон карактерише границама дефинисаним колекцијом вектора.

3. ДИСТРИБУЦИЈА ГЕОПОДАТАКА

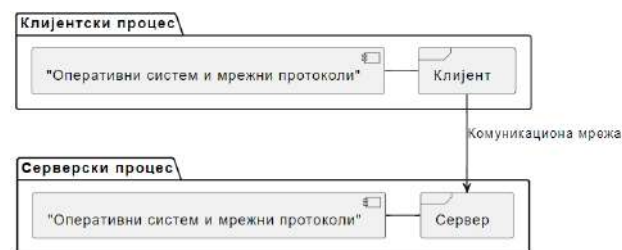
Када имамо дефинисане геопросторне податке које се односе на одређени реални феномен, поставља се питање како да се изврши дистрибуција тих података до крајњих корисника. Данас је доступан изузетно велики број апликација на интернету које врше дистрибуцију података као што су *Google Maps*, *Arc Gis Online* (*Esri* платформа), *Mapbox*, *OpenStreetMap* који је коришћен у овом раду и остале апликације.

3.1. Архитектура web апликације

Архитектура геопортала треба да омогући лакшу, бржу и јефтинију имплементацију геопросторне портал апликације базиране на стандардима. Основу за развој оваквих апликација представљају *web* сервис геопросторних информација. Велики број успостављених *web* сервиса геопросторних информација развијен је коришћењем спецификација које је креирала *Open Geospatial Consortium* организација. Најчешће коришћене OGC спецификације су *Web Map Service* спецификација [6], *Web Feature Service* спецификација [7] и *Web Coverage Service* спецификација [8]. Референтна архитектура геопросторног портала документује „основни“ скуп споразума о интероперабилности који дају упутства за премошћивање јаза између различитих организација и заједница које су до сада делиле геопросторне информације само са великим потешкоћама. Референтна архитектура геопросторног портала је заснована на корисницима сервисно оријентисане архитектуре (COA) [9].

3.1.1. Клијент-сервер архитектура

Традиционални начин коришћења садржаја на *web*-у је у употреби до данас. Основа је коришћење клијент-сервер архитектуре. Суштина је да клијент захтева неки садржај који се складишти на серверу (*web* страницу коришћењем *HTTP* протокола), сервер одговара слањем одговарајућег садржаја (*web* страница), клијент прихвата садржај и врши његов приказ крајњем кориснику (приказ *web* странице у *web* читачу) (Слика 3).

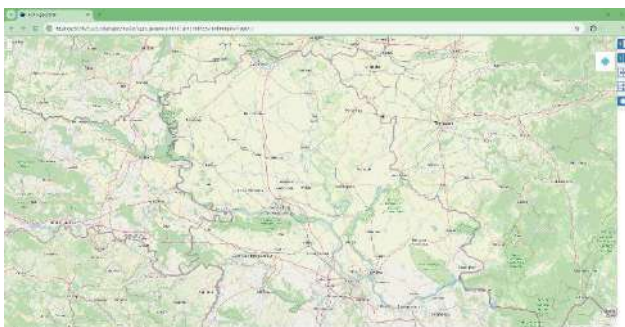


Слика 3. Клијент – сервер архитектура

3.1.2. Open Layers библиотека

Open Layers представља једну од најкоришћенијих *JavaScript* библиотека отворених кода. Изворна библиотека *OpenLayers* оквира развијена је употребом *JavaScript* језика и без икакве зависности према серверској страни. *Web* ГИС клијенте креиране коришћењем овог оквира могуће је користити у свим тренутно најпопуларнијим *web* претраживачима [10].

Да би се овај оквир користио неопходно је додати скрипт фајлове у *HTML* фајлове. Постоје комерцијални сервиси као што су *Google Maps*, *Bing Maps*, јавно доступни сервиси као што су *OSM* (Слика 4). или разне врсте геопросторних сервиса као што су *WMS*, *WFS* и *WCS* сервис.



Слика 4. Приказ *OSM* подлоге кроз *OpenLayers* оквир

4. OGC WEB СЕРВИСИ

Open Geospatial Consortium је међународна волонтерска организација за стандардизацију која потпомаже развој и имплементацију стандарда за геопросторне податке и сервисе, ГИС обраду података и размену [11]. Спецификације одређују ограничења и правила у одређеној радњи као и прописивање очекиваних резултата. Спецификације су основ за општу стандардизацију и концептуални модел стандарда. Стандарди представљају следећи корак у решавању интероперабилности између информационих система.

У оквиру *OpenGIS* спецификације постоји неколико докумената који објашњавају улогу *Java-e* у просторним *web* сервисима међу којима су најзначајнији *WMS* и *WFS* [5].

4.1. MapServer

MapServer је платформа отвореног кода за публикавање геопросторних података путем интернет конекције. Развијен је на Универзитету у Минесоти као сарадња са одељењем за управљање природним ресурсима у Минесоти и *The National Aeronautics and Space Administration (NASA)* [12]. *MapServer* представља један од најкоришћенијих алата у домену геопросторних технологија. Овакав сервер служи за динамичко генерисање мапа и дељењу информацију о садржају мапа [5]. Тренутно најновија верзија *MapServer-a* је 8.0.1. *MapServer* подржава стандард које је дефинисао *OGC*, као што су *WMS*, *WFS* и *WCS*.

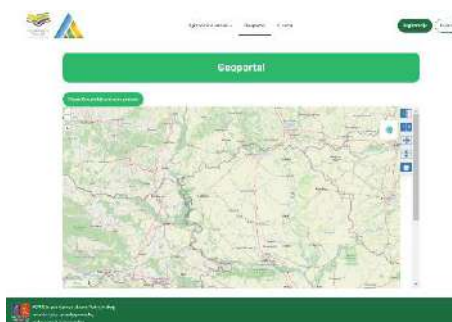
6. ИЗРАДА ГЕОПОРТАЛА

Битно је напоменути да је геопортал подигнут на сервер и користи се и развија за потребе Пољопривредног факултета у Новом Саду. Окружење које је коришћено за креирање и развој геопортала је *WebStorm*. Кораци при имплементацији решења су креирање мапа, развој додатних алата, приказ информација, креирање групе слојева, селекција и приказ информативног прозора, интеракција и синхронизација мапа. Категорије које су обухваћене у раду су Геодезија, ГИС, Даљинска детекција,

Прецизна пољопривреда, Земљиште, Воћарство, Ратарство, Метерологија и Мелиорације.

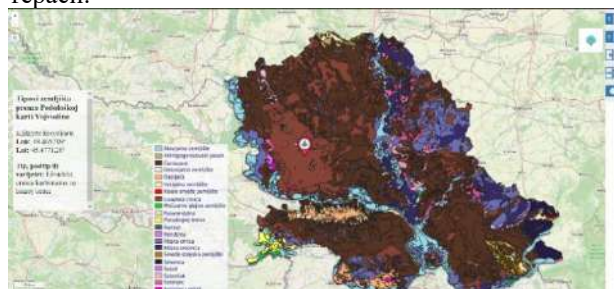
6.1. Преглед геопортала

У овом поглављу визуелно је представљен геопортал са свим функционалностима који су приказани у оквиру поглавља 6. Геопортал „АГРИС“ је јавно доступан на званичној страници Пољопривредног факултета у Новом Саду (Слика 5). На горњем менију у оквиру опције за „Геопортал“, клијент добија приступу странице поменутог геопортала. Сви примери који ће бити приказани на наредним сликама биће на целом екрану због видљивости и јасности садржаја. Због количине слојева који су представљени на сајт биће приказани само одређени како би се читаоцу рада пружила суштина геопортала.



Слика 5. Званична страница „АГРИС“ геопортала

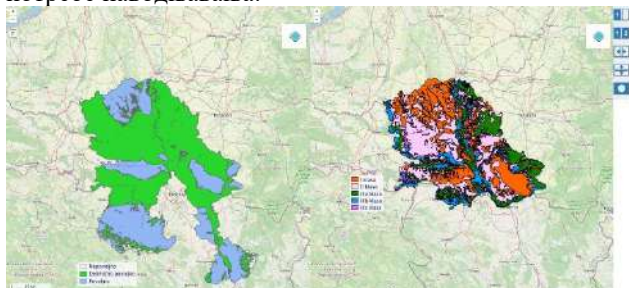
На слици 6 учитан је слој Педолошка карта из категорије Земљиште. Са леве стране учитаног слоја налази се легенда која приказује сваку класу из слоја. Педолошка карта је у оквиру Аутономне Покрајине Војводине. Кликом на било коју тачку прикаже се маркер са подацима о том слоју из легенде и координате маркера (Слика 6). Са леве стране слике приказане су информације о одабраној категорији, географска ширина и дужина изабране тачке на мапи означено маркером и тип класе. Маркер представља локацију ливадске црнице карбонантне на лесној тераси.



Слика 6. Приказ маркера и информација о одређеној класи у оквиру изабраног слоја

У случају да корисник хоће да прикаже два слоја на две мапе довољно је да на десној траци одабере ставку која се односи на поделу мапе на два дела (Слика 7). На левој мапи одабрана је категорија Воћарство, подкатегија Погодност за гајење. За одабрани слој приказана је легенда која означава повољна, неповољна и делимично повољне локације за погодност гајења вишње. Десна мапа на слици 7 приказује категорију Земљиште и у оквиру те категорије изабран је слој Погодност земљишта за

наводњавање. Легенда десне мапе приказује класе за потребе наводњавања.



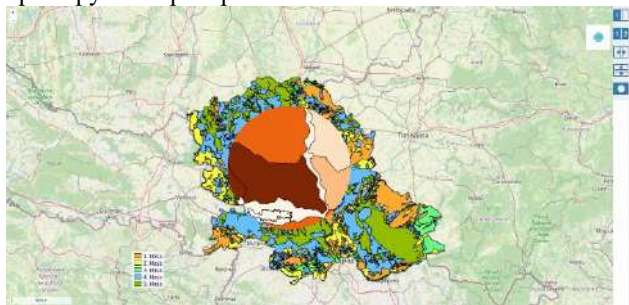
Слика 7. Приказ два слоја на две мапе

Корисници могу управљати видљивошћу слојева, укључујући и искључивање слојева, мењање нивоа зумирања и приступање додатним информацијама користећи *GetFeatureInfo* захтев. Такође омогућена је и опција за хоризонтални клизач који омогућује кориснику горе-доле померање клизача.



Слика 8. Хоризонтални клизач (*swipe*)

У раду са ГИС подацима и дигиталним мапама, често је потребно упоређивати различите слојеве података. Једна од корисних алата за ову сврху је "алатка за преглед слојева" која омогућава приказ другог слоја кроз кружни прозор на мапи.



Слика 9. Кружни прозор за упоређивање

Ова алатка олакшава визуелно упоређивање и анализу података из различитих слојева без потребе за сталним укључивањем и искључивањем слојева. Такође, може бити корисно за упоређивање слојева као што су слојеви земљишних класа и искоришћење земљишта.

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду истражено је и имплементирано одговарајуће ГИС решење у виду геопортала. Током рада коришћено је одговарајуће развојно окружење које је поменуто и *MapServer* за дистрибуцију и управљање просторним подацима. Истакнуте су предности усвојених функционалности у предлогу решења. Интеграција података на *MapServer*-у показала се као један од најбитнијих аспеката рада.

Овај приступ омогућио је бољу организацију података и њихово брже и једноставније коришћење кроз геопортал у односу на остале ГИС сервере. Путем овог геопортала сви подаци моћи ће да се дистрибуирају и самим тим осигурати безбедност преноса података. Битно је напоменути да је геопортал тек почео са радом и да ће у складу са захтевима корисника одређене функционалности бити унапређене и самим тим имплементирати новије верзија библиотека које су се користиле.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Innerebner, A. Costa, E. Chuprikova, R. Monsorno, and B. Ventura, "Organizing earth observation data inside a spatial data infrastructure," *Earth Sci. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 55–68, Mar. 2017.
- [2] H. Jiang, J. Van Genderen, P. Mazzetti, H. Koo, and M. Chen, "Current status and future directions of geoportals," *Int. J. Digit. Earth*, vol. 13, no. 10, pp. 1093–1114, Oct. 2020.
- [3] M. F. Worboys and M. Duckham, *GIS*, 0 ed. CRC Press, 2004.
- [4] Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, and David W. Rhind, "Geographic Information Science and Systems." John Wiley & Sons, 2015.
- [5] Владимир Булатовић, "Модел дистрибуирања геоподатака у комуналним системима."
- [6] Natesan Andiyappillai, "Factors Influencing the Successful Implementation of the Warehouse Management System (WMS)," *Int. J. Appl. Inf. Syst.*, vol. 12, no. Foundation of Computer Science FCS, New York, USA, Dec. 2020".
- [7] L. Bermudez et al., "Web feature service (WFS) and sensor observation service (SOS) comparison to publish time series data," in 2009 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, Baltimore, MD, USA: IEEE, 2009, pp. 36–43.
- [8] G. Giuliani, A. Dubois, and P. Lacroix, "Testing OGC Web Feature and Coverage Service performance: Towards efficient delivery of geospatial data," *J. Spat. Inf. Sci.*, no. 7, pp. 1–23, Dec. 2013.
- [9] Bronislava Horáková, Jan Růžička, and Roman Ožana, "Development of MetaPortal Prototype and Communication Interface for Czech national environment".
- [10] Милош Д. Богдановић, "Персонализована визуализација гео-информација из интегрисаних извора информација заснована на семантици и *web* технологијама".
- [11] "Open Geospatial Consortium Inc." [Online]. Available: <https://www.ogc.org/>
- [12] "MapServer Documentation." [Online]. Available: <https://mapserver.org/documentation.html>.

Кратка биографија:



Ђуро Крњић рођен је у Сремској Митровици 2000. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоинформатике одбранио је 2024. године.

Контакт: djuokrnic@uns.ac.rs



УПОРЕЂИВАЊЕ ЕФИКАСНОСТИ RTK И РЕЛАТИВНЕ СТАТИЧКЕ МЕТОДЕ У ПОСТУПКУ ФОРМИРАЊА GNSS МРЕЖЕ

COMPARISON OF RTK EFFICIENCY AND RELATIVE STATIC METHOD IN THE PROCESS OF GNSS NETWORK FORMATION

Владимир Петровић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОИНФОРМАТИКА

Кратак садржај – У раду је описан принцип функционисања GNSS система и њихове улоге у геодетским референтним мрежама. Практично смо приказали различите степене тачности релативне статичке методе и RTK методе у формирању геодетске мреже.

Кључне речи: GNSS, позиционирање, референтне мреже, координатни систем, геодетски датум.

Abstract – The paper describes the operating principles of GNSS systems and their role in geodetic reference networks. We have practically demonstrated different levels of accuracy of the relative static method and the RTK method in the formation of the geodetic network.

Keywords: GNSS, positioning, reference grids, coordinate systems, geodetic datum.

1. УВОД

Овај рад се бави истраживањем релативног GNSS позиционирања и улогом GNSS технологије у геодетским референтним мрежама.

У раду ће бити детаљно објашњени основни принципи сателитског позиционирања као и преглед постојећих GNSS система. Даћемо приказ основних метода позиционирања са акцентом на релативно позиционирање.

Истраживаћемо изворе грешака GNSS мерења, разлоге због којих настају, методе елиминације и начине моделовања резидуалних утицаја. Показаћемо принцип функционисања перманентних станица и активне геодетске референтне основе Србије.

Приказаћемо практичан пример упоређивања ефикасности релативне статичке методе и RTK (*Real Time Kinematic*) методе на примеру формирања GNSS мреже.

2. ОСНОВЕ GNSS ТЕХНОЛОГИЈЕ

Глобални навигациони сателитски систем (GNSS – Global Navigate Satellite System) састоји се од скупа сателита који се крећу по орбитама чија је приближна висина 20.000 километара.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Владимир Булатовић, ред.проф.

2.1. Историјат развоја GNSS

Прва идеја о коришћењу сателита везује се за 1945. годину када је објављено октобарско издање часописа *Wireless World*, у којем је Arthur C. Clarke (1917 – 2008) дао теоријску хипотезу о изводљивости успостављања везе са сателитом који је био лансиран у једну геостационарну орбиту, при чему је приложио објашњење о могућности сталне земаљске комуникације са сателитом.

Прве државе које су понудиле конструктивно решење за лансирање сателита биле су Сједињене Америчке државе и Савез Совјетских Социјалистичких Република.

2.2. Основни принципи сателитске навигације

Основна идеја одређивања положаја тачака на Земљи на основу мерења растојања од сателита до пријемника заснива се на принципима геометрије односно методама трилатерације. Када GNSS пријемник прими сигнал, одмах одређује време које је протекло од тренутка емитовања до тренутка пријема сигнала. Растојање од сателита до пријемника одређује се на основу познате брзине простирања радио таласа и претходно одређеног времена пропагације сигнала. Сигнали са сателита шаљу информацију о сопственом положају али и о положају осталих сателита, односно ефемериде сателита у космосу [1].

2.3. Преглед постојећих GNSS система

У овом тренутку постоје четири глобална навигациона сателитска система, и то:

- GPS (Global Positioning System – GPS), развијен од стране Америке,
- GLONASS (Глобална навигациона спутникова система), развијен од стране Русије,
- BeiDou, развијен од стране Кине,
- Galileo, развијен од стране Европске Уније.

2.4 Примена глобалних навигационих сателитских система

GNSS системи су развијани са циљем да се користе углавном у војне сврхе, делимично у цивилне. Међутим, корисници данас имају могућност да користе више различитих сателитских система, чија је намена вишеструка: персонална навигација, ваздухопловство, поморски саобраћај, геодезија, рударство, пољопривреда, итд.

3. GNSS-ОСНОВНИ КОНЦЕПТИ ПОЗИЦИОНИРАЊА

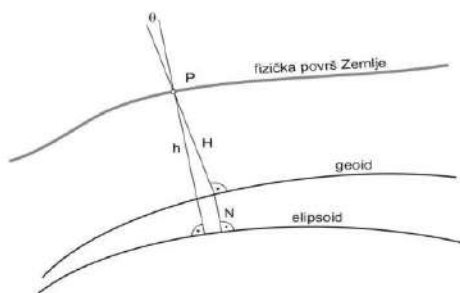
3.1 Координатни системи

Геодезија је, између осталог, наука која се бави одређивањем облика и површине Земље и одређивањем положаја тачака на или изнад површине Земље. Положај неке тачке у тродимензионалном простору одређен је јединственом тројком реалних бројева који се називају њеним координатама. Координатни системи који су од значаја за GNSS позиционирање су: инерцијални референтни систем, терестрички референтни систем, глобални елипсоидни систем и временски систем [2].

3.2 Геодетски датум и појам геоида

Земљу као небеско тело можемо посматрати са два аспекта: физичког и математичког. Физички модел Земље представља геоид, еквипотенцијална површ на коју је, у свакој њеној тачки, правац силе теже управан. На слици 1 приказан је однос између три фундаменталне површи.

Геодетски датум представља скуп параметара који дефинишу координатни систем. Односи се на било коју нумеричку или геометријску вредност, или скуп таквих вредности, који се користе као основа за одређивање хоризонталних и вертикалних позиција тачака. Према томе разликујемо хоризонтални и вертикални геодетски датум [3].



Слика 1: Однос физичке површи Земље, површи геоида и елипсоида

3.2 Технологије мерења и математички модел

У GNSS позиционирању као мерене величине користе се оне величине које се изводе на основу величина које се директно мере поређењем примљеног сигнала и сигнала генерисаног у пријемнику. У једном случају се мери време за које сателитски сигнал прође растојање између фазних центара антене сателита и пријемника, а у другом случају се мери фазна разлика. На основу тога, постоје две врсте мерења у GNSS системима, и то:

- кодна мерења (pseudo ranges – кодови C/A, P), и
- фазна мерења (carrier phases - фазе носећих сигнала L1, L2)

За потпуно математичко дефинисање GNSS мерења, користимо два основна математичка модела:

- функционални модел, и
- стохастички модел.

3.4 Методе GNSS позиционирања

GNSS позиционирањем се одређује просторни положај (координате) стационараних или покретних објеката (тачака). Разликујемо три режима рада приликом одређивања координата тачака:

- статички (пријемници су непокретни за време опажања),
- кинематички (пријемници се крећу) и
- диференцијални (DGPS).

Са становишта принципа мерења, разликују се четири основне методе позиционирања:

- апсолутно (аутономно) статичко позиционирање,
- апсолутно (аутономно) кинематичко позиционирање,
- релативно статичко позиционирање и
- релативно кинематичко позиционирање.

3.4.2 Примена метода релативног позиционирања

• *Релативно статичко позиционирање* – користи се при успостављању геодетских мрежа као и у мониторингу инжењерских објеката. Ова метода даје највећу тачност (до 1 cm) и поузданост одређивања координата тачака у односу на остале методе позиционирања.

• *Релативно кинематичко позиционирање са накнадном обрадом (PPK – Post Processing Kinematic)* обавља се у циљу одређивања координата детаљних тачака. Користи се у оквиру геодетског снимања детаља, и њена примена је могућа у комплекту: база + ровер, или унутар мреже перманентних станица. Обрада података врши се након обављених теренских радова.

• *Релативно кинематичко позиционирање у реалном времену (RTK)* – има исту примену као метода релативног кинематичког позиционирања са накнадном обрадом, с тим што се у овој методи обрада података врши у реалном времену, што омогућава учовавање евентуалних грешака непосредно на терену. RTK методом могу се одредити координате детаљних тачака или вршити њихово обележавање.

• *Диференцијално позиционирање* – овај метод је један од најчешће примењиваних метода, с обзиром да је највећој популацији корисника GPS система довољна тачност позиционирања од 1 до 10 метара. У геодетском премеру овај метод се не користи због мале тачности али се примењује за потребе географских информационих система у геодезији и картографији.

4. ИЗВОРИ ГРЕШАКА У GNSS ПРЕМЕРУ

Деградација GNSS позиционирања јавља се када су мерења оптерећена различитим изворима грешака. Грешке GNSS система могу се сврстати у три главне категорије:

- грешке сателитског порекла,
- грешке пропагације сигнала,
- грешке пријемника.

4.1 Грешке сателитског порекла

Грешке сателитског порекла обухватају следеће типове грешака:

- Грешке због лоше геометрије сателита
- Грешке ефемериде
- Грешке часовника на сателиту
- Грешке теорије релативитета

4.2 Грешке пропагације сигнала

Са становништва кретања електромагнетних таласа који имају GPS фреквенције, Земљина атмосфера дели се на јоносферу и тропосферу. Ова два атмосферска слоја карактеристична су по томе што се у њима GPS сигнали различито понашају. Доминантне грешке које се јављају приликом простирања сигнала су:

- грешке јоносферског кашњења сигнала,
- грешке тропосферског кашњења сигнала,
- грешке вишеструке рефлексије.

4.3 Грешке пријемника

Грешке пријемника се деле на:

- Грешке услед шума у пријемнику
- Грешке синхронизације часовника пријемника
- Грешке ексцентритета фазног и геометријског центра

5. GNSS ТЕХНОЛОГИЈЕ У ГЕОДЕТСКИМ РЕФЕРЕНТНИМ МРЕЖАМА

5.1 Основни концепти геодетских референтних мрежа

Геодетске референтне мреже деле се на три основна концепта:

- Концепти 1D мрежа,
- Концепти 2D мрежа,
- Концепти 3D мрежа.

5.2 Основни концепти, компоненте и мреже перманентних станица

Перманентне станице оредстављају сервис за подршку примене сателитског позиционирања на одређеној територији који ради непрекидно 24 часа дневно у домену центиметарске тачности. На слици 2 су приказане основне компоненте перманентне станице.

Концепт перманентних станица даје нове погодности у односу на остале начине позиционирања у геодетском премеру:

- позиционирање високе тачности у реалном времену
- позиционирање високе тачности са накнадном обрадом
- хомогена тачност позиционирања за целу државу
- јединствена мрежа перманентних станица за целу државу
- корекције атмосферских систематских грешака у реалном времену.



Слика 2: Основне компоненте перманентне станице

5.3 Активна геодетска референтна основа Србије (AGROS)

Крајем 2005. године, Републички геодетски завод и Факултет техничких наука успостављају Активну Геодетску Референтну Основу Србије (AGROS) мрежу перманентних GNSS станица. Први контролни центар у Србији за управљање мрежом CORS станица налазио се на Факултету техничких наука у Новом Саду. Године 2010. Спроведена је кампања мерења на тачкама AGROS, неколико тачака референтне мреже Републике Србије (SREF и YUREF мреже) где је Република Србија прешла са ITRF96 на ETRF2000 координатни оквир који је и данас у употреби.

AGROS представља скуп релативно правилно распо-ређених референтних станица са прецизно одређеним координатама у конвенционалном терестричком референтном систему. На овим перманентних станицама врше се континуирана GNSS опажања и прослеђују се у један или више контролних центара.

6. АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ RTK И РЕЛАТИВНЕ СТАТИЧКЕ МЕТОДЕ У ФОРМИРАЊУ GNSS МРЕЖЕ

6.1 Мерења у GNSS мрежи RTK методом

На кампусу Универзитета у Новом Саду формирали смо GNSS мрежу од 6 тачака, применом RTK методе. Као базна станица кориштена је перманентна станица Нови Сад (NN). Са дужином сесије од 30 секунди, у три епохе опажања, добијени резултати средњих вредности координата приказани су у табели 1.

Табела 1: Приказ средњих вредности координата тачака у WGS84 координатном систему

Број Тачке	X[m]	Y[m]	Z[m]
1.	4231032,982	1527405,861	4506738,174
2.	4230985,575	1527468,269	4506762,329
3.	4231055,586	1527548,687	4506669,976
4.	4231101,079	1527606,400	4506608,365
5.	4231144,095	1527549,996	4506585,754
6.	4231093,759	1527483,503	4506655,473

6.2 Мерења у GNSS мрежи релативном статичком методом

При формирању мреже користили смо стандардну статичку методу, са епохом снимања од 20 минута и

периодом скенирања од 1 секунде. Снимили смо 7 вектора између 6 тачака, и извршили процесирање у South Geomatic Office (SGO) софтверу. Као резултат процесирања добили смо текстуални фајл са координатним разликама базних вектора.

6.3 Упоредна анализа тачности и поузданости RTK и релативне статичке методе

Да би извршили квалитетно упоређивање тачности и поузданости ове две методе, упоредићемо координатне разлике вектора, са варијансама и коваријансама, као и просечне вредности RMS грешака које смо добили из Microsoft Excel фајла након завршеног снимања RTK методом, и из извештаја након процесирања базних вектора. Са циљем да што јасније сагледамо квалитет одређивања вертикалних и хоризонталних положаја обе методе, у табели 2 биће приказане стандардне девијације базних вектора, а у табели 3 ћемо упоредити координатне разлике RTK и релативне статичке методе.

Табела 2: Стандардне девијације базних вектора

Базни вектор	сп-RTK (mm)	сп-statika (mm)	Δсп (mm)
1—2	14,79422	7,539158	-7,25506
2—3	10,85490	3,324876	-7,53003
3—4	17,40626	0,579396	-16,82690
4—5	16,45823	2,907387	-13,55080
5—6	4,715459	1,680833	-3,03463
6—1	23,15710	6,485522	-16,67160
6—3	20,98931	0,337046	-20,65230

Табела 3: упоређивање координатних разлика базних вектора

Базни вектор	ΔX(RTK)-ΔX(статика)	ΔY(RTK)-ΔY(статика)	ΔZ(RTK)-ΔZ(статика)
1—2	0,025	0,064	0,022
2—3	-0,011	-0,018	0,023
3—4	-0,007	0,011	0,004
4—5	0,073	0,025	0,033
5—6	-0,019	-0,011	-0,015
6—1	-0,037	-0,036	-0,015
6—3	-0,019	0,009	-0,002

У табелама 4 и 5 даћемо приказ средних вредности RMS, HRMS и VRMS грешака за обе методе:

Табела 4: Приказ RMS, HRMS и VRMS грешака координата одређених RTK методом

Број тачке	RMS (m)	HRMS (m)	VRMS (m)
1.	0,025	0,014	0,021
2.	0,025	0,014	0,021
3.	0,026	0,014	0,021
4.	0,026	0,014	0,022
5.	0,026	0,014	0,022
6.	0,026	0,014	0,022

Табела 5: Приказ RMS, HRMS и VRMS грешака координата одређених релативном статичком методом

Базни вектор	RMS (m)	HRMS (m)	VRMS (m)
1-2	0,013	0,010	0,008
2-3	0,011	0,008	0,008
3-4	0,009	0,007	0,005
4-5	0,014	0,008	0,012
5-6	0,012	0,007	0,010
1-6	0,018	0,007	0,016
3-6	0,005	0,001	0,005

7. ЗАКЉУЧАК

На основу података у претходним табелама можемо да закључимо да RTK метода пружа брза и ефикасна мерења у GNSS мрежи са RMS вредностима од око 0.025 метара, што указује на високу укупну прецизност. Хоризонтална и вертикална прецизност су стабилне али нешто ниже у поређењу са релативном статичком методом. Значајно бољу укупну прецизност, са RMS вредностима које се крећу 0.005 до 0.018 метара, показује релативна статичка метода.

У просеку, разлика између координатних разлика добијених овим методама износи 0.006 метара, што нам говори да је RTK метода веома прецизна и поуздана за већину практичних потреба, тако да представља први избор када су нам потребна брза опажања са релативно високом тачношћу. За пројекте који захтевају високу тачност, релативна статичка метода је приоритет, иако захтева више времена и опреме.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ђогатовић М.: Алгоритми естимације стања сигнала глобалних навигационих сателитских система, Докторска дисертација, Саобраћајни факултет, Београд, 2016.
- [2] Благојевић Д.: Увод у сателитску геодезију, Грађевински факултет, Београд, 2014.
- [3] Савановић М.: Анализа могућности дефинисања и реализације државног просторног геодетског референтног система на бази глобалног терестричког референтног система, Докторска дисертација, Грађевински факултет, Београд, 2017.

Kratka biografija:



Владимир Петровић рођен је 1998. године у Зворнику. Мастер студије на Факултету техничких наука уписао је 2022. године.

Контакт: vpetrovic98@outlook.com

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2024. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Dunja Vrbaški	Marinko Maslarić	Nemanja Tasić
Aleksandar	Đorđe Vukelić	Marko Marković	Nenad Simeunović
Anđelković	Goran Jeftenić	Marko Todorov	Nikola Vojnović
Aleksandar Kovačević	Goran Savić	Marko Vekić	Platon Sovilj
Aleksandar	Goran Sladić	Maša Bukurov	Predrag Teodorović
Kupusinac	Goran Stojanović	Mijodrag Milošević	Radivoje Dinulović
Aleksandar Selakov	Goran Tepić	Milan Delić	Radomir Kojić
Aleksandra Radulović	Gordan Stojić	Milan Gavrić	Romana Bošković-
Aleksandra Pešterac	Gordana Ostojić	Milan Marinković	Živanović
Ana Nešić Tomašević	Gordana	Milan Mirković	Sandra Dedijer
Andraš Anderla	Milosavljević	Milan Rapajić	Saša Medić
Andrija Rašeta	Igor Dejanović	Milan Rackov	Slavica Mitrović
Atila Zelić	Igor Maraš	Milan Segedinac	Senka Bajić
Bojan Batinić	Igor Peško	Milan Trivunić	Slađana Milićević
Bojan Matić	Ilija Bašićević	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bojan Tepavčević	Iva Šiđanin	Milena Krklješ	Slobodan Šupić
Bojan Jovanović	Ivan Mezei	Milica Vračarić	Slobodan Tabaković
Boris Agarski	Ivan Prokić	Milica Miličić	Srđan Popov
Boris Stojić	Ivana Mihajlović	Milica Kisić	Srđan Vukmirović
Branko Milosavljević	Ivana Vasiljević	Miloš Simić	Stevan Gostojić
Damir Đaković	Ivana Katić	Miloš Šešlija	Stevan Milisavljević
Danijela Ćirić	Ivana Maraš	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Danijela Gračanin	Ivana Miškeljin	Milja Simeunović	Suzana Draganić
Danijela Lalić	Jelena Atanacković	Miljana Prica	Svetlana Bačkalić
Darko Čapko	Jeličić	Miodrag Milutinov	Svetlana Nikoličić
Darko Stefanović	Jelena Borocki	Miodrag Žigić	Tamara Škorić
Dejan Ecet	Jelena Ivetić	Miroslav Dramićanin	Teodora Vučković
Dejan Reljić	Jelena Radonić	Miroslav Zarić	Vesna Stojaković
Dejan Movrin	Jelena Slivka	Mirko Raković	Višnja Žugić
Dejan Ubavin	Jelena Spajić	Miro Govedarica	Vladimir Đaković
Dejana Nedučin	Kalman Babković	Miroslav Kljajić	Vladimir Mučenski
Dragan Adamović	Lazar Kovačević	Miroslav Zarić	Vojin Ilić
Dragan Dinu	Lidija Krstanović	Mladen Tomić	Vuk Bogdanović
Dragan Ivanović	Ljiljana Popović	Mladen Radišić	Vuk Vranjkovic
Dragan Ivetić	Ljubica Duđak	Nataša Milosavljević	Zoran Brujić
Dragan Jovanović	Ljubo Nedović	Nebojša Brkljač	Zoran Čepić
Dragan Pejić	Ljubomir Budinski	Nebojša Radović	Zoran Jeličić
Dragan Ružić	Magdolna Pal	Nebojša Ralević	Željen Trpovski
Dragana	Maja Turk Sekulić	Neda Milić Keresteš	Željko Kanović
Konstantinović	Maja Petrović	Nemanja Kašiković	
Dragoljub Šević	Marija Silađi	Nemanja Sremčev	
Drago Žarković			

