



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке – зборници

Година: XL

Број: 2/2025

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XL Свеска: 2

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 Милена Кркљеи

Проф. др Андрија Рашета

Проф. др Гордан Стојић

Проф. др Небојша Ралевић

Проф. др Миодраг Жигић

Проф. др Немања Кашиковић

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

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Доц. др Драгана Гак, преводилац

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН, проф. др Селена Самарџић 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
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 друга 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 17. 9. 2024. до 30. 9. 2024. 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 свесци са редним бројем 2, објављени су радови из области:

- машинства,
- грађевинарства,

- саобраћаја,
- архитектуре,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- мехатронике и
- математике у техници.

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.

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

Садржај

Машинство

Азра Селимовић АНАЛИЗА ГЕНЕРИСАЊА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ У НУКЛЕАРНИМ РЕАКТОРИМА	1–4
Бојан Јокић ПРЕГЛЕД СТАЊА ТЕХНИКЕ СОЛАРНИХ КОЛЕКТОРА СА ТЕХНОЕКОНОМСКОМ АНАЛИЗОМ	5–8
Владимир Козомора УЛОГА МИКРОМЕШАЧА У ОБЛАСТИ МИКРОФЛУИДИКЕ	9–12
Марко Јеремић ПРОЈЕКАТ СИСТЕМА ЗА АУТОМАТИЗАЦИЈУ ИНДУСТРИЈСКИХ ПРОЦЕСА	13–16

Грађевинарство

Немања Дакић ИЗРАДА АЛГОРИТМА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ТОКОВА САОБРАЋАЈА	17–20
Ана Стојаковић МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ СТРУКТУРА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ	21–24
Никола Лаловић УПОТРЕБА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ПРИ АНАЛИЗИ БЕТОНСКИХ СТРУКТУРА	25–28

Саобраћај

Љубомир Јелић УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ КОРИШЋЕЊЕМ ADAS СИСТЕМА	29–33
Душан Савић АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА КОРИШЋЕЊЕМ ГИС СОФТВЕРА	34–37

Графичко инжењерство и дизајн

Јована Бошњаковић, Иван Пинђер ИЗРАДА АНИМАЦИЈЕ ГРАФИЧКОГ СИСТЕМА ДИГИТАЛНЕ UV ШТАМПЕ ЗА ПРИМЕНУ У СИСТЕМИМА ЗА УЧЕЊЕ НА ДАЉИНУ	38–41
---	-------

Тамара Илић, Бојан Бањанин, Јелена Керац РЕДИЗАЈН И КОНСТРУКЦИЈА ДИГИТАЛНОГ ПОЗОРИШНОГ КОСТИМА	42–45
Маша Драгојлов, Ивана Јурич ЕВАЛУАЦИЈА И УПОРЕДНА АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРА ЗА БРИСАЊЕ И ЗАМЕНУ ПОЗАДИНЕ НА ФОТОГРАФИЈАМА	46–49
Драгана Агбаба, Ивана Јурић АНАЛИЗА И ПРОВЕРА КВАЛИТЕТА КОРИГОВАНИХ ЗАМУЋЕНИХ ФОТОГРАФИЈА ПОМОЋУ СОФТВЕРА НА БАЗИ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ	50–53
Милош Дудуковић, Саша Петровић УПОТРЕБА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ПРИ ИЗРАДИ КЊИГЕ ГРАФИЧКИХ СТАНДАРДА	54–57
Огњен Тимотијевић ДИЗАЈН ПЛАКАТА У СИНТВЕЈВ СТИЛУ	58–60
Саша Шећеров, Савка Адамовић ФОРМАЛДЕХИД ЕМИТОВАН ТОКОМ ПРОЦЕСА ФЛЕКСО ШТАМПЕ	61–65
 <i>Архитектура</i>	
Александра Поповић ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА КУЋЕ НА ПРОСТОРУ ПАРЦЕЛЕ ТЕМЕРИНСКЕ 38	66–70
Бранко Дрчелић ОПТИМИЗАЦИЈА МОДЕЛОВАЊА ОБЈЕКТА УЗ ПОМОЋ POINT CLOUD ПОДАТАКА КОРИШЋЕЊЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЈЕ	71–74
Анђела Марковић АРХИТЕКТОНСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И КУЛТУРНИ КОНТЕКСТ ТРАДИЦИОНАЛНИХ КУЋА НА ПРОСТОРУ СЕВЕРОИСТОЧНЕ ЦРНЕ ГОРЕ	75–78
Анђела Самарџић ПРОЈЕКАТ ГИМНАЗИЈЕ У НОВОМ САДУ	79–82
Ана Марић ПРИНЦИПИ ЕНТЕРИЈЕРА КОКТЕЛ БАРА ПРИКАЗАНИ КРОЗ ИЗРАДУ БАРА У БЕОГРАДУ	83–86
Нина Чегар, Миљана Зековић ГРАЂЕЊЕ НА СЛОЈЕВИМА НАРАТИВНОГ ТАЛОГА: ПРОЈЕКАТ МЕМОРИЈАЛНОГ ПАРКА "СТАРО САЈМИШТЕ"	87–90

Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду

Јована Чугаљ

91–94

**СВЕСТ И ПЕРЦЕПЦИЈА СТАНОВНИКА ВОЈВОДИНЕ О
УТИЦАЈУ ИСКОРИШЋЕНИХ БАТЕРИЈА ИЗ ДОМАЋИНСТВА
НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ**

Мехатроника

Милош Радовић

95–99

**МОДЕРНИЗАЦИЈА АУТОМАТСКОГ ПОСТРОЈЕЊА ЗА
ДЕОДОРИЗАЦИЈУ УЉА У ФАБРИЦИ ДИЈАМАНТ**

Дејан Мутавцић

100–103

**ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА *IoT* ПЛАТФОРМЕ ЗА ДАЉИНСКИ
НАДЗОР И УПРАВЉАЊЕ ПАМЕТНИМ КУЋНИМ СИСТЕМОМ**

Математика у техници

Јелена Љиљанић

104–107

КОМБИНАТОРНЕ ИГРЕ

ANALIZA GENERISANJA TOPLOTNE ENERGIJE U NUKLEARNIM REAKTORIMA**ANALYSIS OF HEAT GENERATION IN NUCLEAR REACTORS***Azra Selimović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Rad je namjenjen analizi uticaja moderatora na mogućnost održavanja lančane reakcije unutar nuklearnog reaktora. Analiziran je lakovodni pritisni reaktor (PWR) za tri najčešće vrste moderacije: obična voda, teška voda i grafit.. Cilj analize je prikazati kako izbor moderatora utiče na sigurnost i performanse nuklearnih elektrana. Korištena metoda za određivanje samoodrživosti lančane reakcije je putem faktora kritičnosti reaktora konačnih dimenzija.

Ključne reči: nuklearni reaktor, generisanje toplote, moderator, samoodrživa lančana reakcija

Abstract – The work is aimed at analysing the impact of moderators on the ability to sustain a chain reaction within a nuclear reactor. A pressurized water reactor (PWR) was analysed for the three most common types of moderation: ordinary water, heavy water, and graphite. The objective of the analysis is to demonstrate how the choice of moderator affects the safety and performance of nuclear power plants. The method used for determining the self-sustainability of the chain reaction is through the criticality factor of a reactor of finite dimensions.

Keywords: nuclear reactor, heat generation, moderator, self-sustaining chain reaction

1. ŽIVOTNI CIKLUS NUKLEARNE ELEKTRANE

Nuklearna elektrana je energetska postrojenja u kojem uz pomoć toplote generisane reakcijom fisije dobijamo paru, a kasnije konvencionalnom konverzijom i električnu energiju. Princip rada elektrane zasnovan je na Rankinovom ciklusu. Elektrana se sastoji iz primarnog i sekundarnog kruga. Primarnom krugu pripadaju reaktor sa pratećim komponentama i parogenerator kao veza između primarnog i sekundarnog kruga, u sekundarni krug pripadaju komponente za pretvorbu toplotne u električnu energiju tj. turbina, kondenzator i pumpa kondenzatora. Životni ciklus nuklearne elektrane sa može podijeliti u četiri osnovne faze a to su: predizgradnja, izgradnja, operativna faza i zatvaranje i dekomisija. Svaka od navedenih faza sa sobom nosi specifične zahtjeve i izazove kao i detaljnu procjenu sigurnosti, tehnički standarda i operativnih procedura koji se moraju unapređivati shodno najnovijim standardima ili regulativama sigurnosti [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđije Doder, doc.

2. ATOM

Broj elementarnih čestica koje se nalaze u atomskom mikrosvijetu je veoma velik, ali za razumjevanje procesa fisije potrebno je poznavati osnovne elementarne čestice: nukleoni (proton i neutron), foton, neutroni i elektron. Atom koji sadrži isti broj protona a različit broj neutrona u jezgri su izotopi. Osnovne sile koje određuju stabilnost atomskih jezgri su nuklearne sile (privlačna sila) i elektrostatska sila (odbojna sila) koja raste s brojem protona u jezgri. Nuklidi koji se nalaze u pobuđenom stanju su nestabilni i kod tih nuklida postoji prirodna težnja da se putem unutrašnjih transformacija i/ili putem emisija suvišnih čestica vrate u područje stabilnosti i ovaj proces nazivamo radioaktivnost. Odvajanje nukleona i protona iz jezgre zahtjeva utrošak energije koji je za protone znatno veći, svaka promjena kojom se oslobađa energija rezultira većom energetska stabilnosti. Promjena energije sistema kod postizanja veće stabilnosti nuklearnog sistema potiče iz činjenice da je materija neuništiva i da se ona javlja u dva osnovna vida koja se međusobno mogu transformisati a to su masa i energija. Povećanje energije mora dovesti do smanjenja mase i obrnuto, Einstein-ova specijalna teorija relativnosti je odredila kvantitativan izraz ekvivalenosti odnosno uslov pretvorbe mase u energiju:

$$\Delta E = \Delta mc^2 \quad (1)$$

Oslobađanje potencijalne enegije atomskog jezgra može se ostvariti preko dvije vrste nuklearnih reakcija: fisija (cijepanje teških jezgri) i fuzija (spajanje lakših jezgri). Obje nuklearne reakcije rezultuju nastankom atomskih jezgri sa većom energijom po nukleonu. Budući da su nuklearne reakcije pojave u mikrosvijetu svaka se kvantifikacija tih pojava mora zasnivati na principima vjerovatnoće. Parametar koji kvantificira učestalost pojave pojedinih nuklearnih reakcija naziva se udarni presjek. Udarni presjeci bitni za analizu su: udarni presjek za elastični sudar i udarni presjek za nelastičan sudar, a pored fisije bitna je i nuklearna reakcija zarobljivanja neutrona [1].

3. SAMOODRŽIVA LANČANA REAKCIJA

Proces fisije atoma praćen je emisijom neutrona, gdje postoji mogućnost da će sit neutroni iskoristiti za izazivanje daljih fisija i time proces nastaviti bez unošenja dodatnih neutrona u nuklearno gorivo. Taj proces je poznat kao lančana reakcija. Analiza mogućnosti ostvarenja samoodržive lančane rakiije unutar određenog sistema je osnova za funkcionisanje nuklearnog reaktora. S obzirom da je najčešće korišteno gorivo unutar nuklearnih reaktora za dobijanje električne energije U-235 ili U-238 sa određenim postotkom obogaćenja tj udjelom U-235 možemo reći da će samoodrživa lančana reakcija biti ostvarena ako je ispunjen uslov za efikasno usporenje

neutrons do termičkih energija (0.025 eV). Efikasnost usporenja neutrona zavisi od izbora moderatora, najčešće korišteni moderatori su obična voda, teška voda i grafit. Efikasnost moderatora se ogleda u vrijednosti parametra ξ koji predstavlja broj obrnutno razmjernan potrebnom broju sudara neutrona od fisije energije (2 MeV) do termičke energije.

4. DIFUZIJA NEUTRONA

Poznavanje raspodjele neutronske toke u prostoru je bitno za određivanje prostorne raspodjele nuklearnih reakcija izazvanih neutronima. Neutroni difundiraju kroz čvrste tvari u cik cak putanjama sudarajući se sa jezgrama materijala. Iako su putanje pojedinih neutrona sasvim nepravilne najveća je vjerovatnoća rezultantnog kretanja neutrona od mjesta njihove veće gustine prema mjestu manje. Granični uslovi difuzije neutrona se najčešće odnose na:

1. rasprostiranje neutronske toke na granici materijala i
2. rasprostiranje neutronske toke na granici dva materijala različitih svojstava.

Iz prvog uslova dobijamo definiciju ekstrapolirane dužine koja predstavlja zamišljenu udaljenost van materijala kod koje bi neutronska tok, kad bi opadao istim gradijentom kao na graničnoj površini postao jednak nuli.

Ekstrapolirana dužina neovisna je o neutronske toke na graničnoj ploči i koristi se za neposrednu primjenu kod izračunavanja kritičnih dimenzija nuklearnog reaktora. Iz drugog graničnog uslova dobijamo podatak da u neposrednoj blizini granične ploče neutronska tok i neutronska struja iznose isto za oba medija/materijala [1].

Tabela 1. *Difuzijske konstante i ekstrapolirane dužine termičkih neutrona*

Moderator	Difuzijska konstanta [m]	Ekstrapolirana dužina [m]
Obična voda	0.0016	0.0034
Teška voda	0.0085	0.0181
Grafit	0.0084	0.0179

Difuzijska konstanta ovisi o svojstvima materijala kroz koji se neutroni kreću.

5. STATIČKA ANALIZA KRITIČNOSTI REAKTORA

Faktor multiplikacije/kritičnosti reaktora k_{ef} određuje odnos broja proizvedenih neutrona i osnova je statičke analize kritičnosti reaktora. Faktor k_{∞} predstavlja multiplikacijski faktor neograničenog reaktora tj. bijeg neutrona je zanemariv. Faktor kritičnosti reaktora konačnih dimenzija određujemo preko relacije:

$$k_{\infty} = \epsilon p f \eta \quad (2)$$

Gdje je :

- faktor ϵ predstavlja faktor brze fisije, kod lakovodnih reaktora zbog gustog pakovanja goriva dolazi do interakcija brzih neutrona sa susjednim gorivnim šipkama, pa je ovaj faktor uvijek veći od jedinice.

- faktor f predstavlja faktor iskorištenja termičkih neutrona, koji zavisi od razmaka gorivnih šipki tj koraka šipke gorivnog sklopa gdje će faktor f biti povoljniji ako je razmak između gorivnih šipki znatno veći od njihovih poluprečnika. Faktor f raste ako poluprečnik šipke pada, gdje je povišenje faktora povoljno ako iz iste količine urana napravimo više tanjih gorivnih šipki umjesto manje debljih šipki. Ako iz istu debljinu gorivne šipke, raste odnos zapremine moderatora i urana u jezgri faktora f opada, jer se povećava zahvat termičkih neutrona u moderatoru.
- faktor p predstavlja vjerovatnoću izbjegavanja rezonantne apsorpcije, apsorpcija neutrona rezonantne energije u nuklearnom gorivu, kao i odnos prosječnih neutronske tokova u gorivnoj šipki i moderatoru zavisi od vrste nuklearnog goriva i odnosa površine i mase gorivne šipke, ova pojava određuje pomoću empirijskog izraza i nazvamo je efektivni rezonantni integral. Efektivnim rezonantnim integralom obuhvata se odnos tokova neutrona u gorivu i moderatoru pa se faktor p također dobija iz empirijskih izraza.
- faktor η predstavlja broj fisijih neutrona koji se dobija po apsorbovanom neutronu u nuklearnom gorivu, tj. faktor umnožavanja neutrona u procesu fisije zavisi samo od vrste nuklearnog goriva, a ne o vrsti moderatora ili načinu na koji je gorivo pomiješano sa moderatorom. Faktor η je uvijek manji od broja neutrona dobijenih u fisiji jer svaka apsorpcija neutrona u nuklearnom gorivu ne dovodi do fisije.

Kritičnost reaktora konačnih dimenzija se iskazuje kroz uslov da je $k_{ef} = 1$, što je k_{∞} bliži jedinici to možemo dozvoliti manji bijeg neutrona iz reaktora, tj. moramo graditi veći reaktor.

$$k_{ef} = k_{\infty} L_b L_t \quad (3)$$

gdje faktore L_b i L_t definišemo kao faktore bijega brzih i termičkih neutrona [2].

5.1 Dimenzije kritičnog reaktora

Najčešći geometrijski oblik reaktora je cilindričan, tako da se sve empirijske formule za izračun dimenzija reaktora i faktora zakrivljenja dobijaju iz niza matematičkih sistema sa cilindričnim koordinatama osnih simetrija. Najjednostavniji princip dobijanja empirijskih formula jeste da zamislimo da je centar koordinatnog sistema postavljen na polovinu visine cilindra jer tada možemo zanemariti aksijalnu raspodjelu toka neutrona jer će biti simetrična. Faktor zakrivljenja neutronske toke određujemo kao geometrijski faktor zakrivljenja B_g kako bi se razlikovao od onog iz kojeg proizlazi na osnovu bilanse neutrona tj. materijalnog faktora zakrivljenja B_m . Kritičnost reaktora se postiže kada je $B_g = B_m$ i faktor zakrivljenja kritičnog reaktora se dobija na osnovu relacije:

$$B^2 = \left(\frac{2.405}{R}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{H}\right)^2 \quad (4)$$

Zavisnosti minimalne zapremine cilindričnog reaktora i faktora zakrivljenja neutronskog toka B dobijamo optimalni odnos između visine i poluprečnika kritičnog cilindričnog reaktora sa stanovništa najmanjeg utroška materijala. Odnos između poluprečnika i visine cilindričnog reaktora možemo pisati kao:

$$R^2 = \frac{2.405^2 H^2}{B^2 H^2 - \pi^2} \quad (5)$$

Zapremina cilindra:

$$V = \pi R^2 H = \frac{\pi 2.405^2 H^3}{B^2 H^2 - \pi^2} \quad (6)$$

Diferenciranjem i sređivanjem izraza dobija se minimalna zapremina i poluprečnik cilindra reaktora, dok odnos visine i poluprečnika koji daje minimalnu zapreminu je 1.85.

$$R = \frac{2.945}{B} \quad \text{i} \quad V_{min} = \frac{148.2}{B^3} \quad (7)$$

Dimenzije reaktora se mogu smanjiti vraćanjem dijela odbjeglih neutrona u reaktorsku jezgru što se postiže oblaganjem jezgre reaktora slojem materijala koji nazivamo reflektor. Dobar reflektor mora imati svojstvo male apsorpcije i efikasnog usporavanja neutrona kao i moderator [1].

6. KINETIČKA ANALIZA KRITIČNOSTI REAKTORA

Kritičnost reaktora u slučaju stacionarnog stanja može izraziti pretpostavkom da je efektivni multiplikacijski faktor reaktora jednak jedinici. Kod kinetičke analize reaktora efektivni multiplikacijski faktor može biti veći ili manji od jedinice, u slučaju $k_{ef} > 1$ reaktor je nadkritičan i u slučaju $k_{ef} < 1$ reaktor je podkritičan. Brzina promjene neutronskog toka je funkcija veličine odstupanja k_{ef} od jedinice i mjera za to odstupanje je nazvana reaktivnost na koju utiču razni faktori: temperatura, zatrovanje fisijskim produktima, izgaranje nuklearnog goriva, reglacijske šipke, otopljeni apsorberi... Osnovna zadaća kinetike reaktora je odrediti zavisnost promjene neutronskog toka u reaktoru a time i generisane snage, izraz po kojem računamo reaktivnost reaktora je:

$$\rho = \frac{k_{ef} - 1}{k_{ef}} \quad (8)$$

Ako je reaktivnost veoma mala i ω_0 (frekvencija promjena u neutronskom fluksu tj. brzina kojom se reaktor prilagođava promjenama reaktivnosti) će biti veoma mala i kod takvih promjena stabilni period reaktora zavisi od karakteristika zakašnjelih neutrona a ne o trajanju ciklusa. Kod veoma velike promjene

reaktivnosti period reaktora (koji je pokazatelj brzine promjene neutronskog toka) zavisan je samo o trajanju ciklusa promptnih neutrona i takav reaktor nazivamo promptno kritičan reaktor. Reaktor postaje promptno kritičan kada može održavati kritičnost bez zakašnjelih neutrona. Udio zakašnjelih neutrona zavisi o tipu nuklearnog reaktora [1].

6.1 Temperaturni koeficijent reaktivnosti

Promjenom temperature u jezgri reaktora mijenja se i reaktivnost. Najbitniji razlozi za uticaj temperature na reaktivnost su:

- broj atoma moderatora po jedinici zapremine se mijenja zbog termičke ekspanzije;
- mikroskopski udarni presjeci su ovisni od prosječne energije termičkih neutrona i
- rezonantni zahvat neutrona u uranu mijenja se sa intenzitetom oscilatornog kretanja atoma urana pod djelovanjem temperature.

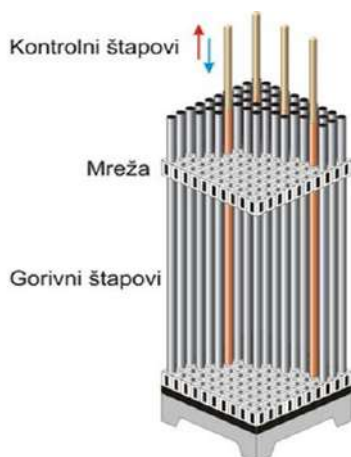
Odziv snage reaktora na promjene temperature zavisi od predznaka temperaturnog koeficijenta reaktivnosti α_T . U slučaju da je α_T pozitivan reaktor na povšenje reaktivnosti reaguje povišenjem neutronskog toka i generisane snage. Povećanje snage dovodi do daljnjeg povećanja temperature i proces se nastavlja do obustave reaktora djelovanjem zaštitnog sistema, odnosno razaranjem reaktora ako taj sistem otkáže. Ako je α_T negativan svako unošenje pozitivne reaktivnosti u reaktor dovodi do povišenja temperature koja generiše negativnu reaktivnost ismanjuje snagu i temperaturu reaktora. Budući da je negativni temperaturni koeficijent reaktivnosti od bitnog značaja za sigurnost pogona reaktora u propisima za pogon nuklearnih energetske postrojenja, dozvoljen je pogon reaktora samo u takvom slučaju. Najveći broj nuklearnih reakcija odvija se u nuklearnom gorivu i moderatoru iz tog razloga razlikuju se temperaturni koeficijent reaktivnosti goriva i temperaturni koeficijent reaktivnosti moderatora. Temperaturne prilike u nuklearnom gorivu i moderatoru se razlikuju sa dva aspekta:

1. Nivo temperature i brzina temperaturnih promjena su mnogo veće u gorivu
2. Odziv temperature goriva na promjenu snage je znatno brži nego odziv temperature moderatora.

6.2 Reaktivnost po unošenju apsorbera u jezgru

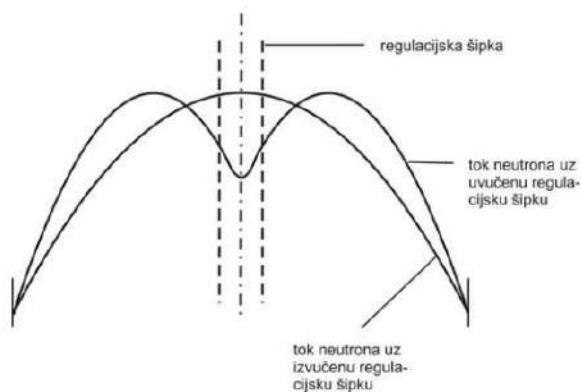
Apsorberi su materijali koji služe da kontrolišu brzinu lančane reakcije. Hemijski elementi koji se koriste kao apsorpcijski materijal su: bor (B), kadijum (Cd), indijum (In), srebro (Ag) i hafnijum (Hf). Najčešća izvedba upotrebe apsorpcijskih materijala jeste u obliku kontrolnih šipki, koje se pomjeraju tj. ulaze ili izlaze iz jezgre reaktora kako bi se omogućila potpuna kontrola brzine. Pored kontrolnih šipki postoji još metoda korištenja apsorbera u reaktoru kod kojih se apsorber ubacuje u vidu borne kiseline u rashladno sredstvo ili tzv. zonskim punjenjem goriva čiji je princip ubacivanja goriva sa različitim nivoom obogaćenja raspoređuje u različitim zonama reaktorskog jezgra radi prostorne distribucije. Ovi načini su dodatni slučajevi apsorpcije, u svakom reaktoru kontrolne šipke su glavni vid apsorpcije tj. kontrole

reaktivnosti reaktora, nalaze se u gorivom sklopu između gorivnih šipki radi maksimalne sigurnosti i garancije da će apsorpcija biti izvršena [3].



Slika 1. Jednostavni prikaz gorivnog sklopa [3]

Tok neutrona u reaktoru prije i nakon uranjanja šipke prikazat ćemo na slici 2.



Slika 2. Tok neutrona u zavisnosti od položaja šipke

Detaljnu analizu efikasnosti regulacijskih/kontrolnih šipki u zavisnosti od položaja dobijamo iz teorije petrubacije. Iz iskustvenih izvora znamo da je efikasnost šipke najveća kad se vrh šipke nalazi u sredini jezgre a najmanja kada se on nalazi u gornjem ili donjem dijelu jezgre reaktora [1].

7. UTICAJ MODERATORA NA KRITIČNOST

Izvršena je analiza APR1000 reaktora koji pripada trećoj generaciji lakovodnih pritisnih reaktora (PWR). Reaktor je napravljen prema svim mogućim sigurnosnim standardima i mjerama predostrožnosti i pravi je primjer konstantnog unapređenja. Analiza je rađena za tri vrste moderacije, gdje se kao rezultat mogućnosti samoodržive lančane reakcije obična i teška voda pokazale kao dobar način moderacije iako je reaktor predviđen samo za moderaciju običnom vodom. Dok za slučaj moderacije grafitom samoodrživa lančana reakcija nije bila moguća, reaktor se nalazio u podkritičnom stanju. Ovakvi rezultati su bili i očekivani s obzirom da reaktorski gorivni sklopovi i veličina gorivnih šipki nije prilagođena za moderaciju grafitom. Moderacija grafitom se vrši preko ploča C-12 koje se nalaze u gorivnom sklopu između gorivnih šipki, dok voda (obična i teška) opstrujava gorivni sklop, a po samoj prirodi tečnog fluida, znamo da će voda opstrujuti gorivni sklop u cjelini [4].

8. ZAKLJUČAK

Nuklearna elektrana predstavlja jedan o najefikasniji i najčistijih izvora električne energije, ali zbog svoje prošlosti (nesreća u Černobilu i Fukušimi) kao i povezanosti sa nuklearnim oružjem često nepreavedno percipirana kao opasna i destruktivna. Međutim, u posljednjih nekoliko decenija, napredak u kompjuterskoj tehnologiji omogućio je detaljno praćenje i preciznu regulaciju lančane reakcije u realnom vremenu čime je značajno smanjena mogućnost incidenta. Savremene regulative i zakoni koji uređuju rad nuklearnih elektrana postaju sve strožiji, čime se dodatno osigurava sigurnost u njihovom radu. Ove promjene vode ka razvoju četvrte generacije nuklearnih reaktora koji obećavaju još veću sigurnost, efikasnost i ekološku prihvatljivost. Uz pravilnu edukaciju javnosti i nastavak stroge regulacije, nuklearna energija može postati ključni element u globalnoj tranziciji ka održivim izvorima energije.

4. LITERATURA

- [1] Feretić, D. (2007). *Uvod u nuklearnu energetiku*. Zagreb: Školska knjiga.
- [2] Popović, D. (1970). *Osnovi nuklearne tehnike*. Beograd: Naučna knjiga.
- [3] Augustin A. (2012). *Infrastructure And Methodologies For The Justification Of Nuclear Power Programmes*
- [4] APR100 – Advanced Power Reactor 1000, Preuzeto 13.08.2024 godine sa aris.iaea.org

Kratka biografija:



Azra Selimović rođena je u Tuzli 1998. godine. Diplomirala je 2022. na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Tuzli na smjeru Energetika i termofluidni inženjering gdje je odbranila završni rad na temu „Karakteristike kotlovskih postrojenja u okviru nuklearne elektrane“. Master rad je završila na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Analiza generisanja toplotne energije u nuklearnim reaktorima.

Kontakt: azselimovicra@gmail.com

PREGLED STANJA TEHNIKE SOLARNIH KOLEKTORA SA TEHNOEKONOMSKOM ANALIZOM

AN OVERVIEW OF THE TECHNICAL STATE OF SOLAR COLLECTORS WITH TECHNOECONOMIC ANALYSIS

Bojan Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je ekonomska analiza, različitih sistema za grejanje tople potrošne vode i grejanje prostora, korišćenjem solarnih kolektora u Srbiji. Korišćenjem "F chart" metode možemo dobiti visoku tačnost proizvodnje tople vode u procentima na godišnjem nivou.

Ključne reči: Solarni termički sistemi, kolektori, f chart metoda, solarni sistemi za grejanje vode, solarni sistemi za grejanje vazduha

Abstract – This paper presents the economic analysis, of different systems for hot water heating and space heating, using solar collectors in Serbia. By using the "F chart" method, we can obtain a high accuracy of hot water production in percentages on an annual basis.

Keywords: Solar thermal systems, collectors, f chart method, solar water heating systems, solar air heating systems

1. UVOD

Zbog zagađenja životne sredine, povećanja cene energenata kao i nesigurnosti snabdevanja čisti i obnovljivi izvori energije dobijaju na značaju. Srbija je zemlja sa jednim od najzagađenijih vazduha i Evropi, ali i sa iznad prosečnom insolacijom, i dok su, manje efikasni, fotonaponski sistemi dobili na značaju, solarni termički sistemi nisu dovoljno zastupljeni.

Kao što na slici 1 možemo videti Srbija nije ni u prvih 15 zemalja po broju postavljenih solarnih kolektora po glavi stanovnika, iako od većina istih zemalja ima veću insolaciju.

U Evropi, ali i u Srbiji se oko 15 % od ukupne potrošene energije troši na zagrevanje vode, najčešće korišćenjem električne energije [1]. Solarni kolektori predstavljaju sjajan način smanjenja potrošnje energije, kao i jedan od najčistijih načina. Solarni termički sistemi ne zahtevaju mnogo održavanja, retko dolazi do kvarova i imaju dug životni vek, ali se postavlja pitanje isplativosti, uticaja na životnu sredinu i energetske duga.

Postoji više vrsta kolektora i sistema za grejanje potrošne vode u kojima se mogu koristiti, najčešće korišćeni je ravan pločasti kolektor u termosifonskom direktnom sistemu. Za grejanje tople vode se često se koriste i

vakuumske kolektori, ali oni su najčešće u indirektnom sistemu, odnosno koriste fluide za prenos toplote jer običnu vodu mogu zagrejati na više od 100 °C. Solarni kolektori se mogu koristiti i za grejanje vazduha, direktno ili zagrevanjem tečnog fluida koji nakon toga predaje toplote vazduhu.

Zemlja	Postavljeni kolektori na 1000 stanovnika u kvadratnim metrima
Austrija	288.89
Grčka	283.43
Danska	60.63
Nemačka	45.13
Švajcarska	36.11
Portugal	25.00
Švedska	25.00
Holandija	13.48
Španija	11.42
Francuska	9.90
Finska	5.87
Italija	5.45
Ujedinjeno Kraljevstvo	3.49
Belgija	2.35
Irska	0.87

Slika 1-Evropske zemlje po broju kolektora po glavi stanovnika [2]

2. POTREBE ENERGIJE ZA GREJANJE VODE I PROSTORA

Količina tople vode koje koristi jedno domaćinstvo zavisi od mnogo faktora, i ne može se izračunati sa 100% tačnosti. Najveće opterećenje je kada se sva mesta istovremeno koriste. Kako to nije čest slučaj onda iz dnevnog grafikona za celu nedelju treba uzeti kao merodavne srednje vrednosti dužih iskorišćenja a ne maksimume. Takođe, vrednost koju dobijemo zavisi i od standarda koji koristimo, dok su različite studije dolazile do različitih rezultata. Najčešće dobijena vrednost u studijama je 60 litara tople vode po danu za 1 osobu. U ovom slučaju posmatraćemo četvoročlanu porodicu. Pretpostavljamo da je voda u bojleru ili rezervoaru zagrejana na 60 °C, koji koristi električni grejač efikasnosti 99 %, i da je temperatura vode iz gradskog cevovoda 15 °C. Prema tome, utrošena energija po danu je (jednačina 1):

$$Q = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta t}{n} \quad (1)$$

$$Q = \frac{4 \cdot 60 \cdot 4,2 \cdot (60 - 15)}{0,99} = 45818 \text{ kJ}$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Đordije Doder.

Dok utrošena energija po mesecu možemo dobiti prema jednačini 2:

$$Q_{\text{mesec}} = 30 \cdot Q \quad (2)$$

$$Q_{\text{mesec}} = 1374540 \text{ kJ ili približno } 380 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{god}} = 12 \cdot Q_{\text{mesec}} = 4560 \text{ kWh} \quad (3)$$

gde je:

Q – Utrošena energija za grejanje vode [kWh]

n – Efikasnost električnog grejača [%]

C_p – Specifični toplotni kapacitet [$\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$]

Δt – Temperaturna razlika između vode koja ulazi i izlazi iz rezervoara [°C]

Q_{mesec} – Utrošena energija za grejanje vode na mesečnom nivou [kWh]

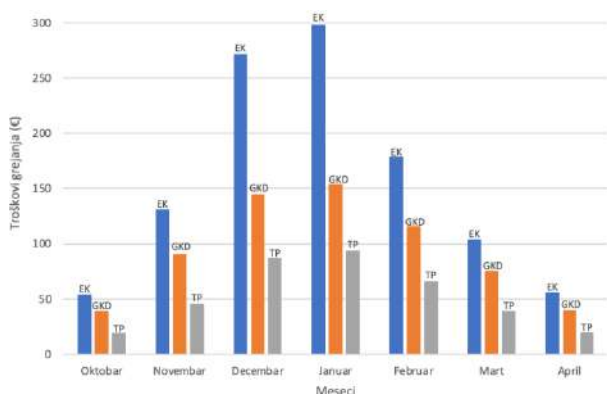
Q_{god} – Utrošena energija za grejanje vode na godišnjem nivou [kWh]

Pretpostavljeno je da se domaćinstvo nalazi u plavoj tarifnoj zoni i da plaća kWh 9,051 dinar. Cena korišćene električne energije prema tome na godišnjem nivou za zagrevanje vode je 41468 dinara. Cena električne energije preuzeta sa sajta countryeconomy.com [4].

Za analizu potrošnje energije za grejanje izabrana je porodična kuća u Beogradu koja se sastoji iz prizemlja i jednog sprata sa kosim krovom. U tabeli 1 možemo videti utrošenu toplotnu energiju za zagrevanje prostora, dok na slici 2 možemo videti poređenje troškova za tri najčešće korišćena načina grejanja.

Mesec	Utrošena energija u kWh
Oktobar	956
Novembar	2351
Decembar	3743
Januar	3979
Februar	2997
Mart	1918
April	983

Tabela 1 - Utrošena energije za grejanje kuće [3]



Slika 2 - Poređenje troškova za grejanje kuće [3]

Na svakom spratu se nalaze dnevna soba, kuhinja, tri spavaće sobe, dva kupatila i ostave, dok je mašinska sala smeštena u prizemlju.

Ukupni trošak grejanja na godišnjem nivou:

- Električni kotao 128 198,55 RSD (1094 €)

- Gasni kotao 77 452,37 RSD (661 €)

- Toplotna pumpa 38 784,77 RSD (331 €)

3. "F CHART" METODA

Metoda F-grafikona ili metoda "F-Chart" zasniva se na korelacijama velikog broja simulacija u zavisnosti od bezdimenzionalnih promenljivih X i Y [5]. X je povezan sa odnosom gubitka kolektora i toplotnog opterećenja, a drugi se odnosi na odnos apsorbovanog sunčevog zračenja i toplotnog opterećenja [5]. Uslovi simulacije varirali su u odgovarajućim rasporedima parametara praktičnih dizajnerskih sistema. Dobijene korelacije daju f , razlomak mesečnog grejnog opterećenja (u ovom slučaju grejanje prostora i tople vode) i proizvedene toplotne energije dobijene sunčevim zračenjem. Rezultat simulacije sistema za koje se primenjuje f grafikoni su korišćeni za razvoj korelacije između bezdimenzionalnih promenljivih f i X , mesečnog udela toplotnog opterećenja zadovoljenog solarnom energijom [5]. Bezdimenzionalni parametri X i Y su definisani kao (formule broj 4 i 5):

$$X = \frac{A_c \cdot F'_R \cdot U_L \cdot (T_{\text{ref}} - T_a) \cdot \Delta t}{L} \quad (4)$$

$$Y = \frac{A_c \cdot F'_R \cdot (\overline{\tau \sigma})}{L} \cdot H_t \cdot N \quad (5)$$

gde je:

A_c – Površina [m^2]

F'_R – Efikasnost kolektora [%]

Δt – Broj sekundi u mesecu

L – Toplotno opterećenje po mesecima [J]

T_a – Prosečna mesečna ambijentalna temperatura [°C]

$\overline{\tau \sigma}$ – Bezdimenzioni proizvod transmitivnosti i apsorpcije

U_L – Toplotni gubitak kolektora [$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$]

H_t – Prosečno dnevno zračenje po mesecima [$\frac{\text{J}}{\text{m}^2}$]

N – Broj dana u mesecu

T_{ref} – Empirijski Izvedena temperatura [100 °C]

Tačnost metode „F Chart“ je prikazana u poređenju sa simulacijom u programu "TRNSIS" gde je razlika bila 3,3 % za sisteme za grejanje vode i 3,7 % za vazdušne sisteme. U poređenju sa ostalim metodama kao što je "Barlei i Vinn's", metodom gde je razlika manja od 3 %, za stohastički pristup modela "Sfeirov" oko 2,5 %, "SLR Metod (Balcomb i McFarland, 1978)" razlika 9 %, dok se "Chang" i "Minard-ovom" optimizacijom, "Havas" i "Abou-Zeid R-Chart", "Ajona" i "Gordon" analitičkim modelom, "Tsilingirisov" jednostavnim kompjuterskim simulacionim modelom skoro u potpunosti slaže, dok je

najveća razlika pronađena tokom direktnog merenja performansi sistema, najveća je bila 15% [6].

“F udeo” ukupnog mesečnog toplotnog opterećenja koje obezbeđuje solarna energija za grejanje vode (tečni sistem) dat je kao funkcija (formula broj 6)[5]:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3 \quad (6)$$

Uslovi za primenu formule 6 su:

$$0 < Y < 3 \text{ i } 0 < X < 18$$

Uslovi su preuzeti iz rada “F-Chart Method for Designing Solar Thermal Water Heating Systems” [5].

Gde je godišnji “F udeo” dat kao (formula broj 7):

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} \quad (7)$$

Za sisteme koji zagrevaju vazduh koristi drugačija formula (formula broj 8):

$$f = 1.040Y - 0.065X - 0.159Y^2 + 0.00187X^2 - 0.0095Y^3 \quad (8)$$

4. TEHNOEKONOMSKA ANALIZA

U tehnoekeonomskoj analizi odrađeni su proračuni prostog perioda povratka investicije, interne stope povrata, kao i neto trenutne vrednosti. Proračuni su rađeni u programu “Microsoft Excel” prema knjizi “Microsoft Excel 2013: Data Analysis and Business Modeling” [7]. Pretpostavljeno je da će ugradnja koštati 10 % od investicije i da će troškovi održavanja biti zanemarljivi. Pretpostavljeni radni vek sistema je 25 godina.

U slučajevima grejanja vode, pretpostavljeno je da se kolektori koriste u kombinaciji sa električnim grejačem.

U slučajevima grejanja prostora dobijamo više rezultata, jer je rađena analiza za tri različite vrste grejanja, odnosno kombinacija kolektora sa električnim kotlom, gasnim kotlom ili toplotnom pumpom. Troškovi grejanja su uzeti za objekat naveden u poglavlju 2. Analizirani kolektori za grejanje prostora koriste vazduh kao grejni fluid.

4.1. Ravan pločasti kolektor “SOL 27 Premium W”

Ravan pločasti kolektor za grejanje vode:

Godišnji “F udeo” :

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,5709$$

$$SPB = 13,74 \text{ godina}$$

$$IRR = 5,2 \%$$

$$NPV = 333707,69 \text{ RSD}$$

4.2. Vakuumski kolektor “TZ58-1800”

Vakuumski kolektor za grejanje vode:

Godišnji “F udeo”:

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,3301$$

$$SPB > 25 \text{ godina}$$

Period povratka investicije je duži od predviđenog radnog veka sistema.

$$IRR = 9 \%$$

$$NPV = 190511,52 \text{ RSD}$$

4.3. Vakuumski kolektor “Solar Master SHA50”

Vakuumski kolektor za grejanje prostora

Godišnji “F udeo”:

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,148$$

Kada se koristi sa gasnim kotlom:

$$SPB_{gk} = 4,86 \text{ godina}$$

$$IRR_{gk} = 20\%$$

$$NPV_{gk} = 162115 \text{ RSD}$$

Kada se koristi sa električnim kotlom:

$$IRR_{ek} = 34 \%$$

$$NPV_{ek} = 268331,5 \text{ RSD}$$

$$SPB_{ek} = 2,94 \text{ godine}$$

Kada se koristi sa toplotnom pumpom:

$$IRR_{tp} = 9 \%$$

$$SPB_{tp} = 9,72 \text{ godina}$$

$$NPV_{tp} = 81118 \text{ RSD}$$

4.4 Vazdušni kolektor “FCB-120-1V”

Kolektor za grejanje prostora

Godišnji “F udeo”:

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,047182$$

Kada se koristi sa gasnim kotlom:

$$SPB_{gk} = 16,69 \text{ godina}$$

$$IRR_{gk} = 3 \%$$

$$NPV_{gk} = 51504,66 \text{ RSD}$$

Diskontni period povratka je duži od predviđenog radnog veka sistema.

Kada se koristi sa električnim kotlom:

$$SPB_{ek} = 10,8 \text{ godina}$$

$$IRR_{ek} = 9 \%$$

$$NPV_{ek} = 85250,11 \text{ RSD}$$

Kada se koristi sa toplotnom pumpom:

$$SPB_{tp} > 25 \text{ godina}$$

Period povratka investicije je duži od predviđenog radnog veka sistema.

$$IRR_{tp} = 1 \%$$

$$NPV_{tp} = 25791,29 \text{ RSD}$$

gde je:

SPB_{gk} – Period otplate u kombinaciji kolektor i gasni kotao

SPB_{ek} – Period otplate u kombinaciji kolektor i električni kotao

SPB_{tp} – Period otplate u kombinaciji kolektor i toplotna pumpa

IRR_{tp} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa toplotnom pumpom

IRR_{ek} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa električnim kotlom

IRR_{gk} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa gasnim kotlom

IRR_{gk} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa gasnim kotlom

NPV_{gk} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa gasnim kotlom

NPV_{ek} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa električnim kotlom

NPV_{tp} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa toplotnom pumpom

NPV_{tp} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa toplotnom pumpom

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata, vidimo da, u slučaju zagrevanja vode za date kolektore, isplativije nam je korišćenje ravnog pločastog kolektora u odnosu na vakuumski. Prilikom grejanja prostora, dati vakuumski kolektor je značajno isplativiji od ravnog kolektora.

Solarni kolektori predstavljaju sjajan način povećanja energetske nezavisnosti, smanjenje emisija gasova staklene bašte ali period povratka investicije je relativno dug. Imaju veoma dug radni vek i ne zahtevaju previše održavanja, a mogu se koristiti i za grejanje prostora i za grejanje vode. Imaju veoma visoku efikasnost, a uz napredak izolacionih materijala, kao i materijala za apsorber i zastakljenje, fluida za prenos i skladištenje energije, mogu značajno povećati svoj udeo u grejanju vode ili prostora.

6. LITERATURA:

[1] State and perspective of individual household heating in Serbia: A survey-based study, Boban Pavlović, Dejan Ivezić, Marija Živković, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Djusina 7, 11000 Belgrade, Serbia, Energy and Buildings Volume 247, 15 September 2021, 111128

[2] Geographic Variation of Solar Water Heater Performance in Europe, June 2006, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A Journal of Power and Energy 220(4):395-407

[3] 53. Međunarodni kongres i izložba KGH – Analiza potrošnje energije stambenog objekta korišćenjem časovnih simulacija – KGH – Klimatizacija, grejanje, hlađenje, [S.l.], v. 52, n. 2, p. 29-35, jul 2023. ISSN 2560-340X.

[4] energy-and-environment, Serbia - Household electricity prices, countryeconomy.com pristupljeno 3.3.2024.

[5] F-Chart Method for Designing Solar Thermal Water Heating Systems I. F. Okafor, G. Akubue, International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 3, Issue 9, September-2012 1 ISSN 2229-5518 IJSER © 2012

[6], Literature Review of uncertainty of analysis methods (F-Chart Program) ,Jeff S. Haberl, P.E. Soolyeon Cho, Report to the Texas Commission on Environmental Quality, ESL-TR-04/08-04, August 2004 Revised October 2004, Energy systems Laboratory, Texas Engineering Experiment Station Texas A&M University System

[7] Microsoft Excel 2013: Data Analysis and Business Modeling ,Wayne L. Winston ,ISBN: 978-0-7356-6913-0

Kratka biografija:



Bojan Jokić rođen je u Šapcu 1999. god. Završio Srednju Tehničku školu u Šapcu, nakon čega 2018. god. upisuje Fakultet tehničkih nauka u oblasti Energetske tehnologije – Čiste energetske tehnologije. Bachelor rad odbranio je 2022. god. a master rad 2024. god. kontakt: bjokic436@gmail.com



ULOGA MIKROMEŠAČA U OBLASTI MIKROFLUIDIKE **THE ROLE OF MICROMIXERS AS MICROFLUIDIC DEVICES**

Vladimir Kozomora, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Mašinstvo – ENERGETIKA I PROCESNA
TEHNIKA**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada dat je kratak uvod o mikrofluidici kao naučno tehnološkoj disciplini sve prisutnijoj u različitim oblastima nauke i tehnike. Poseban akcenat stavljen je na mikromešače, kao tip mikrofluidnih uređaja. Izvršena je detaljna podela pasivnih mikromešača i objašnjen je princip njihovog rada.

Ključne reči: mikrofluidika, pasivni mikromešači

Abstract – In this paper, a brief introduction to microfluidics as a scientific and technological discipline is given. In addition, micromixers as a type of microfluidic devices are presented. And as the main topic of the paper, a detailed division of passive mixers and an explanation of their principle of operation is given

Keywords: microfluidics, passive micromixers

1. UVOD

Kontrola fluida na mikroskali zastupljena je u svim aspektima života. U prirodi drveće hiljade svojih listova hrani uz pomoć ogromne mreže kapilara prečnika nekoliko desetina mikrometara i pora reda veličina nekoliko desetina nanometara usisavajući nutritivne iz zemljišta. Ljudsko telo je još jedan odličan primer mikrofluidnog sistema. Cirkulatorni sistem čoveka sastoji se od mreže arterija, vena i kapilara čija je ukupna dužina sto hiljada kilometara. Čovek nastoji da rekreira prirodne procese i implementira ih u svoj život. Na taj način razvila se mikrofluidika čija se značajna primena nalazi u uređajima nazvanim MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) koji su se pojavili sedamdesetih godina prošlog veka. U okviru MEMS tehnologije u sistemima koji se nazivaju mikro sistemi za totalnu analizu ili μ TAS (eng. Micro Total Analysis System) postojala je potreba za upotrebom fluida za razne primene. Ovo je uslovalo smanjivanje fluidnih sistema čime se otvorilo novo poglavlje u mehanici fluida - mikrofluidika koja se bavi strujanjem i manipulacijom fluida na mikro skali.

2. MIKROFLUIDIKA I MIKROMEŠAČI

Mikrofluidika je naučno-tehnološka disciplina koja se bavi izučavanjem, manipulacijom i kontrolom malih količina tečnosti reda mikro, nano i pikolitara unutar kanala i drugih struktura, veličina od nekoliko mikrometara do milimetra [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bila prof. dr Maša Bukurov.

Tehnološki aspekt mikrofluidike ogleda se u metodologiji proizvodnje i minijaturizacije uređaja koji se sastoje od ovih struktura, poput komora, tunela i kanala koji ograničavaju fluid u sebi [2]. Najveće prednosti mikrofluidnih uređaja prvenstveno su sposobnost da koriste veoma male količine uzoraka i reagenasa, da vrše separaciju ili detekciju sa visokom preciznošću i osetljivošću; vreme potrebno za ove procese je kratko, a uz to, dimenzije uređaja su male dok je cena niska [3]. Značaj mikrofluidike dolazi do izražaja integracijom različitih procesa poput mešanja, filtracije, sortiranja, separacije i kontrole biohemijske okoline na jednoj platformi. Jedna od nalogičnijih primena mikrofluidnih sistema je u oblasti medicine za dijagnostiku bolesti, pogotovo infektivnih, predotkrivanje ili skrining, testiranje na mestu zbrinjavanja, gde ovi sistemi ne samo što povećavaju efikasnost testova, nego i smanjuju rizik od kontaminacije uzorka [5].

Mikrofluidni mikromešači su uređaji projektovani za mešanje tečnosti na mikroskopskom nivou [6]. Mikromešači mogu biti integrisani u mikrofluidni sistem ili biti zasebni uređaji [7]. Oni su jedna od najbitnijih komponenti mikrofluidnih sistema i imaju velik uticaj na njihovu efikasnost i osetljivost. Kako su vrednosti protoka u mikromešačima generalno veoma male, režim strujanja u mikrokanalima je praktično laminaran. Tako da se mešanje u mikromešačima oslanja na tri osnovna principa [6-8]: molekularnu difuziju, haotičnu konvekciju i Tejllovu disperziju.

Mikromešači se u zavisnosti od principa rada dele u dve kategorije, na aktivne i pasivne [6-8]. Aktivni mikromešači koriste spoljašnje izvore energije, pored energije pumpi koje služe za pokretanje fluida, kako bi u proces mešanja uveli vremenski zavisne poremećaje i time mešajući i uznemiravajući fluid ubrzali proces mešanja [6,9]. Uopšteno aktivni mikromešači imaju veći stepen efikasnosti mešanja od pasivnih, ali takođe zahtevaju integraciju perifernih uređaja poput aktuatora potrebnih za spoljne izvore energije [9]. Sa druge strane pasivni mikromešači ili, kako se drugačije nazivaju, statični mikromešači, oslanjaju se isključivo na energiju pumpanja fluida za mešanje i koriste specijalno projektovane mikrokanele kako bi restrukturirali tok na način na koji se smanjuje difuziona dužina i povećava kontaktna površina između fluida [6-10]. Pasivni mikromešači mogu da se svrstaju u dve grupe. Prvu grupu čine dvodimenzionalni mešači koji koriste jednostavne ravanske strukture poput konvergentno-divergentnih kanala, spiralnih kanala, cik-cak kanala itd [8]. Druga grupa pasivnih mikromešača su trodimenzionalni mešači koji koriste kompleksne prostorne strukture da bi proizveli vrtloge, sekundarne struje, Dinove vrtloge i haotičnu konvekciju, ali su nužno teži za proizvodnju baš zbog svoje geometrije [8].

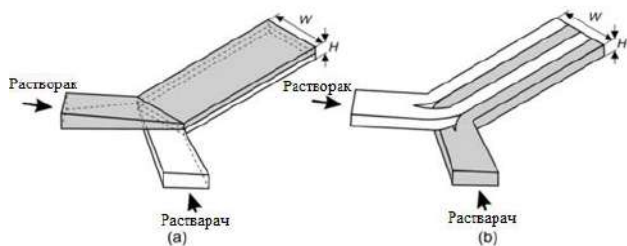
3. PASIVNI MIKROMEŠAČI ZASNOVANI NA MOLEKULARNOJ DIFUZIJI

Strujanje fluida u mikrofluidnim sistemima je okarakterisano malim zapreminama, malim vrednostima protoka i malim dimenzijama kanala, što usledjuje dominantnost viskoznih sila u odnosu na zanemarljivo male inercijalne sile [11]. Usled ovog u mikromešačima, dolazi do laminarnog mešanja. Ovo je fenomen pri kom dva fluida teku jedan pored drugog sa jasnom međusobnom granicom, bez mešanja, stvarajući difuzionu površinu između sebe [6, 11]. Samo difuziono mešanje zavisi od površine kontakta između rastvorka i rastvarača, kao i od debljine slojeva pojedinih faza. Visok difuzioni fluks može se ostvariti pri gradijentu koncentracije, velikoj površini kontakta između faza i visokom koeficijentu difuzije [6].

U slučaju mikromešača kratka dužina mešanja dovodi do visokog koncentracionog gradijenta koji je vrlo povoljan za efektivno mešanje [6, 11]. Sa druge strane, kako je koeficijent difuzije konstanta nekog materijala, on može da se koriguje samo povišenjem temperature i snižavanjem viskoznosti [6]. Poboljšanja koja se dobijaju korekcijom temperature i viskoznosti veoma su mala tako da u slučaju mikromešača zasnovanih na molekularnoj difuziji optimizacija se vrši prvenstveno promenom same geometrije mešača ili smanjenjem debljine sloja faza [6]. Smanjenjem debljine sloja faza može se vršiti na nekoliko načina: paralelnom laminacijom, sekvencijalnom laminacijom, sekvencijalnom segmentacijom, segmentacijom na osnovu ubrizgavanja i hidrodinamičkim fokusiranjem [6].

Paralelna laminacija

Poboljšanjem kontaktne površine između fluida, tj. njenim povećanjem, smanjuje se dužina difuzionih ruta [6,7]. Ova poboljšanja se postižu tako što se rastvorak i rastvarač podele u n podtokova koji se kasnije rekombinuju i spajaju u jedan tok [6].



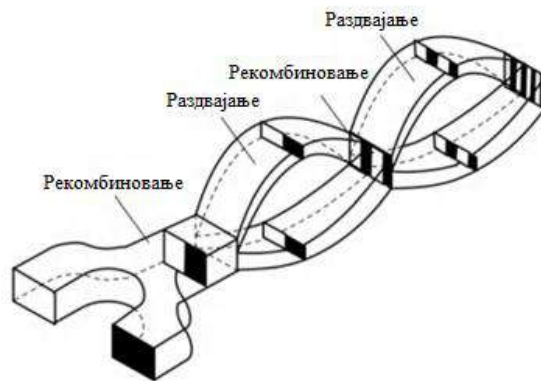
Slika 1. a) Laminacija duž visine; b) Razdvajanje i rekombinovanje [6]

U poređenju sa paralelnim mikromešačima sa dva podtoka, primenom principa paralelne laminacije vreme mešanja ili potrebna dužina kanala da bi se mešanje ostvarilo se može smanjiti sa faktorom n^2 [6]. Primer jedne izvedbe ovakvog mikromešača dat je na slici 1 [6]. U ovoj izvedbi površina kontakta fluida povećava se sa faktorom W/H .

Sekvencijalna laminacija

Princip rada sekvencijalne laminacije sličan je paralelnoj laminaciji, sa razlikom u metodi koja se koristi da bi se ostvarila laminacija fluida koji se mešaju [6, 10]. Sekvencijalna laminacija je proces gde se već spojeni tok razdvaja u dva kanala i onda se opet rekombinuje [6]. Razdvajanje i

rekombinovanje može da se odvija i više puta. Ovaj princip se još naziva i SAR (eng. *split and recombine*) [6]. Na slici 2 dat je primer jednog SAR mikromešača kod kog se primenjuje horizontalna laminacija i vertikalno razdvajanje, ovo naravno može biti i obrnute orijentacije [6]. SAR mikromešači ostvaruju mnogo brže mešanje u poređenju sa konceptom paralelne laminacije [6]. Upravo ova trodimenzionalna struktura i kompleksan postupak proizvodnje je i glavna mana SAR mikromešača [6, 10].



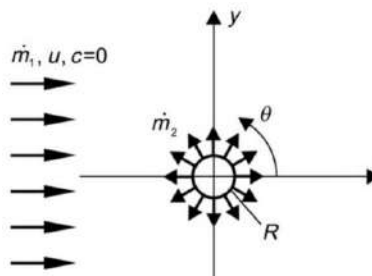
Slika 2. Koncept sekvencijalne laminacije [6]

Sekvencijalna segmentacija

Jednostavni mikromešači obično podrazumevaju strujanje dva laminarna toka duž mikrokanala. Ovde je kontaktna površina za molekularnu difuziju između fluidnih tokova duž cele dužine kanala, pa za adekvatno mešanje dužina može biti prevelika za praktičnu primenu [6,12]. Ukoliko bi kontaktna površina za molekularnu difuziju bila duž širine mikro kanala, ukupna dužina kanala za adekvatno mešanje se može značajno smanjiti, ovakav pristup se naziva sekvencijalna segmentacija [6]. Sekvencijalna segmentacija ostvaruje se naizmeničnom promenom protoka kroz ulazne kanale [6, 12]. Promena protoka kroz ulaze ostvaruje se ili pomoću dva ventila ili pomoću regulacije pumpe.

Segmentacija na osnovu ubrizgavanja

Koncept segmentacije na osnovu ubrizgavanja je veoma sličan paralelnoj laminaciji. Segmentacija na osnovu ubrizgavanja umesto razdvajanja oba ulazna toka uvodi rastvarač u rastvorak pomoću reda mlaznica [6, 7]. Ovakav pristup takođe povećava kontaktnu površinu fluida uz smanjenje dužine mešanja.



Slika 3. Princip segmentacije na osnovu ubrizgavanja [6]

Jednostavan primer ovakvog mikromešača dat je na slici 3 u obliku dvodimenzionalnog modela gde se rastvorak kreće masenim protokom $\dot{m}_1$ dok se rastvarač kreće masenim protokom $\dot{m}_2$ [6].

Hidrodinamičko fokusiranje

Sve prethodno navedene metode imaju zadatak da poboljšaju procese mešanja, a kako se one primarno oslanjaju na geometrijske promene, može doći do rasta cene proizvodnje. Alternativa za ove metode je hidrodinamičko fokusiranje, koje je, u suštini, dugačak mikrokanal sa tri ulaza [6]. Princip rada je da fluidi (rastvarač i rastvorak) koji se dovode spoljnim granama budu stisnuti između dva tanka toka. Stiskanjem se ostvaruje manji tok kao i tanja laminaciona širina, pri čemu se širina fokusiranog toka kontroliše odnosom protoka srednjeg i spoljnih tokova [6]. Što je razlika protoka između unutrašnjeg i spoljašnjih tokova veća time je veće suženje, a kako je vreme mešanja proporcionalno kvadratu difuzione dužine, koja je u ovom slučaju širina fokusiranog toka, time je i vreme mešanja manje [10, 13].

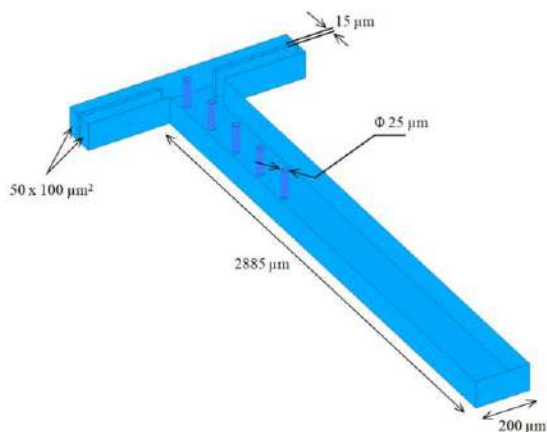
4. PASIVNI MIKROMEŠAČI ZASNOVANI NA HAOTIČNOJ KONVEKCIJI

Transport molekula unutar fluida u pokretu naziva se konvekcija. Konvekcija omogućava mešanje fluidnih tokova pri niskim Reynoldsovim brojevima, ali kako je u mikromešačima konvekcija u pravcu strujanja, transverzalni transport oslanja se isključivo na molekularnu difuziju [6, 10, 14]. U slučaju kada konvekcija ima trodimenzionalnu putanju naziva se haotična konvekcija i proizvodi sekundarni transverzalni transport i drastično poboljšava mešanje [6]. U suštini, osnovni koncept za stvaranje konvekcije je modifikacija oblika mikrofluidnog kanala kako bi došlo do razvlačenja, savijanja i lomljenja laminarnog toka. Usled različitih geometrija mikromešača haotična konvekcija se posmatra pri različitim Reynoldsovim brojevima i klasifikuje se prema njima. U zavisnosti od operativnog opsega postoji sledeća klasifikacija [6]:

- visok opseg, $Re > 100$
- srednji opseg, $100 > Re > 10$
- nizak opseg, $Re < 10$.

„T“ Mikromešači pri visokim Reynoldsovim brojevima

Usled oštre krivine od 90° kroz koju fluidi moraju da prođu, javljaju se dovoljno velike inercijalne sile za formiranje vrtloga [6]. U opštem slučaju, u „T“ mikromešačima se laminarni režim sastoji od tri podrežima: stratifikacija, vrtloženje i progutavanje [6]. Stratifikacija se javlja pri $Re < 50$ i oba ulazna toka teku jedan pored drugog, a transverzalni transport se odvija molekularnom difuzijom [6].



Slika 4. „T“ mikromešač [15]

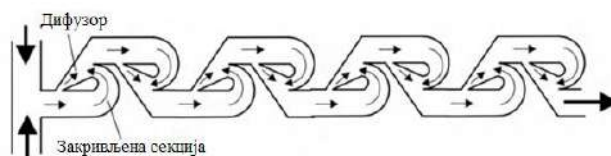
Čak i pri niskom Reynoldsovom broju postoji formiranje vrtloga u kanalu ali oni su malog intenziteta i veoma brzo dolazi do njihove disipacije usled viskoznosti fluida. U vrtložnom režimu, pri $50 < Re < 150$, pojavljuju se Dinovi (Dean) vrtlozi koji su tad potpuno simetrični. U režimu progutavanja, pri $Re > 150$, vrtlozi postaju asimetrični i pojavljuje se prava haotična konvekcija [6]. U stvari, u ovom režimu dolazi do uvijanja kontaktne ravni između fluida. Upravo ovaj režim se koristi za mešanje. Izgled jednog „T“ mikromešača je dat na slici 4.

Mikromešači sa preprekama u kanalu pri visokim Reynoldsovim brojevima

Kako tok u mikromešačima postaje nestabilan pri visokim vrednostima Reynoldsovog broja, slično turbulizatorima koji se koriste na makro nivou, postavljene prepreke u mikrokanalima mogu da ubrzaju ove nestabilnosti, ujedno i da omoguće da se javi pri nižim vrednostima Reynoldsovog broja, time čineći mešače prikladnijim za praktičnu upotrebu [6]. U ovakvoj izvedbi delimično izmešana tečnost prolazi kroz nekoliko prepreka koje generišu vrtloge pri velikim Reynoldsovim brojevima [6, 15, 16]. Ovi vrtlozi remete laminaran tok i uvode transverzalni transport u kanalima [6]. Čak i sa preprekama brzina strujanja je dovoljno velika da se stvore vrtlozi, ali prepreke uvode i porast pada pritiska u kanalu [6, 15, 16]. Uopšteno važi da što je veći broj prepreka postavljeno u kanal time se ostvaruje bolje mešanje [6, 16]. Uprkos tome, pokazalo se da postavljanje prepreka asimetrično duž kanala za mešanje izaziva bolje mešanje nego jednostavno povećavanje broja prepreka, gde je najbitniji faktor koji utiče na mešanje faktor začepljenja i međusobna rastojanja između prepreka [16].

Haotična konvekcija u kanalima različitih oblika pri srednjim Reynoldsovim brojevima

Mešanje pri srednjim vrednostima Reynoldsovog broja može biti poboljšano kombinacijom Tejlorove disperzije i Dinovih vrtloga [6, 10]. Tejlorova disperzija i Dinovi vrtlozi se najbolje koriste u mikromešačima koji imaju kanale u obliku krivina ili skretanja kombinovano sa promenom brzine [6]. Jedan takav mikromešač je dat na slici 5 i ima strukturu Tesla ventila gde kanal ima zakrivljene i difuzorske sekcije [6]. Zakrivljene sekcije mikrokanala omogućavaju da se fluid razdvoji pre nego što se opet sudari pod uglom od 180° koristeći Koanda efekat (tendencija fluida da ostane pripojen uz konkavnu površinu) [6, 17].

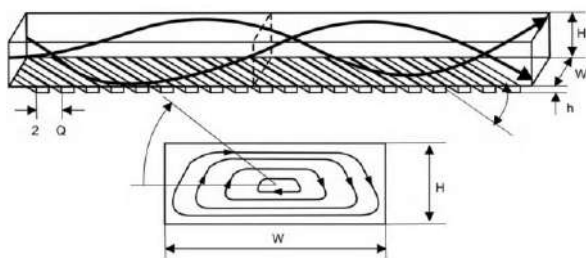


Slika 5. Tesla mikromešač

Haotična konvekcija sa strukturama za usmeravanje toka pri niskim Reynoldsovim brojevima

Sekundarno strujanje slično Dinovim vrtlozima može se formirati usled aksijalnog gradijenta pritiska ako se na zidove kanala postave grebeni pod nekim uglom θ [6, 7]. Pri niskim Reynoldsovim brojevima ovi grebeni su anizotropan otpor strujanju, i otpor je minimalan pri uglu od 0° dok je maksimalan pri uglu od 90° [6]. Taj anizotropan

otpor usmerava tok preko ovih grebena. Ovakva konstrukcija se naziva SGM (eng. *slanted groove micromixer*) mikromešač [6]. Na slici 6 data je tipična putanja strujnica sekundarnog toka u SGM mikromešačima usled niza grebena [6]. Usled niza grebena putanja strujnica će dobiti helikoidalnu strukturu. Sekundarno strujanje generisano grebenima koristiti se za dobijanje efekta haotične konvekcije usled ponavljajućeg niza rotacionog i ekstenzionog strujanja izazvanog vrtlozima [6]. Ekstenziono strujanje je pojava pri kojoj dolazi do izdužavanja fluidnih delića pri delovanju neke sile na njih [18, 19].



Slika 6. Putanja strujnica usled niza grebena [6]

5. ZAKLJUČAK

Iako je oblast mikrofluidike relativno nova već je značajno utemeljena na akademskoj sceni sa skoro eksponencijalnim rastom istraživanja. Pored naučnog aspekta, mikrofluidni uređaji poput mikromešača postaju nezamenljivi elementi u raznim kompleksnim sistemima inženjerske prakse, a pogotovo u oblasti biomedicine gde nagoveštavaju revoluciju u oblastima laboratorijske analize i prevencije. Pokazana je fleksibilnost ove tehnologije i mogućnost njene adaptacije da specifično odgovori željenim zahtevima. Sa druge strane prikazane su i poteškoće sa kojima se mikromešači susreću u pogledu učestale i masovne primene usled raznih ograničenja koja se pretežno ogledaju u ekonomskoj isplativosti ali i tehničkim ograničenjima u okviru konvencionalnih postupaka proizvodnje i kontrole sa kojim bi morali biti komplementarni zarad ispunjenja ovih ciljeva. U ovom radu je kroz razne primere i podvrste mikromešača objašnjene su elementarne zakonitosti funkcionisanja mikromešača ali i mogućnosti i tehnike za poboljšanje procesa mešanja u zavisnosti od tipa uređaja.

6. LITERATURA

- [1] Ivana Podunavac, Realizacija mikrofluidičnog čipa za separaciju mikročestica po veličini na principu uštinutog toka, Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-Matematički fakultet, 2019.
- [2] Sanja Kojić, Realizacija i testirawe mikrofluidnih čipova za primene u biomedicine, Univerzitet u Novom Sadu Fakultet Tehničkih Nauka, 2021.
- [3] George M. Whitesides, The origins and the future of microfluidics, NATURE vol. 442, 2006.
- [4] Jose M. Ayuso, Maria Virumbrales-Munoz, Joshua M. Lang, David J. Beebe, A rol for microfluidic systems in precision medicine, NATURE COMMUNICATIONS, 2022.
- [5] Catherine Rivet, Hyewong Lee, Alison Hirsch, Sharon Hamilton, Hang Lu, Microfluidics for medical diagnostics and biosensors, Elsevier Ltd., 2010.
- [6] Nam-Trung Nguyen, Micromixers, Elsevier Inc., 2021.
- [7] Nam-Trung Nguyen, Zhigang Wu, Micromixers—a review, J. Micromech. Microeng. 15, 2005.
- [8] Gaozhe Cai, Li Xue, Huilin Zhang, Jianhan Lin, A Review on Micromixers, Micromachines, 8, 2021.
- [9] Chia-Yen Lee, Chin-Lung Chang, Yao-Nan Wang, Lung-Ming Fu, Microfluidic Mixing: A Review, Interantional Journal of Molecular Sciences, 12, 2011.
- [10] Lorenzo Capretto, Wei Cheng, Martyn Hill, Xunli Zhang, Micromixing Within Microfluidic Devices, Springer-Verlag Bernil, 2011.
- [11] Clement Kleinstreuer, Microfluidics and Nanofluidics: Theory and Selected Applications, Wiley, 2013.
- [12] Yap Kah Fai David, Design and analysis of a sequential segmentation two phase gas-liquid micromixer, University of Toronto, 2007.
- [13] Arman Sadeghi, Micromixing by two-phase hydrodynamic focusing: A 3D analytical modeling, Chemical Engineering Science vol. 179., 2018
- [14] Yonas Desta Bizuallem, Amare Gashu Nurie, Talbachew Tadesse Nadew, A review on biodiesel micromixers: Types of micromixers, configurations, and flow patterns, Elsevier Ltd., 2024.
- [15] T. Manoj Dundi, V.R.K. Raju, V.P. Chandramohan, Characterization of mixing in an optimized designed T-T mixer with cylindrical elements, Chinese Journal of Chemical Engineering, 2019.
- [16] S.M.H. Mirkarimi, M.J. Hosseini, Y. Pahamli, Numerical, Investigation of a curved micromixer using different arrangements of cylindrical obstacles, Elsevier BV, 2023.
- [17] Aleksandar Saljnikov, Koanda efekat i njegova primena u klimatizaciji, KGH Br. 2, 1980.
- [18] Y. C. Lam, H. Y. Gan, N. T. Nguyen, H. Lie, Micromixer based on viscoelastic flow instability at low Reynolds number, Biomicrofluidics 3, 2009.
- [19] S. Gupta, C. Sasmal, On designing a wavy sinusoidal micromixer for efficient mixing of viscoelastic fluids harnessing elastic instability and elastic turbulence phenomena, Elsevier Inc. 2024

Kratka biografija:



Vladimir Kozomora rođen je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetike i procesne tehnike - Računarsko modeliranje mikromešača softverom „Comsol“ odbranio je 2024.god.
kontakt:
vladimirkozomora.private@gmail.com



Maša Bukurov rođena je u Novom Sadu 1968. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2004. god., a od 2018. god. je dobila zvanje redovnog profesora. Oblasti interesovanja je teorijska i primenjena mehanika fluida.

ПРОЈЕКАТ ПАСИВНЕ ГРАДЊЕ СА ПРИМЕНОМ ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ И СОЛАРНИХ СИСТЕМА**PROJECT OF PASSIVE BUILDING WITH APPLICATION OF HEAT PUMPS AND SOLAR SYSTEMS**

Младен Јеремич, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – Машинство

Кратак садржај – Предмет овог рада јесте приказ о начину градње, могућностима уштеде енергије, опису коришћених обновљивих извора енергије те количини смањења емисија штетних гасова, изградњом пасивних у односу на класичан начин градње. На почетку рада се говори о производњи енергије, њеном утицају на околину, те изградњи пасивних грађевина. Наставак приказује преглед извора енергије и детаљнији опис обновљивих извора коришћених у пасивном начину градње. Даље су дати прорачуни потрошње примарне енергије и система за њену дистрибуцију за пасивну грађевину овог пројекта. Завршни део односи се на еколошку свест о изградњи пасивних грађевина у сврху смањења потрошње енергије односно емисија штетних гасова у односу на класичан начин градње са приказаном економском анализом пројекта. На самом крају, дат је закључак.

Abstract – The subject of this paper is a description of the method of construction, the possibilities of energy saving, the description of the used renewable energy sources and the amount of reduction of harmful gas emissions, the passive construction method in relation to the classes. At the beginning of the paper, we talk about energy production, its impact on the environment, and the construction of passive buildings. The continuation shows an overview of energy sources and a more detailed description of renewable sources useful in passive construction. Further, the calculations of primary energy consumption and the system for its distribution for the passive building of this project are given. The final part refers to the ecological awareness of the construction of passive buildings in order to reduce energy consumption, i.e. emissions of harmful gases compared to the classic construction method shown by the economic analysis of the project. At the very end, a conclusion is given.

Кључне речи: Пасивна грађевина, уштеда енергије, обновљиви извори енергије.

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др. Ђорђе Додер.

1. УВОД

Развојем нових технологија, растом броја становника, те њиховом активношћу, живот на планети Земљи се у последњих 50-ак година значајно променио. Све то узрокује велике потребе за енергијом, највећим уделом конвенционалне, без које се данашњи начин живота не може ни замислити.

Главни кривац насталој ситуацији је сагоревање фосилних горива које узрокује испуштање гасова са ефектом стаклене баште у атмосферу од којих је најзаступљенији CO₂ (угљен-диоксид).

Називи нискоенергетска грађевина и пасивна грађевина не означавају директно начин саме градње објекта, већ првенствено означавају потрошњу енергије за грејање.

Данас постоји пет главних категорија енергетски ефикасних кућа:

- нискоенергетске куће (low energy house)
- пасивне куће (passive house, ultra-low energy house)
- куће нулте енергије (zero energy house or net zero energy house)
- аутономне куће (autonomous building, house with no bills)
- куће са вишком енергије (energy-plus-house)

2. ОБНОВЉИВИ ИЗВОРИ ЕНЕРГИЈЕ У ПАСИВНИМ ГРАЂЕВИНАМА

Након стотина година кориштења енергије фосилних горива, данас се глобална слика мења, а обновљиви извори се све више сматрају једним од кључних фактора будућег развоја Земље.

Развој обновљивих извора енергије (посебно од ветра, воде, сунца, биомасе и геотермалне енергије) важан је због неколико разлога:

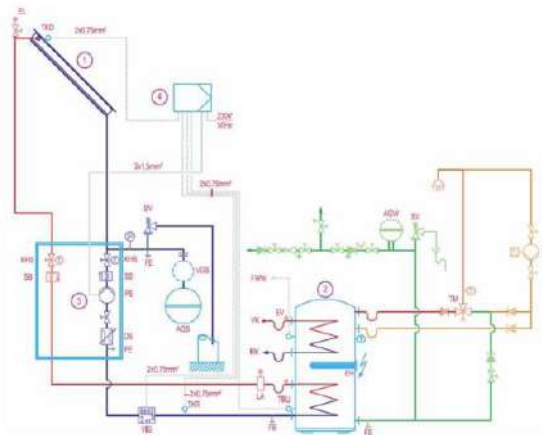
- обновљиви извори енергије имају врло важну улогу у смањењу емисије угљендиоксида (CO₂) у атмосферу
- повећање удела обновљивих извора енергије повећава енергетску одрживост система.
- очекује се да ће обновљиви извори енергије у даљој будућности постати економски конкурентни конвенционалним изворима енергије.

Обновљиви извори енергије на земљи потичу од три главна примарна извора:

- од распадања изотопа у дубини земље (геотермелна енергија и сл.)
- од гравитационог деловања планета (енергија морских мена и сл.)
- од термонуклеарних конверзија на сунцу (Сунчева и енергија ветра)

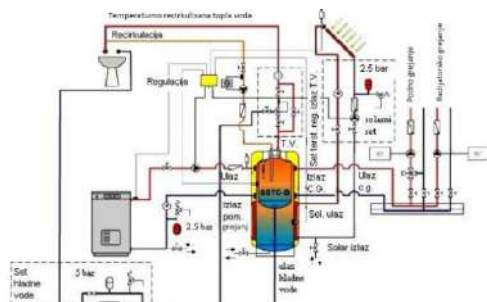
Начини коришћења сунчеве енергије се могу поделити на пасивне, активне и оне за производњу ел. енергије.

Сунчева енергија се активно прикупља уз помоћ соларних колектора, у нашим крајевима првенствено у сврху загревања ТПВ и у мањој мери грејања простора. Соларни колектори се уграђују у склопу соларног система (Слика 2.4.).



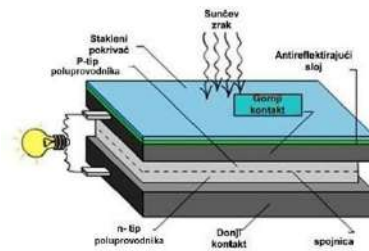
Слика 2. 4. Соларни систем за припрему ТПВ [4]

Уз припрему топле потрошне воде соларни системи се користе и за грејање простора у виду нискотемпературног система грејања као што је подно или зидно грејање. Системи који су намењени и за загревање ТПВ и за грејање простора захтевају већу површину колектора и већу запремину резервоара



Слика 2. 10. Шематски приказ система соларног грејања и припреме ТПВ [4]

Фотонапонске ћелије су заправо полупроводнички елементи који директно претварају енергију Сунчевог зрачења у електричну енергију. Ако затворимо струјни круг између соларног колектора и неког потрошача, нпр. светиљке, струја ће протећи и потрошач ће бити снабдевен ел. енергијом, односно наша светиљка ће засветлити (слика 2.13.).



Слика 2. 13. Принцип рада фотонапонске ћелије [2]
Топлотне пумпе су уређаји који доводе енергију (топлотну), са нижи на виши температурни ниво, уз додатну енергију (рад), левокретним кружним процесом са одговарајућим медијумом.

За свој рад захтевају два топлотна резервоара:

- топлотни извор: простор или медијум ниже температуре од којег се топлота одводи.
- топлотни понор: простор или медијум више температуре којем се топлота доводи.

2.1. Топлотне пумпе земља-вода:

Температура Земље током године је прилично једнолична, на око 2 m износи од 7 до 13 °C, па представља добар резервоар топлоте. Та се топлота може искористити постављањем земних хоризонталних колектора и вертикалних сонди (слика 2.21.).

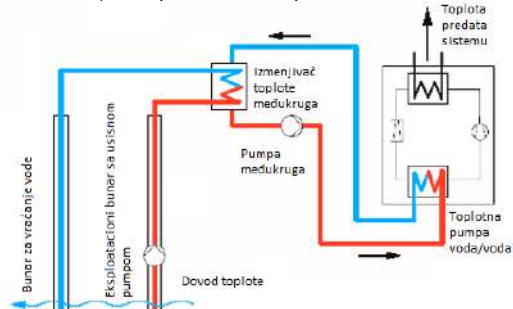


Слика 2. 21. Искоришћење земљине топлоте (вертикалне сонде и хоризонтални колектори) [2]

2.2. Топлотне пумпе вода-вода:

Температура подземних вода креће се од 7 до 12 °C током целе године па је погодна као резервоар топлоте за топлотне пумпе.

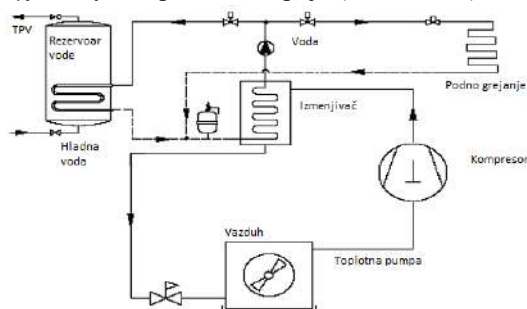
Вода се из експлоатационог бунара доводи до измењивача топлоте међукруга (противструјни), где се топлота воде преноси на медијум међукруга (расолина-вода), тако „загрејан“ медијум се доводи у испаривач где се загрева вода у секундарном кругу топлотне пумпе (слика 2.22.)



Слика 2. 22. Принцип рада топлотне пумпе, вода/вода, применом експлоатационог бунара [1]

2.3. Топлотне пумпе ваздух-вода:

Највећи и најприступачнији огревни резервоар топлоте за топлотне пумпе представља околни ваздух. Оребрени измењивач топлоте са принудном циркулацијом ваздуха користи се за измену топлоте између ваздуха и радне материје (слика 2.23.).



Слика 2. 23. Принципа рада топлотне пумпе ваздух/вода [1]

3. ПРОРАЧУН

Прорачун је израђен према норми СРПС ЕН 13790 која описује прорачун годишње месечне потрошње енергије за грејање и хлађење.

Овде ћемо приказати прорачунате вредности месечних трансмисионих и вентилационих топлотних губитака објекта с обзиром на спољну и унутрашњу пројектну температуру, искоришћење принудне механичке вентилације са регенерацијом путем рекуператора. За вентилацију је претпостављено 0,5 измена ваздуха по сату. [3]

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ						
Површине	A	k	H _{TRAN}	t _{eks}	t _{int}	Φ _{TRAN}
	m ²	W/m ² K	W/K	°C	°C	W
Спољни зид	184,65	0,11	20,44	-18,00	21,00	797,35
Кров	125,00	0,13	16,83	-18,00	21,00	656,39
Под	117,00	0,13	15,72	-18,00	21,00	613,26
Балкон	22,51	0,14	3,21	-18,00	21,00	125,37
Остакљења	33,72	0,82	27,65	-18,00	21,00	1078,37
Спољна врата	2,40	1,00	2,40	-18,00	21,00	93,60
			86,26			3364,33

Таблица 3.10. Трансмисиони губици објекта

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ								
ρ	c _p	n	V _A	V	V _{int}	V _{uzgon}	H _{vent}	Φ _{VENT}
kg/m ³	J/kgK	h-1	m ³ /(h m ²)	m ³	m ³ /h	m ³ /h	W/K	W
1,20	1005,00	0,50	1,20	470,83	235,41	47,08	94,64	322,099

Таблица 3.11. Вентилациони губици објекта

Добици од унутрашњих извора зависе од активности које се обављају унутар објекта, колико особа борави у простору, као и у зависности од рада различитих уређаја и сл., али се за просек узима вредност од око 5 W/m² површине пода. [3]

У табели 3.13. приказане су прорачунате вредности добитак топлоте од сунчевог зрачења по месецима за целу годину.

ГОДИШЊИ – МЕСЕЧНИ ДОБИЦИ ТОПЛОТЕ				
Месец	Q _{ms}	Q _{mt}	Q _{dob}	Q _{dob}
	kWh	kWh	kWh	MJ
Јануар	525,59	730,92	1256,51	4523,44
Фебруар	663,16	660,19	1323,35	4764,04
Март	985,87	730,92	1716,80	6180,47
Април	874,95	707,35	1582,29	5696,26
Мај	233,57	730,92	964,49	3472,17
Јун	229,68	707,35	937,03	3373,29
Јул	252,59	730,92	983,51	3540,64
Август	244,69	730,92	975,62	3512,22
Септембар	233,27	707,35	940,61	3386,20
Октобар	227,90	730,92	958,83	3451,78
Новембар	483,66	707,35	1191,01	4287,62
Децембар	313,08	730,92	1044,00	3758,42
ГОДИШЊЕ	5268,00	8606,04	13874,04	49946,55

Таблица 3.13. Годишње вредности унутрашњих добитак од сунца

3.1. Годишња енергија за грејање:

У табели 3.14. приказане су месечне вредности енергије за грејање објекта добијених према вредностима губитака и добитак топлоте.

Месец	Q _{H,gr}	Q _{H,va}	Q _{H,bl}	Q _{H,ol}	Q _{H,int}	Q _{H,ra}	γ _H	η _{H,ra}	α _{rad,H}	Q _{H,rad}
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	-	-	-	kWh
МЕСЕЧНО										
Јануар	1463	201	1664	526	731	1257	0,76	0,838	1	611
Фебруар	1125	172	1297	663	660	1323	1,02	0,737	1	321
Март	1059	187	1246	986	731	1717	1,38	0,616	1	188
Април	634	400	1033	875	707	1582	1,53	0,572	1	127
Мај	347	298	644	234	731	964	1,50	0,582	1	83
Јун	143	61	203	230	707	937	4,61	0,215	1	2
Јул	39	46	85	253	731	984	11,58	0,086	1	0
Август	96	50	146	245	731	976	6,66	0,150	1	0
Септембар	323	189	512	233	707	941	1,84	0,498	1	44
Октобар	680	429	1109	228	731	959	0,86	0,796	1	346
Новембар	1056	152	1207	484	707	1191	0,99	0,750	1	315
Децембар	1309	190	1499	313	731	1044	0,70	0,860	1	601
УКУПНО										2638
Q _{H,ra}	kWh/m ² a год									13,42

Таблица 3.14. Годишња потребна енергија за грејање објекта

3.2. Годишња енергија за хлађење:

У табели 3.16. приказане су месечне вредности енергије за хлађење објекта добијених према вредностима губитака и добитак топлоте.

Месец	Q _{C,gr}	Q _{C,va}	Q _{C,bl}	Q _{C,ol}	Q _{C,int}	Q _{C,ra}	γ _C	η _{C,ra}	α _{rad,C}	Q _{C,rad}
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	-	-	-	kWh
МЕСЕЧНО										
Јануар	1463	201	1664	526	731	1257	0,8	0,7	1	
Фебруар	1125	172	1297	663	660	1323	1,0	0,8	1	
Март	1059	176	1775	986	731	1717	1,0	0,8	1	
Април	634	400	1033	875	707	1582	1,5	1,0	1	479
Мај	347	298	644	234	731	964	1,5	1,0	1	274
Јун	143	404	547	230	707	937	1,7	1,0	1	363
Јул	39	309	348	253	731	984	2,8	1,0	1	632
Август	96	334	431	245	731	976	2,3	1,0	1	536
Септембар	323	189	512	233	707	941	1,8	1,0	1	408
Октобар	680	429	1109	228	731	959	0,9	0,8	1	
Новембар	1056	152	1207	484	707	1191	1,0	0,8	1	
Децембар	1309	190	1499	313	731	1044	0,7	0,7	1	
УКУПНО										2692
Q _{C,ra}	kWh/m ² a год									13,7

Таблица 3.16. Годишња потребна енергија за хлађење објекта

4. ЕКОНОМСКО-ЕКОЛОШКА АНАЛИЗА

У таблицама 6.3. и 6.4. приказане су вредности потрошње примарне енергије за објекат овог пројекта, израђене по стандарду класичне градње и конвенционалног система са гасом као енергентом за грејање и припрему ТПВ, исте оријентације са двоструким ПВЦ остакљењима, истих димензија,

енергетског броја за грејање од 66 kWh/m² годишње, те дајемо поређење са вредностима за пасивну кућу овог пројекта на основу чега добијамо износ годишње уштеде.

Потрошња енергије							
Месец	ТПВ	Системи		Е.л. уређаји	Трошкови енергије		
		Грејање	Хлађење		Уређаји	Системи	Укупно
	kWh	kWh	kWh	kWh	РСД	РСД	РСД
Јан	376	3658		581	32151	4631	36782
Феб	340	2465		525	22356	4184	26540
Мар	376	1364		581	13868	4631	18498
Апр	364	600	206	562	9325	4479	13804
Мај	376	38	387	581	6384	4631	11015
Јун	364	0	866	562	9803	4479	14282
Јул	376	0	1757	581	17000	4631	21631
Авг	376	0	1115	581	11883	4631	16514
Сеп	364	26	440	562	6615	4479	11094
Окт	376	473		581	6767	8400	15167
Нов	364	1987		562	18737	4479	23217
Дец	376	3450		581	30493	4631	35124
Укупно	4428	14061	4771	6840	185382	58285	243667

Таблица 6.3. Потрошња и трошкови енергије класичног начина градње

Месец	ТПВ	Системи		Е.л. уређаји	УКУПНО	Разлика енергије	Трошкови енергије
		Грејање	Хлађење				
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	РСД
Јан	376	3658	0	582	4616	4500	35865
Феб	340	2465	0	525	3330	3330	26540
Мар	376	1364	0	582	2322	2324	18522
Апр	364	600	206	563	1733	1736	13836
Мај	376	38	387	582	1383	1385	11038
Јун	364	0	866	563	1793	1795	14306
Јул	376	0	1757	582	2715	2716	21647
Авг	376	0	1115	582	2073	2074	16530
Сеп	364	26	440	563	1393	1395	11118
Окт	376	473	0	582	1431	1432	11413
Нов	364	1987	0	563	2914	2853	22738
Дец	376	3450	0	582	4408	4025	32079
Укупно					30111	29565	235633

Таблица 6.4. Смањење потрошње и трошкова енергије путем пасивне градње

На основу годишње потрошње енергије добијене су вредности у таблицама 6.5. и 6.6. за количине емисија CO₂ пасивне и класичне градње на основу којих долазимо до вредности смањења од 9.125 t CO₂ годишње пасивним начином градње

Потрошена енергија					Добитак	Разлика	Емисије CO ₂
Месец	ТПВ	Грејање	Хлађење	Уређаји			
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kg
Јан	40	153	0	492	685	569	44
Феб	17	80	0	446	544	744	
Мар	2	47	0	498	546	1094	
Апр	0	32	120	485	517	1241	
Мај	0	21	68	503	524	1505	
Јун	0	0	91	488	488	1531	
Јул	0	0	159	505	505	1679	
Авг	0	0	134	503	503	1505	
Сеп	0	11	102	486	497	1647	
Окт	9	87	0	496	591	957	
Нов	39	79	0	476	595	533	62
Дец	65	150	0	491	706	323	144
Σ НС	172	659	674	5868	6699	13329	211

Таблица 6.5. Количине емисија CO₂ пасивне градње

Емисије CO ₂					
Месец	ТПВ	Грејање	Хлађење	Уређаји	Укупно
	kg	kg	kg	kg	kg
Јануар	99	966	0	223	1288
Фебруар	90	651	0	201	942
Март	99	360	0	223	683
Април	96	159	79	216	550
Мај	99	10	148	223	481
Јун	96	0	332	216	644
Јул	99	0	673	223	995
Август	99	0	427	223	749
Септембар	96	7	169	216	488
Октобар	99	125	0	223	447
Новембар	96	525	0	216	837
Децембар	99	911	0	223	1233
Укупно	1171	3713	1828	2623	9336

Таблица 6.6. Емисије CO₂ класичног начина градње

5. ЗАКЉУЧАК

Овим смо радом показали како се, градњом и коришћењем савремених пасивних и ниско

енергетских грађевина односно начином њиховог пројектовања, извођењем али и коришћењем обновљивих извора, добија најбољи однос између екологије и енергетске ефикасности.

Пасивне куће применом соларних система и топлотних пумпи као главним изворима енергије уз јако добру изолацију и остакљење, правилном локацијом и оријентацијом троше врло мало енергије, односно „штеде“ и уједно увелико смањују штетне емисије, пре свега CO₂, као најзаступљенијег гаса са ефектом стаклене баште и смањују истоимени ефекат који је последица дугогодишњег коришћења-сагоревања фосилних горива. Прорачунима губитака и добитака добијамо потребну количину топлотне енергије за грејање која је у оквиру граница за пасивне куће те према томе пројектујемо потребне системе.

Даљим прорачунима показали смо да пасивна кућа „троши“ знатно мање енергије од класичне па тако мање угрожава природу.

Дакле, пасивна градња задовољава два главна услова енергетске ефикасности, минимални трошак енергије и угрожавање природе, уз све строжије мере у погледу потрошње енергије и испуштања штетних емисија у природу.

6. РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Рецкнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, „Грејање и климатизација“, Врњачка Бања, 2004
- [2] Бранислав Живковић, Зоран Стајић, „Мали термотехнички приручник“, СМЕИТС Београд, 2011.
- [3] ***, Енергетске перформансе зграда - Прорачун енергије која се користи за грејање и хлађење простора, СРПС ЕН ИСО 13790:2010, 2010. Година
- [4] Званични сајт компаније “Rehau”, www.rehau.com, доступно у septembru 2024. godine

Кратка биографија:



Младен Јеремић, рођен је у Шапцу 1994. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства – Термоенергетика одбранио је 2024. год.



АНАЛИЗА, ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА ПОДАТАКА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ПОДУЖНЕ И ПОПРЕЧНЕ РАВНОСТИ НЕДЕСТРУКТИВНОМ МЕТОДОМ

ANALYSIS, COLLECTION AND PROCESSING OF DATA FOR THE DETERMINATION OF LONGITUDINAL AND TRANSVERSE FLATNESS USING A NON-DESTRUCTIVE METHOD.

Дејан Дакић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У мастер раду је дат кратак приказ различитих метода прикупљања података подужне и попречне равности, као и обраде истих. Након тога приказани су каталози који дефинишу граничне вредности (ком интервалу припадају срачунате вредности подужне, односно попречне равности). Такође је приказано дефинисање хомогених потеза. На крају, дат је практичан пример како би се што лакше и боље приближила теоријска дискусија о прикупљању и обради података за подужну и попречну равност.

Кључне речи: Анализа и обрада података, подужна и попречна равност, недеструктивне методе

Abstract

In the master's thesis, a brief presentation of various methods of data collection of longitudinal and transverse flatness, as well as their processing, is given. After that, catalogs are shown that define the limit values (to which interval do the calculated values of longitudinal and transverse flatness belong). The definition of homogeneous sections is also shown. In the end, a practical example is given in order to approach the theoretical discussion on the collection and processing of data for longitudinal and transverse flatness as easily and better as possible.

Keywords: Data analysis and processing, longitudinal and transverse flatness, non-destructive methods

1. УВОД

Иако равност коловоза подразумева директно мерење на терену, за многе стручњаке који користе ове податке је важнији фактор стопа промене равности током времена. Праћење промена вредности током животног века коловоза даје битан увид у то како поједина техничка решења коловоза одговарају јединственим климатским и саобраћајним условима. Истраживања појединачних индикатора подужне равности у склопу научног пројекта Европске фондације за науку [1] такође показују да се параметар IRI употребљава у већини држава Европске уније и САД-у.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био проф. Др. Милош Шешлија

Мерење индекса равности ради праћења стања коловозне површине трасе с аспекта планирања захвата одржавања саме коловозне конструкције један је од важнијих параметра који се примењују у рачунарским програмима за управљање путном мрежом [2] (нпр. HDM-4 модел).

2. КРИТЕРИЈУМИ ЗА НЕРАВНОСТ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗА

2.1. Критеријуми за неравност површине коловоза у Србији

Равност планума асфалтног носећег и хабајућег слоја треба утврдити у произвољном правцу у односу на осовину пута као одступање испод положене 4м дугачке мерне летве или друкчијим адекватним поступком мерења. Висину појединачних мерних места на плану битуменизиране мешавине уграђене у асфалтни носећи и хабајући слој, треба одредити нивелисањем. Граничне вредности одступања планума битуменизираних мешавина уграђених у хабајући или носећи слој од мерне летве наведене су у табели број 1.

Табела 1 - Граничне вредности одступања равности планума асфалтних слојева

Саобраћајно оптерећење / услови извођења	Гранична вредност одступања равности планума		
	хабајући слојеви	везни или горњи носећи слојеви (мм)	доњи носећи слојеви
- изузетно тешко, врло тешко и тешко саобраћајно оптерећење: - машинско уграђивање: - у једном слоју - у два слоја (на доњем слоју)	≤ 4 -	≤ 8 ≤ 10	≤ 10 ≤ 15
- средње, лако и врло лако саобраћајно оптерећење: - машинско уграђивање	≤ 6	≤ 10	≤ 15
- уграђивање на постојећим коловозима уз уграђивање у сливнике и дилатације, као и ручно уграђивање	≤ 10	≤ 15	≤ 20

2.2. Подужна неравност површине коловоза

Перформанса подужне неравности коловоза – Интернационални Индекс Неравности (IRI) представља меру удобности вожње и утврђује се континуалним мерењем на одговарајућем растојању. За поделу на хомогене деонице по параметру подужне неравности користи се метода кумулативних разлика сходно смерницама AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures.

2.3. Попречна неравност површине коловоза(колотрази)

Колотрази представљају трајну деформацију у траговима точкова која настаје услед саобраћајног оптерећења услед:

- 1) Додатног збијања
- 2) Структурне деформације
- 3) Пластичне деформације
- 4) Хабања од гума са клиновима

За оцену поперечне неравности примењује се следећи критеријум, приказан у табели бр. 2:

Табела 2 - Критеријум за оцену поперечне неравности коловоза

	Врло добар	→				Врло лош
Индекситет	I	II	III	IV	V	
Колотрази [мм]	<4.5	4.5-9.3	9.3-14.5	14.5-20.1	20.1-26.4	

2.4. Дефинисање хомогених деоница

Хомогени одсек је одређен помоћу одабраног коефицијента варијације, тј. односом између стандардног отклона измерених угиба и њихове средње вредности.

Главни критеријуми коришћени за дефинисање хомогених секција су:

- Саобраћајно оптерећење
- Геометрија (брзина, хоризонтална и вертикална геометрија и ширина пута)
- Тип коловоза (дебљина слојева) и старост конструкције
- Стање (IRI, пукотине, дубина колотрага, текстура, итд.)

2.5. Метода кумулативних разлика

Статистичка методологија често коришћена за идентификацију хомогених деоница је метода кумулативних разлика. Она је релативно једноставна за дефинисање статистички хомогених потеза на бази различитих параметара. Смернице које заступа водич за пројектовање коловозних конструкција AASHTO, дефинише промену параметра дуж одређене деонице у односу на просечну вредност параметра на деоници. У принципу, потребан нам је прорачун кумулативних разлика између стварних и просечних вредности примењеног параметра.

3. ФУНКЦИОНАЛНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗА

Када анализирамо стање коловозне конструкције, постоје два кључна фактора:

- 1) Стање носивости (структуре коловоза) и
- 2) Стање функционалних карактеристика, које даље можемо поделити на две кључне категорије:
 - а) Стање оштећености и
 - б) Стање површинских карактеристика коловоза

3.1. Међународни индекс равности (International Roughness Index - IRI)

IRI се узима у обзир и као конструктивни и као површински показатељ због своје важности у моделирању код HDM-4. Базира се на просечном нагибу који представља однос укупних померања вешања стандардног возила и дужине пређеног пута. Неколико су година тестиране прорачунске методе за различите поступке снимања профила коловоза и њихових параметара. Као коначни резултат објављен је рачунарски алгоритам за прорачун референтне величине IRI-ја.

$$IRI = \frac{1}{L} \int_0^{L/v} |\dot{z}_1 - \dot{z}_2| dt \quad (1)$$

4. ТИПОВИ МЕРНИХ УРЕЂАЈА ЗА МЕРЕЊЕ РАВНОСТИ КОЛОВОЗА

Постоје бројни уређаји (типови) за мерење равности путева- од обичне мерне летве до уређаја који се користе ласерском технологијом. Током пола века развоја, инжењери и научници измислили су неколико техника и метода за мерење равност путева. Мерни уређаји се могу поделити у четири општа типа:

1. Систем за мерење равности путева типа одзива (Responsive Type Road Roughness Meters),
2. Директно мерење профила,
3. Индиректно мерење профила и
4. Панели за субјективну оцену.

4.1. Интегратор неравнина (Bump Integrator)

Интегратор неравнина јесте уређај који се састоји од једноосовинске приколице с мерним точком и масивним металним оквиром који представља референтну раван. Мерење се обавља тако да се приколица с мерним точком вуче по мерном профилу коловоза вучним возилом при брзини од 30 до 50 км/ч (препоручљива брзина је 32 ± 1 км/ч). Бројчани резултат добијен мерењем интегратором неравнина користи се за прорачун индекса равности површине пута (R), који се добије из односа вредности интегрисаних помака точка и пређеног размака у односу на време путовања, а изражава се у м/км (или инч/миљу). У оквиру AASHTO теста [3] успостављен је однос између индекса равности (P) и индекса нивоа услуге коловоза (PSI) који се у неким државним управама користи за процену потреба одржавања коловоза.

4.2. Принцип рада профиломера

Профиломери су уређаји којима се мери подужни профил коловозне површине коловоза. Вредности измереног подужног профила мерног правца подлога је за симулирање кретања нормираног динамичког модела четвртине аутомобила, а према ASTM E 1926-98(2003) [4], који се "провезе" по филтрираном (израваном тј, математички трансформисаном) [5] претходно снимљеном подужном профилу коловоза брзином 80 км/ч.

4.3. Инерцијални (ласерски) профиломери

Возила за тестирање квалитета вожње опремљена су акцелерометром и једноставним дволасерским профиломером који може да мери равност и текстуру. Акцелерометар је уређај који мери убрзање у једној, две или три ортогоналне осе и нашироко се користе у областима грађевинарства. Такође имају најмање једну камеру која помаже у прегледу података у канцеларији и помаже корисницима да разумеју добијене резултате. Из података о убрзању возила рачунар двоструким интегрисањем прорачунава вертикалне помаке возила у односу на референтну равну односно дефинише тренутну висину акцелерометра смешеног у самом возилу.

4.4 Возила за истраживање путне мреже-дигитални ласерски профиломери (Hawkeye 1000)

Мерење функционалних карактеристика коловозне конструкције обавља мултифункционално возило ARRB Hawkeye H1000 [6] дигитални ласерски профилер. Опремљена су или са тринаест ласерских профилера или 3D ласерским системом за мерење пукотина. Ова возила су дизајнирана за испитивање већих мрежа локалних самоуправа или државних путева. Осим неравности и макротекстуре, она такође могу прикупљати податке о подужној равности односно колотразима.

5. ЧИНИОЦИ КОЈИ УТИЧУ НА РАВНОСТ КОЛОВОЗНЕ ПОВРШИНЕ ОБЈЕКТА ПУТНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

- Утицаји саобраћаја

Саобраћај је најважнији фактор који утиче на перформансе коловоза

- Хидролошки утицаји

Вода може значајно ослабити механичке карактеристике отпорности природних шљунчаних материјала, посебно подтла.

- Утицаји подтла

Врсте земљишта од ког може бити сачињено подтло су класификована за изградњу коловоза како би се предвидела својства подлоге.

- Утицај квалитета израде коловоза

Недостатак одговарајућег збијања, затим неодговарајући хидролошки услови током изградње, незадовољавајући квалитет материјала и тачна дебљина слоја (након збијања) директно утичу на перформансе коловоза.

6. АНАЛИЗА ПРИКУПЉЕНИХ ПОДАТАКА

6.1. Анализа трошкова и користи / cost benefit анализа

Cost-benefit анализа представља веома користан инструмент за вредновање и избор јавних пројеката, првенствено оних са животним веком 30 [7] и више година. Она даје информације државним органима и пословним банкама о исплативости улагања, без којих они не могу донети одлуку о финансијској подршци реализације пројекта. Избор најбоље инвестиционе алтернативе остварује се на бази финансијске и економске анализе, као два интегрална дела cost-

benefit анализе. Она обезбеђује процену нето друштвено-економских утицаја јавног пројекта.

ПРАКТИЧАН ДЕО РАДА

7. МЕРЕЊЕ РАВНОСТИ НОВОИЗВЕДЕНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

7.1. Методе мерења и технички захтеви

Метода мерења дефлексија је дата следећим стандардом:

- SRPS EN 13036-6:2012 – Мерење подужне равности коловоза

Мерење је извршено помоћу колица STPZ-3 Continuous Eight-wheel Viameter која су приказана на слици 1.

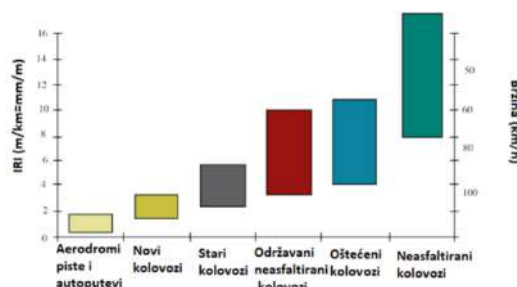


Слика 1- Изглед мерних колица

7.2. Подаци о измереним вредностима и обрада резултата

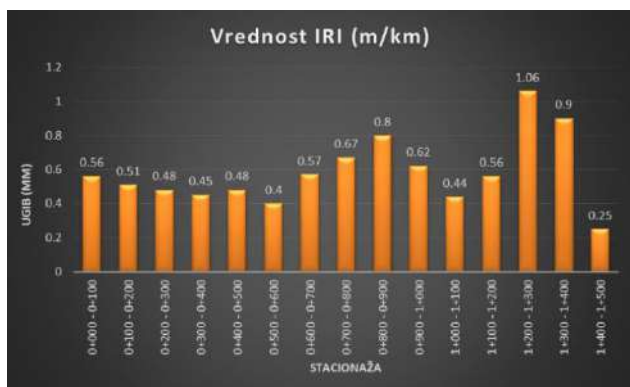
Мерење подужне равности извршено је у улици Светог Николе у Жабљу - II ФАЗА, чија је укупна дужина 1,5 км. Мерење је вршено у обе саобраћајне траке.

Добијене вредности су анализирале и прерачунате у IRI. IRI означава International Roughness Index (Међународни индекс равности) и изражава се у м/км или мм/м. Оријентационе вредности су приказане на слици бр. 2.

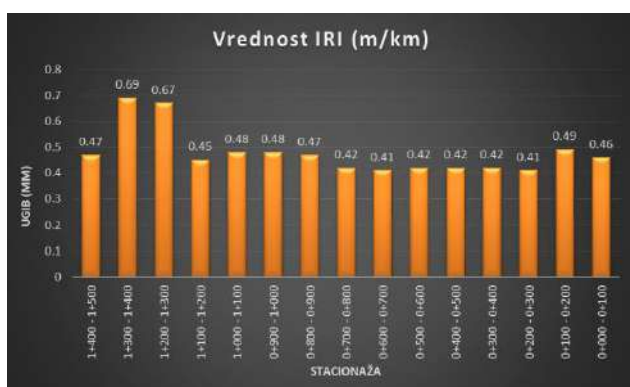


Слика 2- IRI вредности

Измерене IRI вредности приказане су на дијаграмима бр. 1 и 2.



Дијаграм 1- Дијаграм измерених IRI вредности у смеру Жабаљ – Зрењанин



Дијаграм 2- Дијаграм измерених IRI вредности у смеру Зрењанин – Жабаљ

7.3. Квалитативна оцена хомогених потеза

На основу табеле 3, као и података приказаних у претходном поглављу можемо урадити квалитативну анализу хомогених потеза за предметну деоницу. У следећој табели приказаћемо средње вредности за IRI и 85% вредности по хомогеним одсечима, као и квалитативну оцену стања у односу на поменути критеријум:

Табела 3 - Оцена стања коловозне конструкције по хомогеним потезима - IRI

Стационажа	Смер	Хомогени потез	IRIsr (m/km)	IRI 85% (m/km)	Оцена стања
0+000 - 1+200 км	Жабаљ - Зрењанин	I	0.89	0.63	врло добар
1+200 - 1+500 км	Жабаљ - Зрењанин	II	1.21	1.01	добар
0+000 - 1+500 км	Зрењанин - Жабаљ	I	0.78	0.50	врло добар

8. ЗАКЉУЧАК

Коловозна конструкција непосредно утиче на брзину возила, оптерећење мотора, избор преноса, услове рада коционог система. Изучавање одступања равности профила пута подразумева употребу експерименталних и теоријских истраживања, у која улази разрада начина записа стања реалног профила и њихова накнадна обрада. Резултати који се притом добијају треба да буду статистичке карактеристике основних типова путева, који показују промене параметара коловозног застора у условима реалне

експлоатације под дејством возила, времена, климатских и атмосферских услова.

Прикупљање података и повезане аутоматизоване методе су један од главних градивних елемената текуће контроле у систему управљања саобраћајницама. Један од главних проблема повезаних са методама аутоматизованог прикупљања података је висока цена опреме која је укључена. Циљ овог истраживања је да се развије исплатив систем за равности асфалтног коловоза, када су у питању локалне саобраћајнице нижег значаја односно ранга.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] COST 354 Action: Performance Indicators for Road Pavements (WG2: Selection and Assessment of Individual Performance Indicators - Draft Final Report, Brussels, November 2006)
- [2] Сршен, М.: Нови приступ пословном саставу за одржавање грађевина - Примјена ХДМ-4 модела у оптималном одржавању и господареву цестама, Семинар о одржавању цеста, ДГИЗ, Загреб, 2004
- [3] AASHTO test –American Association of State Highway Officials, Washington DC, 1978
- [4] Sayers, M. W.; Gillespie, T. D.; Paterson, W.D.O.: Guidelines for Conduction and Calibrating Road Roughness Measurement, World Bank Technical Paper Number 46, 1986.
- [5] Sayers, M. W.; Karamihas, S. M.: The Little Book of Profiling, University of Michigan Transportation Research Institute, 1997
- [6] Hawkeye 1000 series datasheet: Automated Road Rehabilitation Business Systems Pty. Ltd. Trading as ARRB Systems, 2018.
- [7] Примена cost-benefit анализе у вредновању и избору јавних пројеката (финансијски аспект), Драгана Н. Петровић, Бранко Н. Ђедовић, Никола Ч. Петровић, Vol. 61 Бр. 2 (2013)

Кратка биографија:



Дејан Дакић рођен је у Новом Саду 1992.год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћајница - Управљање путном мрежом одбранио је 2024. године.
контакт: dakic.civileng@gmail.com

Кратка биографија:



Милош Шешлија Рођен је 1987. године у Новом Саду. У звање истраживача приправника на Факултету техничких наука у Новом Саду изабран је 2011.године, након тога прелази у звање асистента-мастер изабран 2015. године. Ванредни професор на катедри за геотехнику и саобраћајнице је од 2024. године.
контакт: sele@uns.ac.rs

ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ГРАЂЕЊА И БИМ**INDUSTRIALIZATION OF CONSTRUCTION AND BIM**Радомир Стојаковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област– ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Кратак садржај– Процес Индустријализације грађења је дуготрајан и непрестан. У данашње време на индустријализацију највише имају утицаја нове дигиталне технологије. Ове БИМ технологије обезбеђују бољу организацију грађења, пројектовање, контролу као и кључну повезаност са осталим инжењерским дисциплинама.

Кључне речи: Индустријализација, БИМ

Abstract – Process of Industrialization of construction is extended and continual. In today day and age most influence on industrialization have new digital technologies. This BIM technologies insure better organization of construction, designing, control as well as key link with other engineering fields.

Keywords: Industrialization, BIM.

1. УВОД

Предмет овог рада јесте анализа везе између индустријализације грађења и БИМ технологије. Рад садржи кратка објашњења везана за области индустријализације и БИМ технологије. Такође у поглављу МОНТАЖНЕ ХАЛЕ и БИМ представљени су елементи за изградњу хала од армиранобетонских префабрикованих елемената у БИМ програму Revit. Типови ових елемената представљени су кроз каталоге производа. Склопом ових елемената може се пројектовати хала од армиранобетонских префабрикованих елемената. Циљ овог рада је да представи потенцијалну и практичну примену БИМ технологије у процесу пројектовања грађевинских монтажних елемената. Праве се озбиљни кораци у Европи и свету да примена БИМ технологије буде обавезна алатка при пројектовању, изградњи и одржавању јавних објеката. Планирају се измене и допуне правних акта које се везују за грађевинарство тако да се у Србији нпр. планира обавезно коришћење БИМ технологије до 2028. године за све грађевинске фирме.

Коришћене су метода анализе и синтезе, алати за тродимензионално пројектовање и консултације. За поглавље Индустријализација грађења и за поглавље БИМ углавном су коришћена најрелевантнија изабрана поглавља из дела различитих аутора. За поглавље Монтажне хале и БИМ одабрана је форма приказа практичног примера из праксе. Ово је

поразумевало и рад у софтверу Revit зарад стварања слике о процесу пројектовања елемената хале као и каталог елемената произвођача.

2. ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ГРАЂЕЊА

Индустријализација (Комитет Уједињених нација за индустријски развој) “је процес економског развоја у којем се највећи део ресурса привреде мобилише у развоју и примени савремене технологије, формирању привредне структуре коју карактерише динамички прерађивачки сектор са високом заступљеношћу производње средстава за производњу и потрошњу добара, чиме се осигурава висока стопа привредног раста у целини и успешно остварују циљеви економског и друштвеног напретка”.



Слика 1. Развој индустријализације (преузето из [1])

2.1. Методе грађења и индустријализација

- Основне методе грађења
- класичне – примена универзалне механизације и велика количина живог рада, припрема свих (или већине) материјала на самом градилишту,
- рационални класични системи – измештање великог броја послова са градилишта у погоне,
- индустријске – виши степен производње најчешће за мањи број различитих производа

2.2. Индустријализација–примена индустријских метода у грађевинарству

1. могућности примене индустријске производње у грађевинарству:
 - производња грађевинских материјала,
 - извођење радова на монтажни начин уз префабрикацију (бетонских, челичних, дрвених и сл. Елемената код изградње кућа, мостовских носача др.)

2. предуслов за увођење:

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Милан Тривунић, ред. проф.

- утврђивање обима производње који ће дати економски оправдану производњу – уз исти квалитет нижа цена производа,
- дужи временски период за припрему индустријализације технолошког процеса и детаљну разраду техничке документације.

2.3. Проблеми у вези са индустријализацијом

- **у вези са паралелизацијом**
 - организационо техничким мерама смањити број и обим ових радова (применом глатке оплате избећи малтерисање),
 - обезбеђењем дугорочне сарадње и довољно великих серија омогућује се префабрикација и израда у погонима (столарски, браварски, инсталатерски и др. радови),
 - применом нових материјала (за обраду подова, зидова, плафона, фасада)
 - код монтажних система грађења – производњом префабрикованих елемената са уграђеним свим потребним деловима,
- **у вези са стандардизацијом, типизацијом и модуларном координацијом производа**
 - **основни предуслов за индустријализацију**
 - типизација у систему пројектовања – једнообразност производа, (нпр. Пројектовање БИМ – каталози елемената....)
 - типизација у систему префабрикације – уједначене тежине префабрикованих елемената,
- **у вези са финализацијом – давање коначног облика, изгледа завршним елементима:**
 - све што може треба и да се потпуно заврши у погонима, фабрикама, а да се за градилиште остави само оно што се знатно може оштетити приликом манипулације, транспорта и монтаже,
 - пројектовати што мањи број спојева,
 - примена нових материјала, ради избегавања „мокрех спојева“.

2.4. Могућност примене ланчане производње

- **основне карактеристике – тактне производње у грађевинарству**
 - ✓ производ остаје на месту, а радници се померају са једног на друго радно место обављајући при томе исте операције,
 - ✓ ток извођења операција континуалан – по завршетку на једном радном месту иста се операција обавља на другом,
 - ✓ синхронизовано обављање технолошког процеса – након завршетка једне операције, на том радном месту се наставља друга – без непотребних пауза на радном месту,
 - ✓ поједини радници или бригаде врше увек исти рад,
 - ✓ рад се одвија у једнаким временским интервалима (такт или корак),
 - ✓ трајање операција је усаглашено са водећом, кључном операцијом
- **услови за примену**
 - ✓ постоји могућност поделе технолошког процеса на операције,

- ✓ могућност поделе објеката на већи број једнаких, или приближно једнаких делова,
 - ✓ могућност непрекидног укључивања појединих радних места,
 - ✓ време за детаљну припрему организације рада.
- предност**
- ✓ убрзање радова,
 - ✓ снижавање трошкова грађења

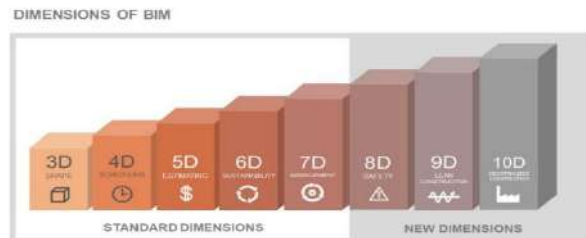
2.5. Промене у складу са елементима индустријске револуције 4.0

Свеобухватан приступ процесу грађења, од пројектовања до изградње и одржавања.

У складу са надолazeћим елементима надолazeће четврте индустријске револуције мењаће се и елементи грађевинарства.

Примена елемената:

- вештачке интелигенције,
- роботике,
- 3D штампања,
- нанотехнологије,
- наука о материјалима,
- квантног рачунања,



Слика 2. Димензије развоја процеса грађења у БИМ-у (преузето из [2])

3. БИМ

БИМ (Building information modeling) је нови универзални језик архитектуре, грађевинарства и инфраструктуре, и покретач дигиталне трансформације грађевинског сектора у Европи и свету. На БИМ не треба гледати искључиво као на нову дигиталну технологију, већ као на стратешку и свеобухватну методологију за ефикасније управљање грађевинским и инфраструктурним пројектима, уз знатно мање трошкове. Кроз рад на заједничкој платформи, БИМ омогућава учесницима на пројекту да сагледају свеукупну ефикасност како великих, тако и малих пројеката, оптимизују време и ефикасније управљају трошковима и то у свим фазама животног циклуса објекта: од идејног решења, преко главног пројекта, изградње до експлоатације, одржавања и рушења на крају века трајања.

3.1. Како функционише БИМ?

БИМ је скуп алата и технологија које се користе за генерисање и управљање дигиталним приказом објекта на основу информација из свих пројектантских дисциплина, а које се складиште у једном једином документу. Захваљујући томе, на пројекту може да ради истовремено више корисника, додајући и мењајући информације о материјалима, конструкцији, енергетским карактеристикама, инсталацијама итд.

За разлику од традиционалног CAD пројектовања које се заснива на дводимензионалном техничком цртежу, BIM функционише по принципу интуитивног, информативног, виртуелног модела зграде, захваљујући коме се могу лако уочити конфликти (нпр. између архитектуре и инсталација, инсталација и конструкције итд.) и отклонити грешке, чак и у најранијим фазама пројектовања.

3.2. Имплементација BIM-а у пракси

За имплементацију BIM технологије се може слободно рећи да је у питању неминован, незаустављив и неповратан процес. Како је својевремено CAD технологија заменила ручно цртање, тако се у архитектонским бироима и грађевинским фирмама све већи број корисника опредељује за BIM. Директивом о јавним уговорима број 2014/24/EU, Европска унија је предвидела да сви учесници на пројектима у јавном сектору морају користити BIM технологију. Ова директива је у фази имплементације.

3.3. Законска обавеза

На конференцији „BIM и инфраструктура“ која се одржала у Привредној комори Србије истакнуто је да је дат одложени рок како би пројектантске фирме имале довољно времена за припрему набавке потребне опреме. BIM технологија, која се већ користи у изградњи станице Прокоп и београдског метроа, омогућава дигитализацију и ефикасније одржавање инфраструктуре.

Министар је такође нагласио да ће се изменама Закона о планирању и изградњи дати већа улога пројектантским бироима, пребацујући издавање грађевинских и употребних дозвола на њих, чиме ће се растеретити секретеријати који тренутно издају ове дозволе.

Поред тога, у плану је и доношење Закона о одржавању инфраструктуре, који ће увести регистар свих инфраструктурних објеката у Србији и законску обавезу издавања буџетских средстава за њихово одржавање.

4. МОНТАЖНЕ ХАЛЕ И BIM

У овом поглављу биће приказана примена BIM технологије у процесу индустријске производње стандардизованих елемената. Примери ће обухватити аразман префабрикованих аб елемената (каталог) потребан за изградњу хала овог типа: темељи, стубови, греде и плоче.

Каталоге елемената обично формирају произвођачи са циљем да своје производе учине лако доступним потенцијалним пројектантским сарадницима у BIM окрижењу. Дизајнирање и пројектовање монтажних армиранобетонских елемената се у овом примеру врши у BIM софтверу Revit.

Revit је Autodesk CAD софтвер за архитектонско и грађевинско пројектовање заснован на технологији Building Information Modeling (BIM). Софтвер CAD система скројен за информационо моделирање зграда. Један од најстаријих компјутерских програма на тржишту и један од најпопуларнијих.

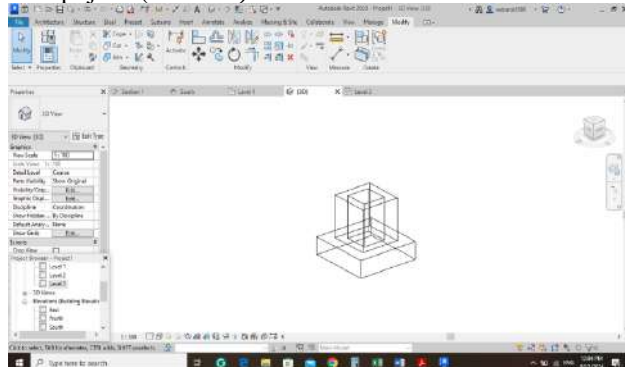
Важна ствар везана за наредни пример је да програм Revit подржава различите врсте модела – Templates – а у којима је омогућен рад на елементима.

У овом примеру су коришћени Architecture Template (углавном због опција намештања изгледа префабрикованих елемената) и Structural Analysis Template (погоднији за цртање арматурних склопова). Поред ова два која су коришћена постоји велики број других који су намењени осталим дисциплинама инжењерске праксе.

4.1. Темелна чаша

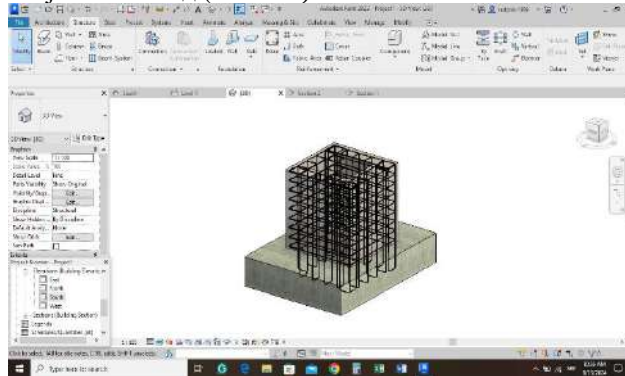
Темелне чаше се изводе као монтажне висине 80-120cm и монолитизују се са темелном стопом на лицу места. Темелји су међусобно повезани темелјним гредама на које се ослањају фасадни панели. Спој стуб- темелна чаша се у статичком прорачуну моделира као упрти ослонац. (Слике 16 до 19)

Коришћењем команде Wall у картици Architecture могу се изабрати врсте зидова које ће се користити у цртању елемента. Сваки од ових врста зидова са собом носе и све специфичне особине материјала. (Слика 3)



Слика 3. Пројектовање темелне чаше – усвајање главних димензија

Елементу који је формиран може се помоћу опције Rebar у картици Structure додати арматурни склоп. Бира се пречник и врста арматуре, дебљина заштитног слоја бетона итд. (Слика 4)

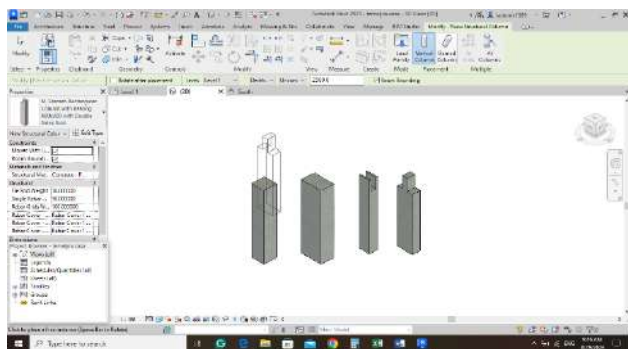


Слика 4. Пројектовање темелне чаше – додавање арматуре и материјала

4.2. Стубови

Унос елемената стубова у пројекат у програму Revit врши се преко команде Column у картици Architecture. Након активације ове команде бира се опција Load

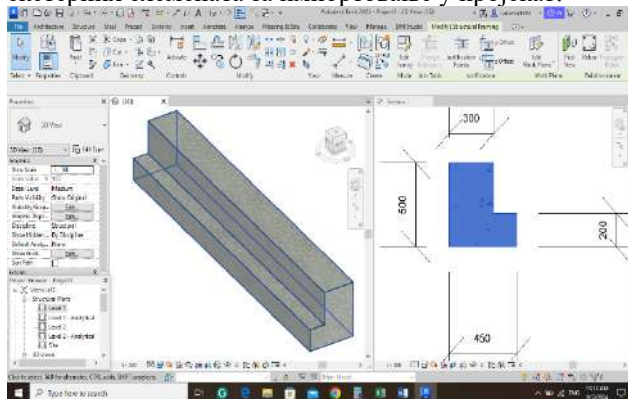
Family помоћу које се врши избор екстерних елемената за импортовање у пројекат. (Слика 5)



Слика 5. Унос префабрикованих стубова из каталога

4.3. Међуспратни носачи

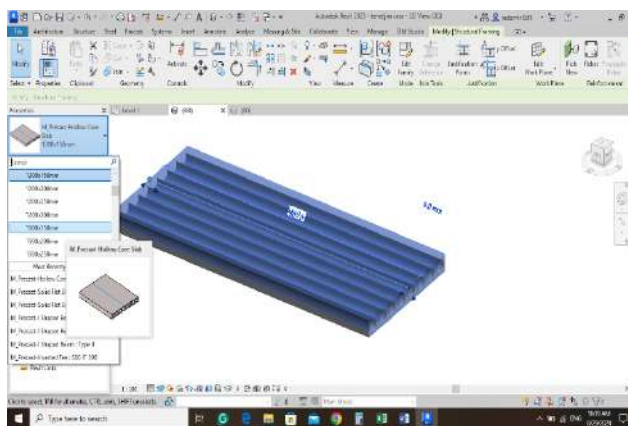
Унос елемената греда- носача у пројекат у програму Revit врши се преко команде Beam у картици Structure. Након активације ове команде бира се опција Load Family помоћу које се врши избор екстерних елемената за импортовање у пројекат.



Слика 6. L носач – слика у изгледу и попречни пресек

4.4. Међуспратне плоче

Код додавања површинских елемената као што је ошупљена плоча димензија која није фиксна је дужина елемента. Модели елемента су овом фамилијом везани за димензије висине и ширине. (Слика 7)

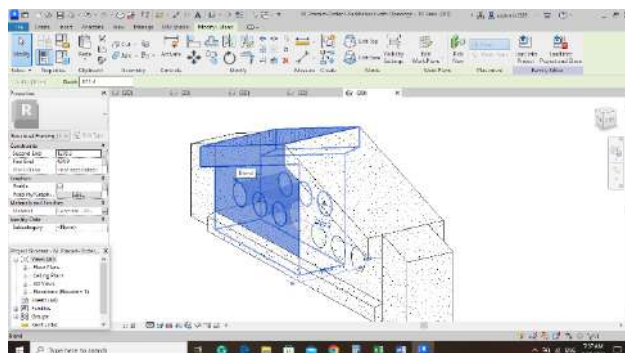


Слика 7. Додавање димензије дужине ошупљене плоче

5.5. Кровни носачи

Импортовани елементи који су модификовани у програму опцијом Edit Type могу се касније тако измењени сачувати командом Create Family. Овим се

ствара фамилија нових елемената која се чува на екстерној локацији. Она постаје приступачна за рад како на овом тако и на осталим сличним пројектима. (Слика 8)



Слика 8. Модификација импортованог кровног носача

5. ЗАКЉУЧАК

Оно што је важно напоменути је да сви елементи који се моделују у програму Revit могу да се примене и у осталим БИМ софтверима. Ова чињеница омогућава несметану сарадњу између учесника пројеката који имају различите софтвере у којима раде. Неки од ових програма су Archicad, Navisworks, AutoCAD Arch., AutoCAD MEP, AutoCAD P&ID, STAAD.Pro., Tekla Structures итд.

Овако формиране каталогe све више користе извођачи у сарадњи са пројектантима. Они у каталозима у дигиталној форми описују дијапазон својих производа и они су лако доступни пројектним бироима. Последица овога је та да је пројектант у могућности да отпочне пројектовање са јасно дефинисаним елементима које извођач може одмах да почне да производи.

6. ЛИТЕРАТУРА :

- [1] Тривунић, М., Дражић, Ј.: “Индустријализација у грађевинарству” – предавања, шк 2021/2022.
- [2] <https://biblus.accasoftware.com/en/what-is-10d-bim/>

Кратка биографија:



Радомир Стојаковић рођен је у Новом Саду 1995.год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – „Индустријализација грађења и БИМ“ одбрао је 2024.год.

контакт: radomir.stojakovic123@gmail.com

PRIKUPLJANJE PODATAKA ZA FORMIRANJE BAZE PODATAKA NA DRŽAVNOM PUTU II-A REDA, BROJ 120, DEONICA ŠID - KUZMIN**DATA COLLECTION FOR THE FORMATION OF A DATABASE ON THE STATE ROAD II-A, NO. 120, ROAD SECTION ŠID - KUZMIN**

Vladana Lalović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazane su metode i uređaji za prikupljanje podataka o karakteristikama kolovoza. Akcenat je stavljen na podatke koji se odnose na strukturno mehaničke karakteristike kolovoza. Dat je osvrt na teorijske osnove metodologije za projekovanje pojačanja i rekonstrukcije kolovoznih konstrukcija kao i analiza metoda za dimenzionisanje pojačanja kolovoznih konstrukcija pomoću izmerenih defleksija / ugiba kolovoznih konstrukcija. Dat je i osvrt na princip rada sledećih ugibomera kao i odogovarajuću metodologiju analize nosivosti kolovoznih konstrukcija. Primer je urađen na deonici Šid – Kuzmin.

Gljučne reči: kolovozna konstrukcija, rehabilitacija, defleksija.

Abstract – Within this paper, methods and devices for collecting data on pavement characteristics are presented. Emphasis is placed on the data related to the structural and mechanical characteristics of the pavement. An overview of the theoretical foundations of the methodology for designing reinforcement and reconstruction of roadway structures is given, as well as an analysis of methods for dimensioning the reinforcement of roadway structures using measured deflections / bends of roadway structures. An overview of the working principle of the following flexometers is given, as well as the corresponding methodology for the analysis of the bearing capacity of pavement structures. The procedure itself is shown on the example of a State road Šid – Kuzmin.

Keywords: pavement construction, rehabilitation, deflection.

1. UVOD

Posle određenog perioda eksploatacije kolovozne konstrukcije javlja se potreba za analiziranjem iste sa aspekta nosivosti, a sve u cilju određivanja trenutne / efektivne nosivosti i projektovanja tehničkih mera rehabilitacije. Dat je i osvrt na prikaz metoda i uređaja za prikupljanje podataka o karakteristikama kolovoza te je akcenat stavljen na karakteristike koje se odnose na strukturno – mehaničke karakteristike kolovoza:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof.dr Miloš Šešlija.

- Benkelmanova greda
- Lakroa – defektograf
- FWD.

Zatim, prikazano je Idejno-inženjersko rešenje projekta kolovozne konstrukcije za potrebe rekonstrukcije državnog puta II-A reda, broj 1, deonica Šid - Kuzmin. Analiza nosivosti kolovozne konstrukcije je izvršena prema defleksijama merenim padajućim tegom – FWD uređajem te je dat zaključak o stanju postojeće kolovozne konstrukcije kao i projektna rešenja na osnovu kojih je izvršena tehnička mera rekonstrukcije.

2. PRIKAZ METODA ZA ISPITIVANJE STRUKTURNO - MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA**2.1. Benkelmanova greda**

Benkelmanova greda predstavlja mehanički merni uređaj koji prenosi vertikalne pokrete (ugib) površine kolovozne konstrukcije na merni sat (slika 1). Sastoji se od sledećih komponenti:

- prenosnog ili pokretnog držača sa tri oslonca; visinu oslonaca je moguće prilagođavati,
- vertikalnog pokretnog kraka senzora, koji je moguće blokirati,
- mernog sata (prečnika 100 mm), opsega merenja od 30 mm, sa podelom skale od 0,01 mm,
- vibratora koji je moguće podesiti u cilju uklanjanja trenja kraka senzora kao i trenja na mestu mernog sata.

Benkelmanova greda omogućava merenje:

- ukupnog, odnosno elastičnog i plastičnog ugiba površine kolovozne konstrukcije metodom „pri dolazećem opterećenju”) i,
- samo elastičnog ugiba (metodom „pri odlazećem opterećenju”), za koji se uglavnom smatra da određuje stvarno stanje kolovozne konstrukcije.

Benkelmanovu gredu treba postaviti na odabrano merno mesto, kako bi se obezbedio dobar kontakt sva tri nosača držača i kako bi se postigla poprečna horizontalnost držača. Pre početka merenja ugiba potrebno je izmeriti temperaturu asfaltnog zastora. Prilikom merenja ugiba, u skladu sa metodom „pri dolazećem opterećenju”, vozilo mora da se kreće unazad brzinom od 0.5 m/s, i mora pažljivo da se približi vrhu senzora na kraku Benkelmanove grede. Par zadnjih točkova na vozilu mora, na početku merenja, biti 3 m udaljen od vrha

senzora. U toku izvođenja ispitivanja, na određenim udaljenostima propisno opterećene osovine vozila od vrha senzora (2, 1, 0,5; i 0,25 m), i ukoliko se vrh senzora nalazi ispod osovine zadnjih točkova vozila, vrednosti ugiba treba očitavati na mernom satu.

Po isteku oko dva minuta, vozilo treba da se vrati nazad na polaznu tačku, brzinom od oko 0,5 m/s. Ugib treba izmeriti kada je opterećena osovina vozila 1 m i 3 m udaljena od vrha senzora [1].



Slika 1: Benkelmanova greda

2.2. Lakroa - deflektograf

Lakroa-deflektograf se sastoji iz sledećih osnovnih komponenti (slika 2):

- Vozila, koje prenosi mernu spravu, i predstavlja opterećenje za izvođenje merenja
- merne sprave koja se sastoji od fiksnog nosivog okvira, pokretnog nosivog okvira sa dva kraka senzora, dva induktivna merača pokreta kraka senzora, sistema sa računarskom podrškom za nadzor nad merenjem, kontrolu pokreta pokretnog nosivog okvira, automatsko evidentiranje ugiba, i prenos podataka na računar
- računara sa programima za evidentiranje svih potrebnih podataka izvedenim merenjima i dobijenim rezultatima

Kako bi se izvršilo opterećenje mernog sata, zadnja osovina vozila mora da bude spravljena sa dva para točkova. Osovinsko opterećenje treba da iznosi do 100 kN. Opterećenje je moguće podešavati regulišući količinu vode koja se nalazi u rezervoaru postavljenom na vozilu. Pritisak u gumama točkova na mernoj osovini mora biti isti / konstantan i iznositi 0.7 do 0.8 MPa. Za merenje temperature asfaltnog zastora upotrebljava se termometar u opsegu od 0 °C do 50 °C [1].



Slika 2: Lakroa deflektograf

2.3. FWD uređaj

FWD uređaj (deflektometar sa padajućim tegom) se sastoji od sledećih delova:

- jednoosovinske prikolice, koja služi za prevoz sprava za dinamičko opterećenje (slobodno padajući tegovi, senzori, sistem gumenih opruga, kružna ploča sa čelijom za

opterećenje) i za prevoz merne sprave (merači ugiba – geofoni),

- sistema sa računarskom podrškom za nadzor nad merenjem i prenos podataka na računar,

- računara sa programima za kontrolu čitavog postupka i sprava za beleženje i obradu svih potrebnih podataka o izvedenim merenjima ugiba i dobijenim rezultatima. [1]

Trenutno u svetu najzastupljeniji ugibomer sa padajućim teretom je FWD (Falling Weight Deflectometer) danskog proizvođača „DYNATEST“ (slika 3).

Ugibomer sa padajućim teretom se sastoji od tega mase od 150 kg za puteve i 400+250 kg za aerodrome – HWD), koji vertikalno pada (visina varira od 0.04 do 0.4 m) na ploču prečnika 300 ili 450 mm, spregnutu sa oprugom. Maksimalna veličina tereta može da varira (od 15 do 150 kN) uz pomoć:

- promene mase tereta,
- promene visine pada (najparaktičniji način za promenu sile),
- promene konstantne opruge.



Slika 3: FWD

Način merenja ugiba površine kolovozne konstrukcije zasniva se na dinamičkom opterećenju kružne ploče padajućim teretom. Trajanje i sila opterećenja treba da budu isti kao i u slučaju opterećenja pomoću točkova vozila.

Pre početka merenja ugiba potrebno je osigurati savršeno naleganje kružne ploče kao i grede sa geofonima na površinu kolovozne konstrukcije, izmeriti temperaturu asfaltnog zastora, postaviti pojedine osnovne i moguće dodatne parametre za merenje (način opterećenja, broj sprava za merenje) [1].

3. TEORIJSKE OSNOVE METODOLOGIJE ZA PROJEKTOVANJE POJAČANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Nosivost kolovoznih konstrukcija se utvrđuje laboratorijskim i terenskim istaživanjima. U laboratoriji se pod kontrolisanim uslovima utvrđuju čvrstoće materijala (modul krutosti – elastičnosti, čvrstoća na zatezanje pri savijanju, otpornost na zamor i Poasonov koeficijent), a na terenu „krutost“ kolovoza (odnos opterećenja i odgovarajućeg elastičnog ugiba).

U ovom radu prikazana je ocean nosivosti na osnovu ugibomera sa padajućim teretom, FWD (Falling Weight Deflectometer) danskog proizvođača „DYNATEST“.

4. IDEJNO-INŽENJERSKO REŠENJE PROJEKTA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE ZA POTREBE REKONSTRUKCIJE DRŽAVNOG PUTA II-A REDA, BROJ 120, DEONICA OD 5+524 DO 20+916 (ŠID-KUZMIN)

4.1. Postojeće stanje

Podaci o oštećenosti površine kolovoza su prikupljeni kontinualnim i detaljnim vizuelnim pregledom predmetne deonice uz odmeravanje i stacioniranje. Oštećenja su prikupljena u skladu sa katalogom oštećenja dostavljenom od strane JP Putevi Srbije. Karakterističnih oštećenja koja su uočena na predmetnoj deonici (slika 4) :

(1) mrežaste-aligator pukotine, (2) kolotrazi, (3) intervencije, (4) izlučivanje bitumen, (5) pojedinačne-random pukotine, (6) podužne pukotine, (7) pojedinačne pukotine koje su reflektovane, (8) uleguća.

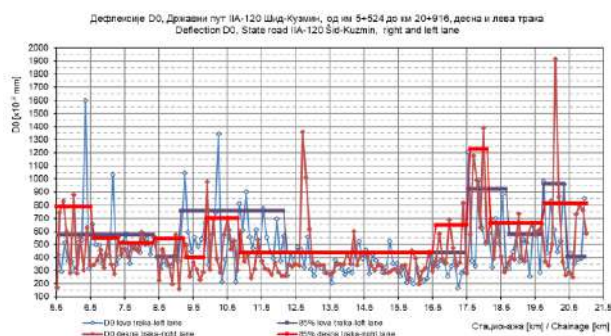


Slika 4: Karakteristična oštećenja

4.2. Struktura kolovozne konstrukcije

Merenje nosivosti postojeće kolovozne konstrukcije je izvršeno deflektometrom sa padajućim teretom Danskog proizvođača Dynatest FWD. Merenje je izvršeno izborom odgovarajućeg tereta i visine pada, nanošenjem sile od ~50 kN na kružnu ploču prečnika Ø300 mm, koja je bila postavljena na površinu kolovoza. Na svakoj mernoj tački na kolovozu, izvršena su 3 udarca. Merenje defleksije pri svakom udarcu je vršeno geofonima postavljenim na sledećim udaljenostima od centra kružne ploče: r=0 mm, 300 mm, 600 mm, 900 mm, 1200 mm, 1500 mm i 1800 mm. Defleksije površine kolovoza merene su u desnom tragu točka obe saobraćajne trake uz ivicu kolovoza na svakih 100m, odnosno naizmenično na svakih 50m deonice puta. Merna mesta na levoj saobraćajnoj traci su smaknuta za po 50 metara u odnosu na merna mesta na desnoj saobraćajnoj traci.

Deflektogram izmerenih defleksija sa prikazanim vrednostima na svim senzorima (geofonima) dat je na sledećoj slici za desnu, odnosno, za levu saobraćajnu traku, respektivno:



Slika 5: Deflektogram izmerenih defleksija na svim senzorima

Definisanje homogenih poteza vrši se na osnovu metode kumulativnih razlika na bazi maksimalnog ugiba u centru opterećenja d_0 , odnosno definiše se promena ugiba duž deonice u odnosu na prosečnu vrednost ugiba na deonici.

Број хомогене деонице	Меро давна трака	Хомогене деонице		Дефлексије Do(μm)				
		Стациона жа Од (км)	Стационажа До (км)	Сре дња вред -	85 %.	85% (20 ⁰ C)	Дужи на (m) ¹	
I	Д	5+524	6+500	510	789	907	976	
II	Л	6+500	8+360	513	573	642	1860	
III	Д	8+360	9+150	381	543	624	790	
IV	Л	9+150	12+150	580	757	871	3000	
V	Д	12+150	16+500	380	437	494	4350	
VI	Д	16+500	17+500	465	650	734	1000	
VII	Л	17+500	18+700	613	921	1068	1200	
VIII	Д	18+700	19+800	511	660	759	1100	
IX	Л	19+800	20+916	618	811	932	550	

Slika 6: Homogeni potezi

4.3. Zaključak o stanju postojeće kolovozne konstrukcije

Na osnovu analiziranih parametara:

- defleksija površine kolovoza,
- nosivosti posteljice kolovozne konstrukcije,
- postojeće strukture kolovozne konstrukcije,
- karakteristika pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije,
- stanja oštećenosti površine kolovoza,
- podužne ravnosti površine kolovoza,
- poprečne ravnosti površine kolovoza
- nivelacionih odnosa kroz četiri naseljena mesta.

Definisani su sledeći homogeni potezi za koja će biti primenjena određena projektna rešenja:

Број хомогене деонице	Поčetна стационажа	Крајња стационажа	Дужина (m)
1.	5+524	6+500	976
2.	6+500	8+360	1860
3.	8+360	9+500	1140
4.	9+500	12+150	2650
5.1	12+150	12+550	400
5.2	12+550	14+240	1690
5.3	14+240	15+800	1560
5.4	15+800	16+400	600
6.	16+400	17+600	1200
7.	17+600	18+500	900
8.	18+500	19+500	1000
9.	19+500	20+916	1416

5. UPOTREBA PRIKUPLJENIH PODATAKA O STRUKTURNO - MEHANIČKIM KARAKTERISTIKAMA NAKON DEFINISANJA HOMOGENIH POTEZA I USVOJENA PROJEKTNА REŠENJA

Nakon definisanja homogenih poteza analiziraju se uticajni parametri tj. saobraćajno opterećenje i klimatski parametara koji se koriste za proračun potrebnog ojačanja kolovozne konstrukcije te usvajanje projektnih rešenja za izdvojene homogene poteze.

Prilikom analize parametra saobraćajnog opterećenja neophodno je odrediti merodavno saobraćajno opterećenje za projektni period od 10 i 20 godina na osnovu Izveštaja o sedmodnevnom kontrolnom brojanju saobraćaja [2].

Sledeći uticajni parametri koji se analiziraju jesu klimatski parametri:

- izvrši se korekcija defleksija koje odgovaraju sili od 50 kN kao i korekcija defleksije d_0 za referentnu temperaturu od 20°C
- odrede se merodavne srednje mesečne temperature vazduha i u asfaltnim slojevima
- analizira se uticaj mraza u skladu sa standardom U.B9.012, tj. odredi se potrebna debljina kolovozne konstrukcije za delimičnu zaštitu materijala od uticaja mraza, za loše hidrološke uslove kao i za Indeks mraza od $I_m=300$ (stepeni x dana).

Kada se svi uticajni parametri odrede pristupa se proračunu potrebnog ojačanja kolovozne konstrukcije. Proračun čini definisanje nosivosti postojeće kolovozne konstrukcije i definisanje potrebne nosivosti kolovozne konstrukcije za buduće eksploatacione uslove. Potrebno pojačanje se proračunava po sledećoj jednačini:

$$d_{poj} = \frac{SN_{pot} - SN_{eff}}{a_1}$$

gde je:

SN_{pot} - potreban strukturni broj

SN_{eff} - efektivan strukturni broj postojeće kolovozne konstrukcije

a_1 - koeficijent zamene sloja za pojačanje

Proračun je sprovodi u dva osnovna koraka za sve homogene poteze:

- proračun efektivnog strukturnog broja postojeće kolovozne konstrukcije SN_{eff}
- proračun potrebnog strukturnog broja kolovozne konstrukcije za buduće eksploatacione uslove.

Nakon završetka proračuna potrebnog ojačanja usvajaju se konačna projektna rešenja.

4.4. Usvojena projektna rešenja

Primer usvojenog projektnog rešenja za homogen potez 1:

1. Projektno rešenje uključuje izradu pripremnih radova pre izrade slojeva ojačanja:
 - Uklanjanje/struganje postojećih asfaltnih slojeva u debljini $d=6.5\text{cm}$,
 - Popravka mrežastih pukotina intenziteta M i H – 750.5 m²,
 - Popravka ulegnuća svih intenziteta – 103.5 m²,
 - Popravka oštećenih intervencija kolovoza intenziteta M i H – 599.9 m²,
 - Popravka oštećene ivice kolovoza svih intenziteta – 24 m²,
2. Slojevi ojačanja uključuje izradu:
 - Bitumeniziranog nosećeg/izravnavajućeg sloja BNS 22sA sa PmB 45/80-65 debljine $d_{min}=8\text{cm}$,
 - Habajućeg sloja AB11s sa PmB 45/80-65 debljine $d=4\text{cm}$.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj analize nosivosti i projektovanja tehničkih mera rehabilitacije / sanacije, na osnovu izmerenih ugiba i drugih prikupljenih podataka, jeste produžetak eksploatacionog perioda kolovozne konstrukcije uz potrebno pojačavanje / zamenu slojeva kolovozne konstrukcije. Prema tome, značajno se smanjuju i finansijska sredstva potrebna za rehabilitaciju / sanaciju, obzirom da se preciznim proračunom uz poznavanje strukture kolovozne konstrukcije definišu potrebne debljine slojeva za pojačanje. Ispitivanju i analizi nosivosti, prethode istražni radovi sa ciljem definisanja kvaliteta materijala i fundamentalnih karakteristika kolovozne konstrukcije koje koreliraju sa ostalim parametrima prilikom donošenja konačnih zaključaka.

U ovom radu je obrađeno sledeće:

- metode i uređaji za prikupljanje podataka o karakteristikama kolovoza
- prikaz i analiza metoda za ispitivanje strukturno - mehaničkih karakteristika kolovoza
- teorijske osnove za projektovanje pojačanja kolovoznih konstrukcije,
- idejno-inženjersko rešenje rešenje državnog puta broj 120 Šid – Kuzmin, bazirano na analizi nosivosti postojećeg kolovoza prema izmerenim ugibima / defleksijama FWD uređajem, sa padajućim teretom.
- upotreba prikupljenih podataka o strukturno – mehaničkim karakteristikama nakon definisanja homogenih poteza i usvojena projektna rešenja.

6. LITERATURA

[1] „Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji” – JP „Putevi Srbije“

[2] „Kolovozne konstrukcije” – prof. dr Aleksandar Cvetanović

Kratka biografija:



Vladana Lalović rođena je u Istočnom Sarajevu 1995. god.. Posle studija građevinarstva na FTN-u u Novom Sadu, stiče zvanje diplomiranog inženjera građevine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju odbranio je 2024.god.
kontakt: vladnaalalovic1@gmail.com



УПОТРЕБА MICROSOFT PROJECT-а ПРИ ПЛАНИРАЊУ И РЕАЛИЗАЦИЈИ ПРОЈЕКТА ЗА ИЗВОЂЕЊЕ УЛИЦЕ ВАШАРИШТЕ У ЖАБЉУ

THE USE OF MICROSOFT PROJECT IN THE PLANNING AND IMPLEMENTATION OF THE CONSTRUCTION PROJECT OF VASARIŠTE STREET IN ŽABALJ

Драган Јелић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈНО ИНЖЕЊЕРСТВО

Кратки садржај – Овај рад представља пројекат за извођење улице Вашириште у Жабљу. Главни циљ пројекта јесте изградња нове саобраћајнице у улици Вашириште. Ова саобраћајница има за циљ да повећа улице Чурушку и Петра Коњевића. Пројекат обухвата анализу планираних активности на пројекту, као и праћење ресурса и трошкова на пројекту уз помоћ софтверског алата Microsoft Project.

Кључне речи: планирање, улица Вашириште, Жабљ, Microsoft Project, активности на пројекту, ресурси на пројекту, трошкови пројекта, изградња.

Abstract - This paper represents the construction project of Vašarište Street in Žabalj. The main goal of the project is the construction of a new road in Vašarište Street. This road aims to connect Čuruška and Petar Konjević streets. The project includes the analysis of the planned activities on the project, as well as the monitoring of resources and costs on the project with the help of the Microsoft Project software tool.

Keywords: Planning, Vašarište Street, Žabalj, Microsoft Project, activities on the project, resources on the project, costs of the project, Construction.

УВОД

Реч пројекат је настала од латинске речи *proiectum*, што значи бачен унапред. Пројекат се дефинише као сложен и непоновљив подухват који се реализује у будућности да би се постигли циљеви у предвиђеном времену, са предвиђеним ресурсима и предвиђеним трошковима са основним задатком да се створи нека нова употребна вредност. Према Керзеновој дефиницији пројекат се дефинише као подухват који има дефинисане циљеве, конзумира ресурсе и функционише под временским, трошковним и квалитативним ограничењима [2].

1. ЗАЈЕДНИЧКЕ ОСОБИНЕ ПРОЈЕКТА

Сваки пројекат има неке заједничке особине које пројекат чине научним, техничким и пројектним целинама. У заједничке особине спадају:

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био др Предраг Атанасковић, ред. проф.

1. Циљ пројекта
2. Рокови пројекта
3. Трошкови пројекта
4. Комплексност пројекта
5. Обим и природа задатка
6. Ресурси пројекта
7. Контролни системи на пројекту
8. Организациона структура пројекта

Основни циљ сваког пројекта јесте напредак у развоју и профит који се у различитим друштвено-економским околностима мери на различите начине. Задати циљеви пројекта су дефинисани пројектним задатком, задатком пројекта и пројектним захтевом. У саобраћају, циљеви пројекта су обично усмерени у циљу развоја и напретка везаних за технолошке операције, анализе и препоруке потребних саобраћајних система, постављање нове организације рада, подизања степена безбедности саобраћаја, нових технологија рада.

Сваки пројекат има дефинисан почетак и крај. То су кључни догађаји на пројекту и не постоји ни један успешан пројекат који се реализује без почетка и краја. Сваки пројекат са дефинисаним циљем мора да се спроведе у оквиру предвиђеног рока.

Трошкови пројекта су веома битна заједничка особина сваког пројекта. Са аспекта инвеститора, трошкови пројекта су веома битни, јер инвеститор финансира цео пројекат. Са аспекта извођача радова, увећани трошкови које остварује, директно умањују зараду и профит.

Комплексност пројекта је повезана са технологијом којом се остварују циљеви пројекта. Квалификована знања из области пројектовања или пројекта примењују се у фази израде или извођења пројекта, што их чини примењивим, јединственим, употребљивим и валидним.

Сваки пројекат се разликује према захтеву и обиму. Треба правити разлику између пројекта различитих струка и степена разраде пројекта (ниво детаљности). Такође треба правити разлику између пројекта по њиховој врсти, величини, намени и садржају.

Сваки пројекат користи ресурсе. Ресурси су увек ограничени, како са аспекта броја, тако и са аспекта технолошких и техничких могућности. Основни ресурси на сваком пројекту су:

1. људство,
2. опрема,
3. материјали,
4. техника.

За сваки пројекат неопходно је обезбедити и направити организациону структуру пројекта и одредити руководиоца пројекта са одговарајућим овлашћењима и одговорностима. Не постоји пројекат у коме сви учесници имају иста овлашћења и одговорности.

Степен овлашћења и одговорност учесника у пројекту дефинише се пре отпочињања реализације пројекта и дефинисан је од стране одговорних лица у компанијама или државним институцијама у случајевима када су пројекти од великог државног значаја.

Контрола рада на пројекту је процес праћења, провере и подешавања рада на активностима које је потребно реализовати како би пројекат остварио своје циљеве. Контрола на пројекту се спроводи за све време трајања једног пројекта.

2. MICROSOFT PROJECT

Један од најпознатијих софтверских пакета који се користе у управљању пројектима је *Microsoft Project*. Овај програмски пакет је намењен за планирање, праћење и контролу реализације различитих врста пројеката. Програм омогућава сагледавање веома сложених пројеката кроз рашчлањавање пројеката на поједине фазе и делове, као и повезивање појединих делова или више пројеката ради заједничког коришћења ресурса и ефикаснијег тимског рада.

Основне карактеристике и предности коришћења *Microsoft Project*-а су:

- Може да прати већи број пројеката у истом тренутку
- Праћење свих информација које корисник сакупља о предметном пројекту
- Прати, контролише и упозорава корисника о трајању активности и прекорачењима
- Прати, контролише и упозорава корисника о трошковима
- Даје могућност прављења пројектног плана у стандардним, добро дефинисаним форматима
- Даје могућност повезивања активности и ресурса на ефикасан начин
- Даје могућност кориснику пакета задржавања контроле над пројектом који се реализује или је у процесу димензионисања [5].

2.1 Активности на пројекту и њихово повезивање

Задаци-активности су основ за израду сваког пројекта. Активности описују рад на неком пројекту помоћу појмова: рок, трајање и потребни ресурси. Разликују се активности које се баве израдом техничке документације и активности које се баве реализацијом пројекта према техничкој документацији.

Према основној подели, активности могу бити:

1. сумарне активности
2. подактивности
3. кључни догађаји на пројекту-*milestone*

Сумарне активности на пројекту су оне активности које се реализују у функцији одређених временских рокова и које су описане ценама, извођачима задатака и временом трајања. Ове активности сумирају у цени и времену групу подактивности на једном пројекту.

Подактивности представљају већи број појединачних активности на пројекту које су обједињене у сумарне активности. Дакле, цели пројекат се састоји од одређеног броја сумарних активности, које се даље састоје од одређеног броја подактивности.

Кључни догађаји на пројекту указују на значајне датуме у реализацији неког пројекта. Они дефинишу почетак реализације пројекта, почетак реализације неке активности, време завршетка реализације пројекта и слично.

Везе – релације између активности:

Активности су осим временске одређености, одређене и начином повезивања, све у склопу техничко-технолошких планова, врсте пројекта и расположивих ресурса у датом тренутку.

Међу задацима – активностима постоје реализације које *Microsoft Project* може да прикаже. Релације-везе, у *Microsoft Project*-у могу се поставити:

- 1) између појединачних активности: активност - активност;
- 2) између групе активности и друге појединачне активности: група активности – активност
- 3) између појединачне активности и групе активности: активност – група активности

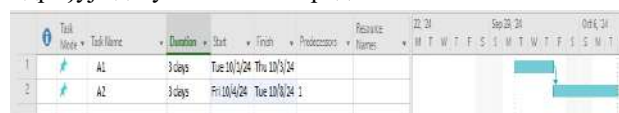
Microsoft Project се према активностима односи као:

- 1) Свака постојећа активност ако није прва има претходне активности;
- 2) Свака наредна активност ако није последња има наредну активност

Постоје 4 типа међусобних релација међу активностима на неком пројекту:

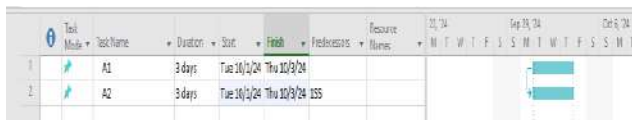
- *FINISH TO START* (FS) – заврши да би почео;
- *START TO START* (SS) – почни да би почео;
- *FINISH TO FINISH* (FF) – заврши да би завршио;
- *START TO FINISH* (SF) – почни да би завршио [5].

Релација *FINISH TO START* дефинише: кад се претходна активност заврши може почети наредна активност. Датум завршетка претходне активности одређује датум почетка наредне активности.



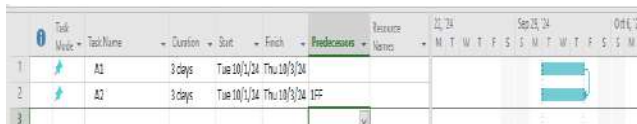
Слика 1: Веза *Finish to Start*

Релација *START TO START* међу активностима дефинише датум почетка претходне активности и одређује датум почетка наредне активности. Овај тип везе предвиђа могућност да наредна активност започне одмах по почетку претходне активности.



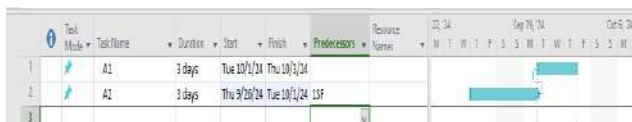
Слика 2: Веза Start to Start

Релација **FINISH TO FINISH** дефинише датум завршетка претходне активности и одређује датум завршетка наредне активности. Овај тип предвиђа могућност да се наредна активност заврши по завршетку претходне активности.



Слика 3: Веза Finish to Finish

Релација **START TO FINISH** дефинише датум почетка претходне активности и одређује датум завршетка наредне активности. Овај тип везе је најмање примењив и ретко се користи у реализацији пројекта, када су у питању типови везе међу активностима. На слици 5 можемо видети пример ове везе.



Слика 4: Веза Start to Finish

3. УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТИМА

Управљање пројектом представља научно заснован процес и у пракси потврђен концепт којим се уз помоћ одговарајућих метода организације, планирања и контроле врши рационално усклађивање свих потребних ресурса и координација обављања потребних активности, како би се одређени пројекат реализовао на најефикаснији начин. Пројекат је подухват који има дефинисане циљеве, конзумира ресурсе и функционисање по временском, трошковним и квалитативним ограничењима [2].

Концепт управљања пројектом се базира на коришћењу такве организационе форме која омогућава најефикаснију реализацију пројекта, односно најефикасније коришћење расположивих метода и ресурса у циљу постизања оптималних резултата у реализацији пројекта.

За сваки пројекат је неопходно обезбедити и направити организациону структуру пројекта и одредити руководиоца пројекта са одговарајућим овлашћењима и одговорностима.

3.1 Фазе пројекта

Управљање пројектом и дефинисање концепта управљања пројектом захтева четири фазе:

- постављање циљева пројекта,
- планирање реализације пројекта,
- реализација пројекта,
- контрола пројекта.

4. ОПИС ПРОЈЕКТА

Пројекат за извођење улице Вашариште у Жабљу, подељен је на 6 сумарних активности:

- припремни радови
- земљани радови
- израда коловозне конструкције
- одводњавање
- израда саобраћајне сигнализације
- остали радови

Свака од ових сумарних активности подељена је на већи број подактивности које су блиско повезане са датом сумарном активношћу.

4.1 Ресурси на пројекту

Да би се пројекат могао реализовати мора се располагати одговарајућим ресурсима. Сваки пројекат користи ресурсе, или више њих у исто време. Ресурси су углавном ограничени и улазе у укупне трошкове пројекта. У основне ресурсе на пројекту спадају:

- људство – инжењери, специјализовани извршиоци, помоћни извршиоци, менаџери, техничка подршка, итд.,
- опрема – возила, специјалне машине, специјални алати, рачунарска опрема, итд,
- материјали– материјали у функцији врсте пројекта који се реализује,
- техника – техничка подршка везана за рачунарске системе, лабораторије

У току реализације пројекта, израде техничке документације или изградње, стручна лица према Закону о планирању и изградњи могу бити:

1. руководиоца пројекта
2. главни пројектант
3. самосталини пројектант
4. пројектантни
5. сарадници
6. техничка подршка [2]

Resource Name	Std. Rate	Type	Material Label	Issues	Group	Risk Units	Value	Cost	Est. Rate	Cost/Est	Active As	Base Calendar
Gradbeni radnik 1	500 RSD/hr	Man	GR1	100%	88.17 hrs	43,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 2	500 RSD/hr	Man	GR2	100%	88.17 hrs	43,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 3	500 RSD/hr	Man	GR3	100%	88.17 hrs	43,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 4	500 RSD/hr	Man	GR4	100%	78.17 hrs	39,085 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 5	500 RSD/hr	Man	GR5	100%	78.17 hrs	39,085 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 6	500 RSD/hr	Man	GR6	100%	88.17 hrs	43,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 7	500 RSD/hr	Man	GR7	100%	73.17 hrs	36,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 8	500 RSD/hr	Man	GR8	100%	83.17 hrs	41,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 9	500 RSD/hr	Man	GR9	100%	83.17 hrs	41,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 10	500 RSD/hr	Man	GR10	100%	78.17 hrs	39,085 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 11	500 RSD/hr	Man	GR11	100%	83.17 hrs	41,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Gradbeni radnik 12	500 RSD/hr	Man	GR12	100%	83.17 hrs	41,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Elektricar 1	300 RSD/hr	Man	E1	100%	16 hrs	4,800 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Elektricar 2	300 RSD/hr	Man	E2	100%	16 hrs	4,800 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik gradilnog tima	500 RSD/hr	Man	GR13	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR14	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR15	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR16	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR17	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR18	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR19	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR20	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR21	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR22	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR23	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR24	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR25	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR26	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR27	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR28	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR29	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR30	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR31	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR32	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR33	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR34	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR35	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR36	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR37	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR38	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR39	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR40	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR41	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR42	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR43	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR44	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR45	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR46	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR47	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR48	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR49	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR50	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR51	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR52	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR53	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR54	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR55	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR56	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR57	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR58	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR59	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR60	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR61	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR62	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR63	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR64	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR65	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR66	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR67	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR68	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR69	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR70	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR71	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR72	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR73	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR74	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR75	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR76	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR77	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR78	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR79	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR80	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR81	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR82	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR83	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR84	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR85	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR86	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR87	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR88	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR89	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR90	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR91	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR92	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR93	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR94	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR95	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR96	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR97	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR98	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR99	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man	GR100	100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD	0 RSD	0 RSD	0 RSD	Standard

Овакав начин праћења пројекта даје реалну могућност да се евентуални пропусти, кашњења и радови ван плана лако уоче и изврше корекцију. Степен завршености пројекта нам указује на тренутно стање на пројекту, у којим сегментима пројекат касни, да ли су трошкови прекорачени, даје могућност да управљамо трошковима, ако у реализацији дође до измене он усклађује потенцијалне нове активности у постојећи термин плана пројекта.

4.3 Трошкови пројекта

Трошкови представљају новчана средства која се улажу у сваки део пројекта. При изради техничке документације то су средства за плаћања инжењера, материјална средства, средства за набављање техничке опреме, а са аспекта реализације то су средства намењена за набавку материјала, опреме, радне снаге [2]...

Task Name	Actual Cost	Remaining Cost	Cost
PZI Ulica Vašarište u Žbliju	0 RSD	1.852.625 RSD	1.852.625 RSD
PRIPREMNI RADOVI	0 RSD	252.800 RSD	252.800 RSD
Iskoličavanje i obeležavanje tras	0 RSD	20.800 RSD	20.800 RSD
Iskop kontrolnog rova za identifi	0 RSD	6.400 RSD	6.400 RSD
Rušenje kolovoza	0 RSD	32.800 RSD	32.800 RSD
Rušenje pešačkih staza	0 RSD	32.800 RSD	32.800 RSD
Sečenje šiblja	0 RSD	16.000 RSD	16.000 RSD
Priprema radnih spojeva za nast	0 RSD	30.400 RSD	30.400 RSD
Polaganje plastičnih i betonskih	0 RSD	21.600 RSD	21.600 RSD
Zaštita i izmeštanje nadzemnih	0 RSD	41.600 RSD	41.600 RSD
Rušenje i uklanjanje ograde	0 RSD	25.600 RSD	25.600 RSD
Izrada projekta izvedenog stanja	0 RSD	12.000 RSD	12.000 RSD
Snimanje izvedenog objekta od	0 RSD	12.800 RSD	12.800 RSD
ZEMLJANI RADOVI	0 RSD	1.007.025 RSD	1.007.025 RSD
Iskop humusa	0 RSD	117.600 RSD	117.600 RSD
Iskop u širokom otkopu	0 RSD	132.000 RSD	132.000 RSD
Nabijanje podtla	0 RSD	164.571 RSD	164.571 RSD
Izrada nasipa od peska	0 RSD	75.200 RSD	75.200 RSD
Izrada nasipa od zemljanog mat	0 RSD	82.133 RSD	82.133 RSD
Izrada bankina	0 RSD	35.520 RSD	35.520 RSD
Planiranje i valjanje posteljice	0 RSD	35.200 RSD	35.200 RSD
Humuziranje kanala	0 RSD	50.400 RSD	50.400 RSD
Razastiranje zemljanog materije	0 RSD	12.000 RSD	12.000 RSD
Transport zemljanog materijala	0 RSD	302.400 RSD	302.400 RSD
IZRADA KOLOVOZNE KONSTRUKC	0 RSD	365.600 RSD	365.600 RSD
Izrada nosivog sloja od mehanič	0 RSD	123.200 RSD	123.200 RSD
Izrada gornjeg bituminiziranog n	0 RSD	118.400 RSD	118.400 RSD
Izrada habajućeg sloja - asfaltbi	0 RSD	88.800 RSD	88.800 RSD
Izrada trotoara i platua od beton	0 RSD	17.600 RSD	17.600 RSD
Polaganje betonskih ivičnjaka	0 RSD	17.600 RSD	17.600 RSD
ODVODNJAVANJE	0 RSD	132.000 RSD	132.000 RSD
Izrada kanaleta od montažnih b	0 RSD	52.800 RSD	52.800 RSD
Izrada odvojenih jarkova bez obl	0 RSD	79.200 RSD	79.200 RSD
IZRADA SAOBRAĆAJNE SIGNALIZI	0 RSD	31.200 RSD	31.200 RSD
Postavljanje vertikalne saobraća	0 RSD	14.400 RSD	14.400 RSD
Obeležavanje horizontalne saob	0 RSD	16.800 RSD	16.800 RSD
OSTALI RADOVI	0 RSD	64.000 RSD	64.000 RSD
Kontrola nosivosti	0 RSD	16.000 RSD	16.000 RSD
Ispitivanje proizvedene bitumeni	0 RSD	16.000 RSD	16.000 RSD

Слика 6: Трошкови на пројекту

Трошкови нису пропорционални ангажованом времену. Они зависе од:

1. врсте и величине пројекта,
2. цене ресурса који се користе – радна снага, врста механизације, потребна техника,
3. локације на којој се пројекат изводи,
4. стандарда које извођач мора испоштовати,
5. окружења у коме се пројекат изводи,
6. организација која прати реализацију пројекта.

Трошкови се деле на:

- директне
- индиректне
- непредвиђене

Према подацима добијеним коришћењем *Microsoft Projecta*, укупни трошкови пројекта износе 1.852.625 динара.

4.4 Ризици на пројекту

Ризик подразумева нешто неочекивано, односно непредвиђено догађање. Концепт управљања пројектом има за циљ да предвиди већину опасности и проблема који се могу догодити, као и да планира, организује и контролише активности, како би се пројекат успешно завршио упркос свим непредвидивим околностима [6].

Категоризацију ризика је могуће извести на више различитих начина. Категоризација ризика представља систематизован начин идентификовања ризика који треба да обезбеди основу за његово разумевање. Употреба категорија помаже унапређењу процеса идентификације, тако што пружа стандардизовану основу за описивање ризика. Како би се омогућило њихово коришћење, категорије ризика се морају идентификовати и документовати у оквиру плана за управљање ризиком.

Важно је имати на уму да је неке ризике једноставно немогуће унапред предвидети. Када се говори о ризику у пројекту и о управљању ризиком у пројекту, незаобилазно је и помињање фактора који настају у току пројекта и доприносе постојању ризика у току реализације пројекта. Ризик у пројекту се карактерише са три кључна фактора ризика, а то су:

1. Ризичан догађај
2. Вероватноћа ризика
3. Величина улога

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду приказан је процес планирања реализације саобраћајно-грађевинског пројекта са циљем изградње саобраћајних површина. Задатак мастер рада базиран је на примени знања стеченог из предмета “Управљање пројектима“ како би се приказале технике планирања времена потребних за реализацију активности на пројекту, начин и поступак повезивања активности и креирања базе неопходних ресурса и додељивање истих активностима на пројекту. Унапређење телекомуникационих мрежа и ефикасно управљање пројектима су кључни фактори за будући развој и економски раст.

Потребни ресурси за овај пројекат су, када је у питању људство, руководица на градилишту, грађевински радници (укупно 12), лаборанти (укупно 4), геометар, радници за постављање саобраћајне сигнализације (укупно 4), радници градског зеленила (укупно 2), електричари (укупно 2) и радници водовода (укупно 2). Када су у питању механизација и радне машине, багери (укупно 2), ровокопач, ваљак, кипери (укупно 3), камион градског зеленила, возило за измештање инсталација, циркуларни резач, вибро плоча, грејдер, штемарица, машина за фарбање, кочићи (укупно 2) и компресор.

Укупни трошкови неопходни за реализацију овог пројекта износе 1.825.625,00 динара. Највеће трошкове потражује сумарна активност „Земљани радови“ са износом од 1.007.025,00 динара.

Укупно потребно време за реализацију пројекта је 41,1 дан. Ресурси који најмање коштају су радници за постављање саобраћајне сигнализације, са ценом од 4.000,00 динара. Багер 2 је ресурс који највише кошта у износу од 200.600,00 динара.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јовановић П. „Управљање пројектом“, Висока школа за пројектни менаџмент, Београд, 2010.
- [2] Атанасковић П. Изводи са предавања – Управљање пројектима, Ф.Т.Н. Нови Сад, 2023.
- [3] Атанасковић П. „Управљање пројектима – практикум за студенте“, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 2012.
- [4] Авлијаш Р. , Авлијаш Г. „Управљање пројектом“, Универзитет Сингидунум, Београд, 2011.
- [5] Атанасковић П., „Практикум Microsoft Office Project“, Факултет Техничких Наука, Нови Сад, 2015.
- [6] Драгашевић А. , Методолошки аспекти оптимизације ресурса у мрежном дијаграму, Београд, 2014.
- [7] ПЗИ – 2.2 Пројекат саобраћајница улица Вашариште у Жабљу са инфраструктуром од улице Петра Коњовића према улици Чурушка

Кратка биографија:



Драган Јелић рођен је у Новом Саду 1998. год. Завршио је Саобраћај и транспорт на Факултету техничких наука у Новом Саду 2021. год. Наставио је студирање на мастер студијама на ФТН-у, смер Пројектовање и организација.
Контакт:
gagi199863@gmail.com

**ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА ЗА ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦИ УЛИЦА РАТКА ПАВЛОВИЋА ЋИЋКА - 21 СРПСКЕ ДИВИЗИЈЕ У ПРОКУПЉУ
EVALUATION OF PROPOSED SOLUTIONS FOR IMPROVING TRAFFIC FLOW CONDITIONS AT THE INTERSECTION OF RATKA PAVLOVIĆA ĆIĆKA - 21 SRPSKE DIVIZIJE IN PROKUPLE**

Никола Савић, Ненад Рушкић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ И ТРАНСПОРТ

Кратак садржај – У оквиру рада извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници Ратка Павловића Ћићка и 21 Српске дивизије у граду Прокупљу. На анализираној раскрсници је обављено снимање саобраћаја и добијени су подаци о временским губитцима по прилазима на поменутој раскрсници.

Кључне речи: Бројање саобраћаја, Саобраћајни ток, Капацитет, Временски губитци

Abstract – As part of the work, an analysis of traffic conditions at the intersection of Ratka Pavlovića Ćićka and 21 Srpske divizije in the town of Prokuplje was performed. At the analyzed intersection, traffic was recorded and data was obtained on time losses on approaches at the intersection.

Keywords: Traffic counting, Traffic flow, Capacity, Time losses

1. УВОД

Саобраћајни проблеми и гужве настају када се на одрђеном делу деонице или раскрсници када се јави захтев за већим протоком саобраћаја, услед недостатка захтеваног капацитета долази до саобраћајних гужви. Капацитет и ниво услуге, као квантитативна мера способности друмских саобраћајница у удовољавању захтева саобраћаја, имају кључну улогу у саобраћајно-техничком димензионисању, пројектовању и планирању мреже друмских саобраћајница. Проблем који ће настати настаће у будућности самим растом саобраћаја.

Предмет рада је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници улица Ратка Павловића Ћићка - 21 Српске дивизије.

Циљ рада је да се ускладу са стеченим знањем да одговор да ли је постојеће стање функционално и да ли постоји боље решење услова одвијања саобраћаја на поменутој раскрсници. Након обављених анализа предложена су два варијанта решења и анализирано је постојеће у случају да се не предузму никакве мере.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Методологија рада обухвата:

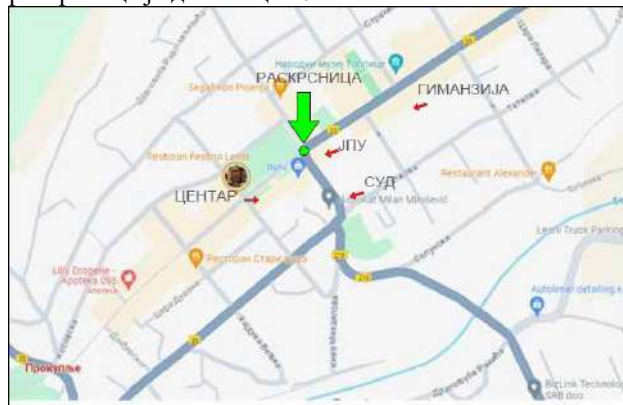
НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Ненад Рушкић, ред. проф.

- бројање саобраћаја
- анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници
- прогноза саобраћаја
- мере за унапређење услова одвијања саобраћаја

2.1. Локација на којој је вршено истраживање

Раскрсница која је предмет овог рада налази се у граду Прокупљу. Она је лоцирана у центру града, па самим тим представља значајну раскрсницу у граду. Са аспекта саобраћаја мора се рећи да целоупан саобраћај из правца града Ниша према Косову и Метохији као и саобраћај који иде према централној Србији из правца Ниша ка Крушевцу и Краљеву. Дозвољена брзина кретања на овој раскрсници регулисана је саобраћајним прописима, односно, прописаној брзини која износи 60 km/h. Положај раскрснице је дат слици 1.



Слика 1. Положај раскрснице у односу на друге садржаје

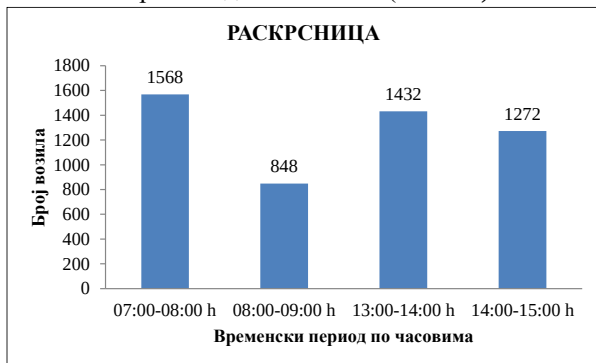
2.2. Начин прикупљања података

На анализираној раскрсници је обављено снимање саобраћаја и добијени су подаци о величини саобраћајних токова и њиховој дистрибуцији по одређеним смеровима кретања. За потребе анализе токова, извршено је 2-часовно бројање саобраћаја у два термина од: 1. први термин од 07:00-09:00 h и 2. термин од 13:00-15:00 h дана 07.06.2024 године. Снимање је вршено камером, а обрада података обављена је путем видео снимака. Временска јединица посматрања била је 1h.

3.3. Анализа услова одвијања саобраћаја

Приликом обраде резултата, добијених бројањем, потребно је одредити вршно часовно оптерећење. Вршно часовно оптерећење представља један сат (од 4 сати колико је трајало бројање), у коме је евидентиран највећи проток возила свих категорија. У

овом случају, то је време од 07:00 до 08:00, где је забележен проток од 1568 возила (слика 2).



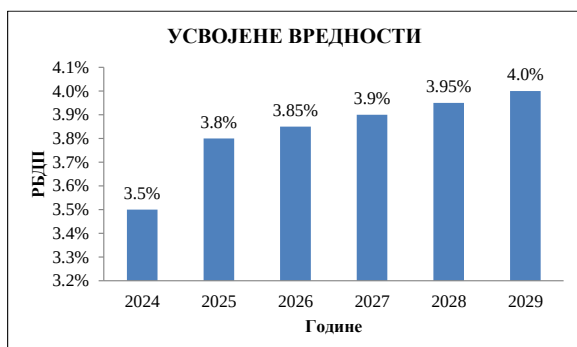
Слика 2. Часовна дистрибуција протока возила на раскрсници

3. ПРОГНОЗИРАНИ РАСТ БДП-а

Према подацима REBIS студије за Србију прогнозира се раст од 2,5 % за период од 2024 до 2029 године [1].

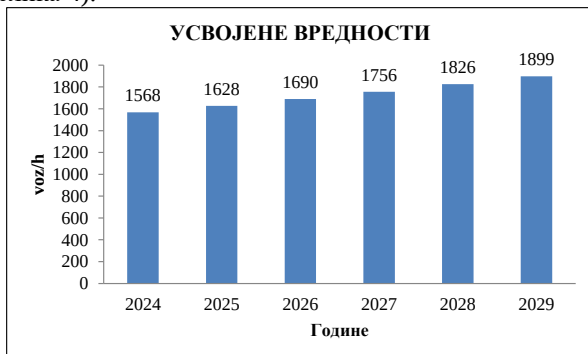
Према подацима Међународног монетарног фонда – ММФ очекује се раст од 3,5 % до 4,5 % за период од 2024 до 2029 [2].

Када се говори о усвојеним вредностима раста БДП-а узете су пондерисане вредности из оба доступна ресурса тј., треба да се искористе подаци из оба извора и да се утврди оптимална прогноза раста. На слици 3. приказан је процентуални раст БДП-а по годинама, овај раст БДП-а је коришћен у раду.



Слика 3. Приказ просечног годишњег раста стопе БДП-а за усвојене вредности

На целој раскрсници на свим прилазима у базној години избројано је 1568 возила, а прогнозом је утврђено да се у 2029 години очекује 1899 возила (слика 4).



Слика 4. Прогноза саобраћаја у вршном часу – Усвојене вредности

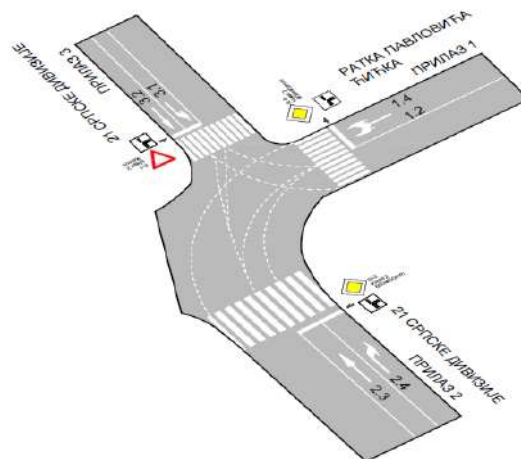
4. МЕРЕ ЗА УНАПРЕДЉЕЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА

Потребно је извести најбољу и најоптималнију варијанту како би се превазишао проблем и побољшао ниво услуге на свим прилазима на раскрсници. Предложене су следеће варијанте:

- Варијанта 0 - Трокрака нестандарна несигналисана раскрсница (постојеће стање);
- Варијанта 1 – Кружна раскрсница са једном или две траке на прилазу и једном траком у кружењу;
- Варијанта 2 – Трокрака сигнализана раскрсница.

4.1. Варијанта 0

Трокрака нестандарна несигналисана раскрсница – задржава се постојећа геометрија раскрснице, са мањим изменама у виду постављања саобраћајних знакова који недостају на прилазу 2 анализираних раскрснице. Наравно пошто се ради о нестандарној несигналисаној трокракој раскрсници нивоу услуге на приоритетном правцу пошто маневар лево и десно са приоритетног немају конфликтних тачака, односно саобраћајни токови нису у конфликту увек ће бити А. Односно готово да нема временских губитака.



Слика 5. Скица трокраке нестандарне несигналисане раскрснице у постојећем стању

4.2. Варијанта 1

Трокрака нестандарна сигнализана раскрсница се грађевинским радовима реконструише у кружну раскрсницу са једном или две траке на прилазу и једном у кружењу наравно и поставља се пратећа вертикална и хоризонтална саобраћајна сигнализација. Ширина траке у кружењу би износила 10 m, а пречник разделног острва 8 m. Ширине трака на улвним грлима би остале исте.

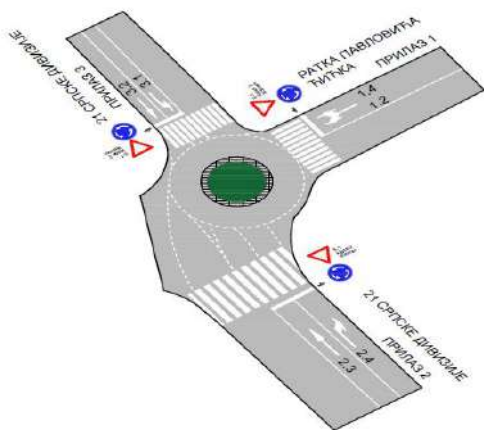
4.3. Варијанта 2

Трокрака нестандарна несигналисана се реконструише у трокраку сигнализану раскрсницу са дфовазним циклусом при чему су у истој фази бити возила на прилазу 1 и прилазу 2, а возила на прилазу 3 су у посебној фази.

4.4. Анализа свих варијанти са аспекта нивоа услуге и услова одвијања саобраћаја

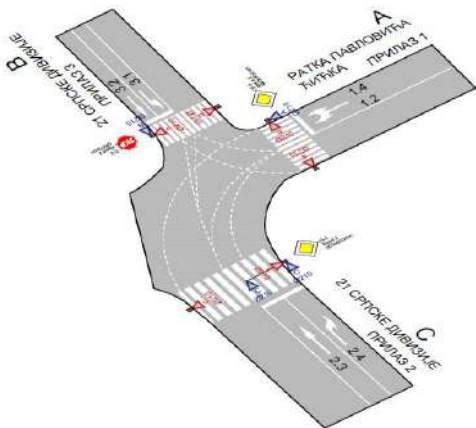
У случају варијанте 0 може се закључити да је ниво услуге на приоритетном правцу А и С, док је на споредном правцу ниво услуге F. Проблем ће настати

у будућности где ће се јавити огромни временски губитци на споредном прилазу 3.



Слика 6. Скица кружне раскрснице у пројектованом стању у варијанти 1

У случају варијанте 1 може се закључити да је ниво услуге на приоритетном правцу Е и D, док је на споредном правцу ниво услуге F.



Слика 7. Скица сигнализационе раскрснице у пројектованом стању у варијанти 2

У будућности нема погоршања нивоа услуге и ова варијанта би дала решења за будућност у смислу тога да би повећањем број возила ниво услуге остао исти, али у неком дужем посматраном периоду временски губитци расту линеарно па и она не бих можда била оптимална на дужи временски период.

У случају варијанте 2 може се закључити да је ниво услуге на приоритетним правцима В, док је на споредном правцу ниво услуге С. У будућности долази до погоршања нивоа услуге на прилазу један где би ниво услуге био D, на осталим прилазима нема већих погоршања нивоа услуге и ова варијанта би дала оптимално решење за будућност. Треба рећи да временски губитци код сигнализаних раскрсница расту експоненцијално.

Од свих предложених варијанта са аспекта побољшања услова одвијања саобраћаја најбоље решење је варијанта број 1.

4.5. Анализа свих варијанти са економског аспекта

Трошкови градње, хоризонтаалне и вертикалне саобраћајне сигнализације су код Варијанте 0 су 1076028 динара, код Варијанте 1 су 4263580 динара,

код Варијанте 2 су 3419182 динара. Ако би се одабир решења за проблем раскрснице вршио на основу трошкова градње, хоризонтаалне и вертикалне саобраћајне сигнализације изабрала би се Варијанта 0, јер је она најјефтинија. Међутим, циљ овог рада је побољшање постојећег и прогнозираног стања одвијања саобраћаја, а то значи да су трошкови градње подређени побољшању нивоа услуге тј. условима одвијања саобраћаја.

4.6. Анализа свих варијанти са економског аспекта

Што се тиче еколошког вредновања варијанта 0 је најјефтинија, затим варијанта 1, а варијанта број 2 је најскупља.

5. ЗАКЉУЧАК

Анализа која је урађена у овом раду треба да да одговор да ли је постојеће стање функционално и да ли постоји боље решење. Након обављене анализе постојећег стања предложена су 2 предлога за решавање постојећег стања.

Анализом саобраћајног тока у експлоатационом периоду утврђено је да ће пораст интензитета саобраћаја утицати на то да се у будућности на овој раскрсници може очекивати саобраћајни ток који прелази границу капацитета посматране раскрснице. Узимајући у обзир важност овог путног правца у градској уличној мрежи неопходно је донети и прилагодити техничко решење анализираних раскрсница.

Услови одвијања саобраћаја на датој раскрсници су такви да се захтева промена постојећег стања. Регулација саобраћаја на овој трокракој нестандартној несигнализационој раскрсници је такво да возила на приоритетном правцу у овом случају Прилазу 1 и Прилазу 2 имају предност у односу на возила која долазе са Прилаза 3, што доводи до тога да возила на споредном прилазу чекају сва возила да изврше своје маневре да бих ушли и прошли кроз раскрсницу, што прозрокује велике временске губитке.

Редови чекања се најчешће јављају на прилазу 3, пошто је се раскрсница налази у централном делу града Прокупља очекује се да се даљим погоршањем услова одвијања саобраћаја повећају временски губитци па је потребно што пре реаговати.

Након одрађених анализа видимо да постојеће стање не задовољава оптималне услове одвијања саобраћаја. Што се тиче прогнозираног стања може се закључити да анализирана раскрсница сигурно неће задовољити оптималне услове одвијања саобраћаја је ће ниво услуге на споредном прилазу 3 бити F и јавиће се одромни временски губитци.

Увођењем кружне раскрснице доћи ће до тога да се ниво услуге на приоритетним прилазима у овом случају прилаз 1 и прилаз 2 погорша на корист смањења временских губитака на прилазу 3 и самим тим и бољих услова одвијања саобраћаја.

У прогнозираном стању кој Варијанте 2 неће доћи до наглог повећања временских губитака. Увођењем семафорисане раскрснице доћи ће до тога да се ниво услуге на свим прилазима побољша видимо да и каснији раст саобраћаја неће довести до тога да се ниво услуге нагло погорша, али у дужем временском

периоду временски губитци расту експоненцијално па ни она не може бити оптимално решење.

Што се тиче економског вредновања варијанта 0 је најјефтинија док варијанта 1 изискује највише грађевинских радова и потребне хоризонталне и вертикалне саобраћајне сигнализације, самим тим је варијанта број 1 најскупља.

Што се тиче еколошког вредновања варијанта 0 је најјефтинија, затим варијанта 1, а варијанта број 2 је најскупља.

Након одрађених анализа видимо да је најбоље решење кружна раскница односно варијанта број 1.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1]<https://www.wbif.eu/storage/app/media/Library/10.Projects/the-regional-balkansinfrastructure-study-rebis-update.pdf>

[2]https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPC_H@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/SRB

Кратка биографија:



Никола Савић рођен је у Прокупљу 1999 год. Основне академске студије завршио 2022 године на Факултету техничких наука, смер саобраћај и транспорт. Мастер рад одбранио 2024 године на смеру пројектовање и организација.



Ненад Рушкић рођен је 30.11.1980 у Тузли, Босна и Херцеговина. Факултет техничких наука, одсек саобраћај уписао 2001 године, дипломирао на смеру - Друмски саобраћај у априлу 2007 године. Докторат је одбранио 2013 године у новембру, а од 2014 године је запослен на Департману за саобраћај Факултета техничких наука у звању доцента. Од 2024. је у звању редовног професора.

IZRADA ANIMACIJE GRAFIČKOG SISTEMA DIGITALNE UV ŠTAMPE ZA PRIMENU U SISTEMIMA ZA UČENJE NA DALJINU**ANIMATION OF THE DIGITAL UV PRINTING SYSTEM FOR DISTANCE LEARNING APPLICATION**

Jovana Bošnjaković, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu detaljno je opisan princip digitalne štampe na kome se bazira mašina Roland LEC-540. Kombinacijom znanja iz oblasti štampe, 3D modelovanja i animacije formira se 3D animacija rada mašine. Ona se bazira na 4 različita videa koja je objedinjuju u jedan i čine jedinstvenu celinu, odnosno video animaciju štampe, čišćenja, postavljanje boje i ricovanje. Za iradu rada korišćeni su softveri 3DS Max i Adobe After Effects.

Ključne reči: 3D animacija, digitalna štampa, učenje

Abstract – The paper describes the principle of digital printing on which the Roland LEC-540 machine is based. By combining knowledge from the fields of printing, 3D modeling and animation, a 3D animation of the machine's operation is formed. It is based on four different videos that combine it into one and form a unique whole, namely the video animation of printing, cleaning, color placement and ripping. 3DS Max and Adobe After Effects software were used to create the work

Keywords: 3D animation, digital printing, learning

1. UVOD

Digitalizacija je pojam koji se u 21. veku ne može izbeći. Ona je uticala na razvoj i funkcionisanje brojnih oblasti, od medicine, kompjuterske grafike, automobilske industrije, saobraćaja i, naposljetku, grafičke industrije. Za samu grafičku industriju, digitalizacija je uvela sasvim novi način štampe i otvorila vrata ka mnogim drugim mogućnostima. Digitalna štampa nas uvodi u sasvim drugačiji koncept, kako gradnje samih štamparskih mašina, tako i samog procesa štampe.

Kombinacijom znanja iz digitalne štampe, 3D modelinga i animacije, rad prikazuje izradu animacije mašine Roland LEC-540 u svrhu primene u aplikaciji učenja na daljinu. Animacija će predstaviti sam rad mašine i prikazivaće u formi animacije ključne funkcije mašine kao što su ubacivanje boje u mašinu, štampa, čišćenje štampajućih glava a prikazaće se i mogućnost isecanja materijala. Za samo razumevanje rada mašine neophodno je poznavati teoriju i princip rada digitalne Ink Jet štampe.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Pinčjer, van. prof.

Pored toga, specifičnost mašine ogleda se u upotrebi UV boja kao i UV laka koji omogućavaju štampu na neupojnim podlogama kao i postizanje različitih efekata oplemenjivanja otiska.

U saradnji sa GRID laboratorijom, bilo je neophodno detaljno se upoznati sa mašinom i njenim osnovnim delovima kako bi se bolje pristupilo modelovanju i razumevanju rada mašine, odnosno kako na najlakši način animirati njen rad kako bi animacija bila dosledna i razumljiva. Koristeći 3DS Max softver za pravljenje modela i animacije, mašina se modeluje uz pomoć box modelovanja, vodeći računa da nivo detalja i broj poligona odgovaraju realističnom prikazu mašine.

Ovaj segment učila na daljinu se sastoji iz više animacija, koje će omogućiti korisniku interaktivnost i nelinearnost prilikom korišćenja učila. Pored 3DS Max softvera za izradu animacije korišćen je i Adobe After Effects koji je povezao segmente animacije u potrebne celine.

2. TEORIJSKE OSNOVE**2.1. Digitalna štampa**

Štamparski postupci bez štamparske forme ili skraćeno NIP (Non-Impact Printing) postupci se baziraju na digitalno-elektronski upravljanim sistemima štampanja. Proseć otiskivanja boje na podlogu se odvija bez pritiska što omogućava štampu na različitim materijalima. Najčešće primenjena Non-Impact tehnologija, pored elektro-fotografije, je Ink Jet. Od svih savremenih tehnika štampe, Ink Jet spada u jednu od najjednostavnijih tehnika. Radi se o potpuno beskontaktnoj tehnici u kojoj se boja nanosi direktno na podlogu. Da Ink Jet postaje primarni postupak štampe pokazuju brojne izvedbe mašina u ovoj tehnologiji od strane najvećih svetskih proizvođača. Pored grafičke industrije, ova tehnologija nalazi primenu u biologiji, elektronici, biomedicini kao i u mnogim drugim oblastima. Ovaj postupak je Computer to Print tehnologija kod koje se boja prska iz mlaznica [1, 2]. Rezolucija štampača, linijatura rastriranja i veličina rasterskih ćelija su presudni faktori u ovoj tehnici štampe. Osnovni uslovi za izradu visoko kvalitetnih otisaka su velika rezolucija slike koja određuje količinu informacija koje slika sadrži i linijatura rastera koju štamparska mašina može da postigne (adresibilnost) tj. broj rasterskih elemenata po jedinici dužine koje mašina može da reprodukuje. Promenom vrednosti linijature se direktno utiče na kvalitet reprodukcije. Smanjenjem dolazi do porasta rasterske tačke, smanjenja broja uočljivih rasterskih elemenata i smanjenja reprodukovane tonske

vrednosti, a povećanjem linijature se postiže suprotan efekat [1].

Otisak na podlozi dobija se uz pomoć kapljica koje izlaze iz mlaznica. Kapljice nastaju složenim procesom odvajanja kapljice od vrha mlaznice. Ovaj proces zavisi od sastava tečnosti, veličine i oblika mlaznice.

Nastajanje jedne kaplice se može podeliti na tri faze. Prva faza je formiranje meniskusa gde dolazi do delovanja površinskih energije. Druga faza je razvlačenje kapljice (dolazi do delovanja viskozne disipacije). I treća faza, formiranje same kaplice. U ovoj fazi dolazi do delovanja kinetičke energije [2, 8, 9].

2.2. Animacija

Pojam animacije izveden je od latinske reči *anima* što znači duša i *animare* što je oživljavanje. Kompjuterski generisane animacije se nalazi u mnogim oblastima, poput industrije video igara, preko inženjerstva i sve do medicine. Animacija kao oblik izražavanja je kreativan način prikazivanja, bilo prinipa rada ili ideje. Ima jedinstven jezik koji omogućava stvaranje nemogućeg. Ona kontinualno nudi nove mogućnosti, narativno, estetski i tehnički podstičući kreatore da koriste tradicionalne i nove alate u realizaciji svoje ideje [3, 4].

Animacija za inženjering se veoma razlikuje od tradicionalne animacije. Postoje i drugi zahtevi koji se moraju ispuniti, kao što je mogućnost da se u inženjerskoj animaciji nedvosmisleno identifikuje svaki poseban, mehanički deo u sceni. Upotreba multimedije kao što je video animacija može povećati motivaciju studenata za kako bu lakše učili i poboljšati razumevanje [5, 6, 7].

3. ANIMIRANJE RADA MAŠINE

Animacija se deli na četiri glavna dela koja čine jedan segment učila a zajedno jedinstvenu celinu koja simulira rad mašine. Ove četiri pojedinačne animacije su: animacija ubacivanja boje u mašinu, animacija štampe, zatim, ricovanje i na kraju čišćenja štampajuće glave mašine.

Video snimci počinju i završavaju se istim frejmom kako bi se u učilu mogli aktivirati nelinearno a da ne dođe do seckanja videa. Kod svake od animacija je neophodno obratiti pažnju da nema naglih skretanja kamere kako posmatraču ne bi delovalo iznenađeno i neočekivano. Za svaku animaciju, pre samog početka, neohodno je postaviti odgovarajući broj frejmova, odnosno koliko će sekundi trajati animacija.

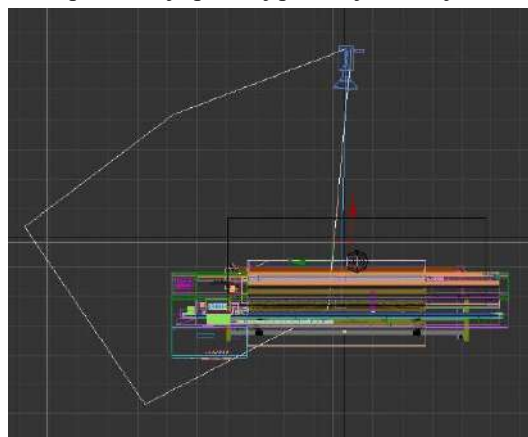
Ono što, pored dužine trajanja animacije, treba podesiti jeste koliko frejmova po sekundi da se prikazuje. Za svaku datu sekundu se mora prikazati minimum 24 frejma, ne manje. Ova brzina frejmova stvara prirodan i prijatan osećaj pokreta za gledaoca i smatra se da je dovoljno glatka za većinu prikaza. Za potrebe ovih animacija, broj frejmova po sekundi je postavljen na 30.

Prvi korak jeste pravljenje 2D objekta, linije, po kojoj će se kamera kretati, prikazano na slici 1.

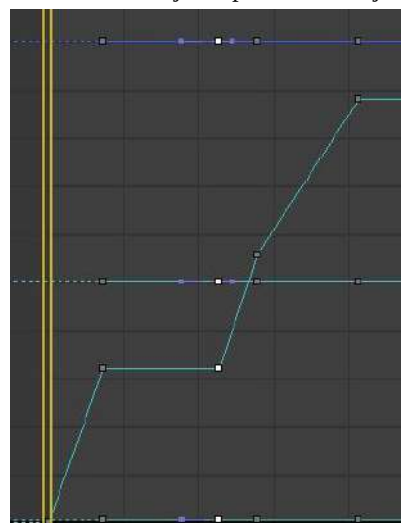
Postavljanjem keyframeova se definiše na kojim pozicijama tokom kretanja po putanji će doći do promene.

Kada se izabere frejm na kom će kamera da se zaustavi kako bi prikazala deo mašine na kom se odvija radnja, njegov keyframe se mora duplirati i postaviti na drugi

frejm, odnosno na onaj gde ona treba da nastavi kretanje. Na slici 2 prikazan je položaj postavljenih frejmova.



Slika 1. Putanja za prvu animaciju



Slika 2. Postavljanje frejmova

Pored kretanja kamere treba predstaviti i kretanje objekta koji je centralni ceo svake od animacija. Prva animacija pokazuje ubacivanje ketridža sa bojom u mašinu, kao korak koji je neophodan kako bi se moglo pristupiti štampi. Animacija je urađena tako da se ketridži, postavljaju izvan mašine i tu se zadaje keyframe. Nakon toga, neophodno je prikazati otvaranje zadnjih vrata gde se ubacuju ketridži.

Animacija vrata urađena je rotacijom po X osi. Prave se 4 keyframe-a u tom slučaju. Prvi koji predstavlja prvobitno stanje vrata, odnosno zatvoreno. Zatim drugi koji u sebi sadrži informacije o položaju modela (vrata) nakon otvaranja, odnosno pomeranja po X osi. Taj frejm se duplira kako bi vrata ostala otvorena, tačnije u tom položaju neko vreme i na kraju se dodaje četvrti keyframe koji je isti kao prvi, kako bi se vrata vratila u prvobitni položaj. Ovim principom se treba voditi kod svakog objekta gde je neohodno prikazati promenu položaja gde se on posle određenog vremena vraća u prvobitni. Za vreme koje su vrata otvorena, ketridžima se samo menja položaj, odnosno ulaze u mašinu.

Na slici 3 prikazan je frejm u kom se vrata otvaraju, dok su na slici 4 prikazani ketridži kako ulaze.

Druga animacija predstavlja štampu i kod nje je specifično to što se na papiru pri svakom prolasku štampajuće glave prikaže slika. Da bi se to postiglo,

neophodno je napraviti zasebnu, 2D animaciju gde se slika posle svakih 10 sekundi delimično prikaže. Ona se mora čuvati kao sekvenca slika, ne kao video, kako bi se mogla ubaciti u 3D softver bez problema.



Slika 3. Otvaranje vrata



Slika 4. Ubacivanje boje

Da bi se mogla primeniti na 3D objekat, postavlja se na slot za materijal, odnosno ponaša se kao materijal. U material editoru se bira bitmapa kao opcija. Kada program ponudi fajlove kao opcije za bitmapu, bira se prvi fajl i opcija *Image sequence* i na taj način se ubacuju svi frejmovi kao materijal. Da bi ovo bilo izvodljivo, svi frejmovi sačuvani kao slike moraju biti u istom folderu i pod istim nazivom kako bi iz prgram prepoznao kao sekvenca slika.

Takođe je neophodno obratiti pažnju na to da objekat na koji se postavlja ima iste dimenzije kao i materijal, odnosno animacija, kako ne bi došlo do deformisanja slike.

Kod animacije štampe neophodno je podesiti da šampajuća glava u odgovarajućem momentu pređe preko papira jer se prikazivanje slike na papiru ne može modifikovati u 3D softveru, odnosno bilo bi neophodno ponovo praviti animaciju prikaza. Tačnije, da se glava nađe iznad papira u momentu kada se u primenjenoj 2D animaciji prikaže novi deo slike.

Na slici 5 prikazano je kako se slika, u momentu kada se glava nađe iznad papira, prikaže.

Animacija ricovanja se ne razlikuje više od prethodne dve. Kamera ima svoju putanju po kojoj se kreće i, slično

drugoj, zadržava se pogled na stolu za štampu kako bi prikazala šta se dešava unutar mašine. Skreće se pažnja na alat kojim se vrši radnja koji se aktivira u trenutku kada mašina započinje proces ricovanja, tj. delimičnog isecanja podloge, a zatim se i prikazuje na koji način se odija. Razlika između animacije ricovanja i štampe je ta što kod ricovanja nema potrebe animirati postepno prikazivanje slike već samo kretanje glave za štampu koja na sebi ima alat za ricovanje, slika 6.



Slika 5. Štampa



Slika 6. Alat za ricovanje

Pored toga, neophodno je animirati vraćanje papira svaki put kad glava mora da promeni položaj u kom seče. Ono što se još dodaje na samom kraju jeste odvajanje isečenog materijala od podloge kako bi bilo jasnije šta je urađeno.

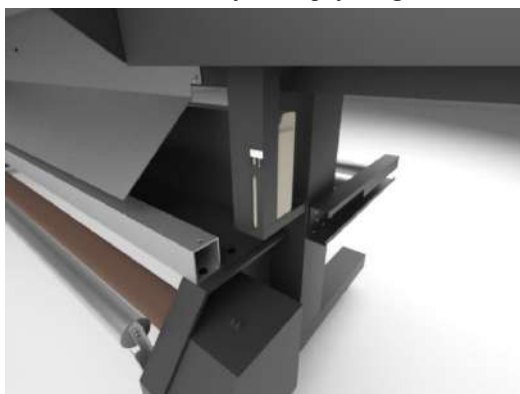
Za prikaz čišćenja neophodno je otvoriti desna vrata mašine. Animira se tako što se samo menja položaj elemenata koji se trebaju ukloniti (štafovi, vrata) kako bi se pristupilo glavi za štampu koja se mora čistiti. Kamera se približava glavi koja se otvara kako bi se bolje videlo šta se dešava pri čišćenju. Sunderi se podižu ka boji i upijaju višak koji ostaje posle štampe (slika 8).

Zatim se glava pomera i prikazuje se čišćenje rakelom koji se pomera po X osi. Kod rakel postojne samo 2 keyframe-a koji se kopiraju 3 puta jer ima ukupno 6 izlaza boje, a brišu se po dve glave u jednom prolazu. Pred kraj same animacije neophodno je da kamera, pred povratak u početni položaj, prikaže otpad, odnosno deo u koji sav taj višak boje ide, što je prikazano na slici 9.

Ono na šta treba obratiti pažnju, kako zbog kvaliteta tako i zbog resursa računara, najbolje je renderovati pojedinačne frejmove, a ne kompletnu animaciju kao video fajl. U zavisnosti od podešavanja rendera utiče se na kvalitet prikaza ali i dužinu vremena potrebnu za dobijanje rendera.



Slika 8. Čišćenje štampajuće glave



Slika 9. Posuda za otpadnu boju

Render sa realnijim prikazom materijala, osvetljenja i rezolucije iziskuje više resursa i duže vreme renderovanja. U ovakvim slučajevima kada se radi o animaciji koja ima više frejmova, odnosno za koju će trebati duže vreme renderovanja, treba naći optimalno rešenje na kojem će prikaz biti dovoljnog kvaliteta, bez šuma, a da vreme potrebno za dobijanje krajnjeg rezultata ne bude predugačko, jer je samo za jednu sekundu videa bilo potrebno renderovati 30 frejmova.

Sve četiri animacije se ubacuju u program za editovanje videa, kao slike. Spajanjem frejmova se dobija animacija koja objedinjuje najbitnije delove mašine kao i njene glavne funkcije.

4. ZAKLJUČAK

Napredak i pristupačnost novih tehnologija omogućuje ljudima da imaju više mogućnosti ka usavršavanju i učenju. Animacijom bilo kog posla, nauke i inženjerstva omogućava se pristup objektima koje svakodnevno ljudi nemaju priliku da vide.

Radom je obuhvaćen princip rada digitalne štampe. Animacija njenog rada i funkcija pruža priliku mnogima da nauče i bolje razumeju kako radi jedna mašina digitalne ink jet štampe.

Kroz ovakve animacije, korisnicima se omogućava da na siguran i jednostavan način dobiju jasnu sliku o tome kako različite komponente sistema i procesi unutar istih

funkcionišu zajedno. Ovo ne samo da poboljšava razumevanje i znanje korisnika, već i doprinosi boljem obučavanju i pripremi za rad sa složenim tehnologijama. Animacija pored toga što unapređuje proces učenja, unapređuje i otvara vrata novim mogućnostima za istraživanje i inovacije.

5. LITERATURA

- [1] N. Kašiković, D. Novaković, Ž. Pavlović, "Ink Jet" u *Digitalna štampa*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2013.
- [2] R. Bernasconi, S. Brovelli, P. Viviani, M. Soldo, D. Giusti, L. Magagnin "Piezoelectric Drop-On-Demand Inkjet Printing of High-Viscosity Inks" [online], <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adem.202100733> (pristupljeno: 04.09.2023.)
- [3] A. Ivanovski "Animacija i animator kao deo modernih sportsko rekreativnih aktivnosti" Banja Luka, 2011.
- [4] P. Wells "The Fundamentals of Animation", AVA Publishing, Švajcarska, 2006.
- [5] N. Tsukasa, T. L. Kunii "ANIMENGINE", Univerzitet u Tokiu, Tokio, 1985.
- [6] M. Noor, N. A., Mahamod, Z., Hamat, A., & Embi, M. A. "Persepsi Pelajar Terhadap Aplikasi Perisian Multimedia dalam Pembelajaran KOMSAS Bahasa Melayu Tingkatan 1", u *Jurnal Pendidikan Bahasa Melayu*, Muar, 2012.
- [7] M.E. Ismail, I. Mahazir, I., Othman, H., Amiruddin, M.H., A. Ariffin, "The use of animation video in teaching to enhance the imagination and visualization of student in engineering drawing", Univerzitet Tun Hussein Onn, Johor, 2017.
- [8] S. B. Fuller, E. J. Wilhelm, J. M. Jacobson, "Ink-Jet Printed Nanoparticle Microelectromechanical Systems" *Journal of microelectromechanical systems*, 2002.
- [9] S. Seipel, J. Yu, V. A. Nierstrasz, "Effect of physical parameters and temperature on the piezo-electric jetting behaviour of UV-curable photochromic inks", u Scientific reports, 2020.

Kratka biografija:



Jovana Bošnjaković rođena je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2024.god, Diplomski rad je odbranila 2023. god, na temu "Razvoj koncepta elektronskog učenja za grafički uređaj digitalne štampe Roland Versa UV-LEC540" kontakt: j.bosnjakovic03@gmail.com



Prof. dr Ivan Pinčjer rođen 1980. godine u Sremskoj Mitrovici. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajn 2016. god., a od 2022 je u zvanju vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka. kontakt: pintier@uns.ac.rs



REDIZAJN I KONSTRUKCIJA DIGITALNOG POZORIŠNOG KOSTIMA

DIGITAL THEATER COSTUME: REDESIGN AND CONSTRUCTION

Tamara Ilić, Bojan Banjanin, Jelena Kerac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Pozorišni kostim se smatra kulturnim fenomenom koji kreira vizuelni utisak o liku odašiljanjem niza neverbalnih poruka. Otuda, ovaj rad preispituje takav vizuelni utisak kreirajući digitalnu rekreaciju kostima nošenog na predstavi 'Pigmalion' kikindskog pozorišta. Pribavlja kostimografske skice i fotografije kostima, koje podležu redizajnu posredstvom softvera Marvelous Designer. Cilj ovakvog pristupa jeste spoznaja da li redizajnirani kostim može da predstavi lika u celosti, i pored tranzicija i razvoja koji prate lika, kombinovanjem elemenata u granicama stila.*

Ključne reči: *Pozorišni kostim, Redizajn pozorišnog kostima, Predstava Pigmalion, Marvelous Designer*

Abstract – *Theater costume is considered a cultural phenomenon that creates a visual impression by sending a series of non-verbal messages. This paper explores the premise by digitally recreating the costume worn in the play 'Pygmalion'. It obtains sketches and costumes and uses them for costume redesign in Marvelous Designer. This approach seeks to determine whether a redesigned costume can capture the essence of the character, despite its transformations.*

Keywords: *Theater Costume, Theater Costume Redesign, Pygmalion, Marvelous Designer*

1. UVOD

Rad “Redizajn i konstrukcija digitalnog pozorišnog kostima” najpre tumači literaturu koja se bavi odevanjem, sa posebnim akcentom na pozorišno, bavi se različitim pristupima u njegovom poimanju i pokušava da približi značaj teme i opravda istraživačku znatiželju za konkretno polje.

Zatim, rad opisuje proces prikupljanja kostimografskih skica praćen uspešnom saradnjom sa Pozorišnim muzejom Vojvodine, i digitalizovanje izgleda kostima koji podleže procesu redizajna, što rezultira trodimenzionalnim modelom kostima nastalim posredstvom softvera za konstruisanje odeće, Marvelos Dizajner (engl. *Marvelous Designer*) [1].

NAPOMENA:

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

Takođe, rad pokušava da dočara motive koji stoje iza redizajna, utemeljene na autorskim percepcijama glavne ženske junakinje koja nosi predmetni kostim, transformacije njenog lika koja se ogleda, između ostalog, i kroz kostime, i iznosi mogućnosti za buduća istaživanja.

2. PREGLED LITERATURE IZ OBLASTI

Taylor [2] navodi da su studije koje se tiču odevanja smatrane “trivijalizacijom istorije”, a Barbieri i Pantouvaki [3] 2016. godine navode da kostim poprima veću naučnu pažnju ali je tada opisuju kao nedovoljnu. One u svom radu ističu odvajanje kostimiranja od prakse svakodnevnog odevanja kao posebnu pripremu izvođača za nastup i opisuju kostim kao višedimenzionalni predmet istraživačke pažnje, koja ima potencijal da rezultira nizom teorija i saznanja.

Kostim, kroz prizmu pozorišnog, Korablova i saradnici [4] posmatraju kao kulturni fenomen, fokusirajući se na kulturno-istorijske specifičnosti različitih epoha koje se kroz kostim žele preneti. Smatraju da pozorišni kostim ima moć da prenese i pojača određene ideje i poruke.

Tako, Goep [5] smatra da se kostim ističe kao odraz svoje epohe, odnosno odraz epohe i civilizacije tokom ili u okviru koje je nastao, zatim odraz društvenih konstrukta koji vladaju, ali i ukusa i gledišta na život i umetnost. Navodi da bi kostim trebalo da ima sopstvenu filozofiju, koja nije u potpunosti imuna na uticaj društvenih tendencija.

Goep [5] takođe navodi da se kostim može posmatrati sa dva aspekta, kostim koji je zavisn i nezavisn od scene. Navodi da je kostim gotovo nemoguće posmatrati van konteksta scene, i da je u pozorišu veza između kostima i scene, uslovno rečeno, neodvojiva, obzirom da postoji svestan pokušaj povezivanja od strane dramaturga, kako bi se ostvarila sinteza efekata kojima se u pozorištu i tokom jedne predstave teži. Smatra da postoje iste tendencije kada se radi o pozorišnom i drugim vidovima odevanja, ali da pozorišni kostim treba da ispuni i zahteve pozornice i samog komada koji se igra.

Han i Beh [6] ističu da je kostim “kritičan”, presudan za stvaranje i sprovođenje performansa i da je u pitanju sredstvo za kritičko ispitivanje tela. Kritičko u smislu postavljanja pitanja koja se javljaju na relacijama telo - dizajn - performans, odnosno izvođenje.

Takođe, kostim je viđen i kao umetničko delo nastalo za potrebe performansa, izvučeno iz namenom predviđenog konteksta i predstavljeno kao “fragment” u novom

kontekstu, posebno kada se priča o kostimu kao delu muzejske ili izložbene postavke [7].

Kostim je takođe i segment pozorišta koji integriše izvođača u scenografiju, a istovremeno pravi distinkciju između svega što pripisujemo izvođaču i njegove neposredne okoline, odnosno ostalih materijalnih činilaca koje ubrajamo u predstavu. Ako bismo kadar predstave tumačili kroz fotografiju, kostim je estetski povezujući faktor svog nosioca sa scenografijom, u isto vreme i faktor raskola od svoje pozadine. Viđen je i kao “prenosiva” scenografija [8].

Takođe, kostim može podrazumevati dizajn kompletnog izgleda jednog lika, uključujući frizuru, šminku, bradu i brkove, nakit, kojima se stiče punoća vizuelnog utiska o liku [9].

Pored toga, kostim je viđen i kao “kulturni agent” sa zadatkom da aktivno komunicira vrednosti zajednice i pripadnost, a da u pozorištu na sebe uzima vitalnu ulogu da, bez izgovorene reči, prenese informaciju o statusu, profesiji, godinama, religiji, čak etničkoj pripadnosti lika. U svom radu, Kwakye-Opong i Adinku [10] takođe navode istraživanje u kome je pokazano da u prva četiri minuta kontakta sa strancem, naše zaključivanje o toj osobi će se zasnivati ponajviše na onome kako nam se osoba vizuelno predstavlja, (55%), kakvim tonom govori (38%) i šta je ono što govori (7%) čime ističu važnost poruka koje neverbalno odašiljamo i kroz odevanje. Ljudi, kada ih upoznamo mogu, svesno ili ne, manipulirati rečima koje izgovaraju ali u onome što je osoba odenula je “zateknuta” i na to, osim ako je predvidela ovu situaciju, može osetno manje da utiče nego na predstavu o sebi koju želi da plasira verbalno.

Elizabet Vilson [11] takođe ističe aspekt kostima koji komunicira vrednosti, tvrdeći da, kada se odevamo, na svom telu nosimo ispisanu kombinaciju umetnosti, društvenog poretka i ličnih stavova.

3. METODOLOGIJA

Pratnja razvojnog puta pozorišnog kostima o kome će biti više reči u ovom radu otpočinje u Pozorišnom muzeju Vojvodine, u okviru koga je zatečena nekolicina pozorišnih kostima koji su deo muzejske građe, među njima i kolekcija kostima koju je pozorišni reditelj Tibor Vajda donirao Muzeju, kao i niz kostimografskih skica, nastalih pri radu na njegovoj predstavi “Pigmalion” [12], igranoj u okviru kikinskog pozorišta. Po emitovanju, kostimi i skice su našli svoje mesto u okviru muzejske građe Pozorišnog muzeja, gde su digitalizovani za potrebe ovog rada. Digitalizacija skica i kostima je vršena uz nadzor Milisande Milović, kustoskinje za scenografiju, kostim, pozorišne lutke i umetničke predmete, kojoj dugujemo veliku zahvalnost, takođe i Zoranu Maksimoviću, teatrologu i kustosu Pozorišnog muzeja i svim njihovim saradnicima, koji su izašli u susret zahtevima ovog rada. Vršena je digitalizacija kostima i kostimografskih skica kreiranih od strane dizajnerke odevanja Anamarije Mihajlović, posredstvom fotoaparata Nikon, modelom D3500, i korišćen je objektiv opsega 18 - 55 milimetara, fotografisano je bez blica, u uslovima dnevnog svetla i u okviru prostorija i predvorja Muzeja.

Među njima, odabran je zeleni kostim koji će se povinovati redizajnu, sa, kako Anamarija kaže, svilenim plastronom i ukrasnom trakom, koji prati liniju tela i pada od kolena, blagog “truba” kroja sa dugačkim rukavima. Predmetni kostim u predstavi nosi Eliza Dulitl, glavna ženska junakinja, devojka koju profesor fonetike Henri Higinz upoznaje dok prodaje cveće na ulici i upušta se u “eksperiment” da je nauči manirima i govoru karakterističnima “višem” staležu.

Knjiga “Konstrukcija ženske odeće” [13] autorki Paunović i Čolović je poslužila kao baza znanja za konstruisanje redizajniranog modela, obzirom da temeljno obrađuje proporcije ljudskog tela i telesne mere, a u poglavlju “Konstrukcija” detaljno prikazuje krojeve i mere za preko 50 konstrukcionih rešenja, među kojima su i reference korišćene za redizajn (slika 1).

Rešenja su poslužila osmišljavanju kroja kostima koji je proizašao kao rezultat kombinovanja krojeva suknje “truba” kroja, kroja za mantil odakle je rekreiran okovratnik, i kroja nabranih rukava.



Slika 1. Reference za konstrukciju digitalnog kostima

Za potrebe redizajna kostima, korišćen je softver za konstruisanje odeće, *Marvelous Designer*, koji omogućava generisanje 3D objekata na osnovu dvodimenzionalnih skica.

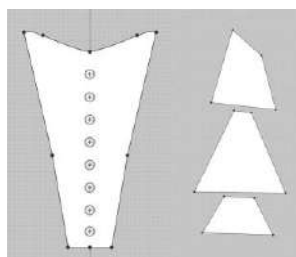
Najpre je rekonstruiran donji deo kostima koji je prikazan na slici 1 (levo), skiciranjem konturne linije suknje. Dodavanjem tačaka, manipulisanjem njihovom pozicijom i zaobljivanjem duži nad kojima pojedinačne tačke imaju uticaja, dobijen je oblik nalik referenci, crtana je leva polovina suknje kako bi se, po zatvaranju putanje, kopirala simetrična desna polovina. Zamisao je da donji deo haljine bude urađen izjedna sa gornjim, a da rukavi i plastron budu zasebne celine, zato putanja nije završena do iscrtavanja i gornjeg segmenta kostima. Ideja za njega je preuzeta sa mantila, ali je urađen vidno užu kako bi pratio liniju tela, u ovom slučaju ženskog avatara, u odnosu na mantil. Izgled prednje leve strane kostima prikazan je u nastavku (slika 2).



Slika 2. Izgled prednje leve strane digitalnog kostima

Oblast na grudima je urađena kao zaseban segment koji će kasnije biti pripojen, odnosno sašiven za levu i desnu polovinu kostima. On je urađen iscela, najpre je iscrtana leva strana, duplirana simetrično i objekat je spojen odabirom željenih stranica i biranjem opcije za spajanje (engl. *Merge*). Dugmad je na područje dodata i raspoređena automatskom opcijom u 3D prozoru.

Usledilo je kreiranje nabranih rukava, što je postignuto modifikovanjem širina na kojima se segmenti digitalno spajaju, tako, ako se donja ivica gornjeg segmenta rukava završi, u ovom slučaju, trostruko širom nego što gornja ivica donjeg segmenta rukava otpočinje, tako nastalo suženje će stvoriti nabor. Napravljena su tri segmenta u službi rukava, kako bi se na laktu i zglobu šake dobili nabori. U ovom slučaju, vrednosti širina segmenata rukava su po unosu parametarskih, modifikovane tako da, pre svega, vizuelno lepo izgledaju na avataru. Segmenti su duplirani simetrično kako bi se dobili i prednji delovi rukava desne ruke. Izgled oblasti na grudima i rukava je prikazan na slici 3.



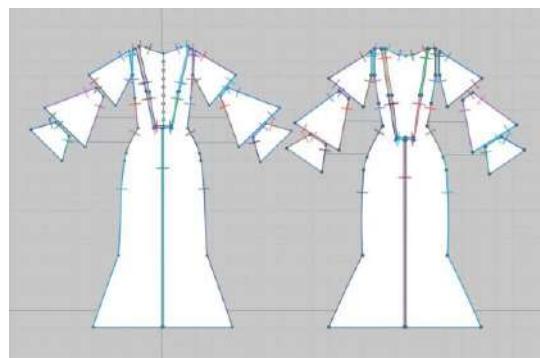
Slika 3. Izgled oblasti na grudima i rukava

Napravljen je izmenjeni duplikat prednjeg dela kostima za potrebe zadnjeg dela, modifikovan je i u 3D prostoru je urađeno obrtanje osa usmerenja oblika, softver sugerise obojenjem njihovo usmerenje.

Usledilo je spajanje segmenata, digitalno “šivenje” alatom za spajanje segmenata (engl. *Segment Sewing*) koji radi na principu odabira dve ivice koje će se povezati.

Kada su kreirani svi segmenti, na prednjem i zadnjem delu, stranice se odabiraju tako da se šivenje, u ovom slučaju, sprovodi simetrično, odnosno za svaku izabranu duž koju ograničavaju dodavane tačke, postoji njen pandan sa kojim se spaja. Tamo gde su potrebne zbog simetričnog šivenja, dodate su tačke kako bi se duži podelile na segmente adekvatne za šivenje.

Najpre su sašiveni segmenti donjeg dela a zatim i centralni deo kostima sa prvim segmentom rukava, koji je dalje spojen sa drugim i trećim segmentom po njihovim kraćim stranicama. Zatim je prednji deo kostima i rukava spojen sa zadnjim delom po principu spajanja spoljnih i unutrašnjih ivica jednih sa drugima. Leve ivice prednjeg dela kostima i desne ivice zadnjeg dela, dela koji će se naći na leđima, su spajane, što se može primetiti i po bojama spojenih duži. Ista boja sugerise da su te dve duži spojene. Rukavi su spajani po svojim bočnim stranicama na istom principu, leva ivica rukava na prednjem delu je spajana sa desnom ivicom na zadnjem delu. Izgled svih linija šivenja može se videti na slici 4, na kojoj su prikazane leva, prednja strana kostima, i desna strana, strana koja naleže na leđa ženskom avataru.



Slika 4. Leva i desna strana digitalnog kostima sa linijama povezivanja

Po pokretanju simulacije, bilo je potrebno uraditi manje ispravke tako da se kostim optimizuje prema ženskom avataru, takođe njegova A-pozu je zahtevala intervenciju na rukavima, koji su najpre bili povezani tako da se pod uticajem fizike ne prostiru uz telo avatara već duž ruku u A-pози.

4. REZULTATI

Prikaz kostima koji je nastao za potrebe predstave, i trodimenzionalni prikaz redizajniranog kostima, dat je na slikama 5 i 6.



Slika 5. Pozorišni kostim za predstavu *Pigmalion*



Slika 6. Prikaz trodimenzionalnog digitalnog kostima

Redizajnerska intervencija urađena je na rukavima. Kostimi, kao i sama Eliza, evoluiraju tokom trajanja predstave (slika 7), a kostim sa slike 5, Eliza nosi po završetku “eksperimenta”, kada zahteva uvažavanje od

samog Higinsa koji ju je podučavao ali uskraćivao poštovanje od njihovog prvog susreta. Eliza noseći ga, tvrdi da: "Istinska i stvarna razlika između jedne dame i jedne obične cvećarke nije u tome kako se ona ponaša nego kako se ophode prema njoj". Zato je redizajnom dat omaž prethodnicima u evoluciji, "prišivanjem" rukava koji hrabrije istupaju u prostor u odnosu na referentne. Njima se želi posredno reći da na jednom komadu odeće mogu u harmoniji važiti pretpostavljene "oprečnosti", jednako kako Eliza tvrdi citatom da mogu i u osobi, kada postoji spremnost okoline da se poštuju jednako svi članovi društva.



Slika 7. Evolucija Elizinih kostima kroz činove

Fotografije kostima sa slike 7 su nastale kao kadrovi video snimka koji je Miljana Kravić, glumica kikindskog pozorišta koja je tumačila lik Elize, ustupila za potrebe ovog rada, zbog čega joj dugujemo veliku zahvalnost. U pitanju su autentični inserti iz predstave, gde se može primetiti i kostim predmet redizajna (dole desno).

5. ZAKLJUČAK I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Ovaj rad je nastojao da se u jednom kostimu pokuša ovekovječiti u potpunosti duh lika Elize Dutilleul, da se pokuša pokazati mogućnost važenja "krajnosti" u granicama istog objekta, među kojima može vladati sklad. Redizajnirani kostim daje Elizi priliku da na sebi digitalno "ponese" i ono što je sebi i svetu predstavljala pre, ali i posle "eksperimenta", jer oba zaslužuju jednako, jedinstveno poštovanje, neukaljano mišlju o položaju u društvu i društvenim ulogama.

U budućnosti, postoji težnja za istraživanjem redizajna različitih tekstura kostima, kako bi se pokušalo odgovoriti na pitanje ima li izgleda da se kreira tekstura koja bi objedinila koncepte lika. Takođe, javlja se istraživačka znatiželja i na relaciji kostima i njegovog odnosa sa svetlima i kamerama u digitalnom okruženju, trodimenzionalnih scenografija i kretnji kostima kroz digitalne svetove.

6. LITERATURA

- [1] Marvelous Designer, *Marvelous Designer*. [Online]. CLO Virtual Fashion Inc, 2024.
- [2] L. Taylor, *The Study of Dress History*. Manchester University Press, 2002. [E-Book], Available: Google Books
- [3] D. Barbieri i S. Pantouvaki, "Towards a philosophy of costume," *Studies in Costume & Performance*, vol. 1, pp. 3–7, 2016.
- [4] N. Korablova, S. Oborska, H. Chmil, I. Gavran, i O. Bezruchko, "Stage costume as an important element of the subject environment in cinema and theatre," vol. 12, 2024.
- [5] E. Goepp, "An essay toward a philosophy of costume," *Quarterly Journal of Speech*, 14(3), pp. 396–411, 1928.
- [6] R. Hann i S. Bech, "Critical Costume," *Scene*, vol. 2, no. 1–2, pp. 3–8, 2014.
- [7] S. Pantouvaki, "Costume in the Absence of the Body," in *Presence and Absence*, 2014, pp. 101–127
- [8] M. L. Carriger, "Costume," in *The Routledge Companion to Scenography*, Routledge, 2017.
- [9] R. Ingham, *The costume designer's handbook : a complete guide for amateur and professional costume designers*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1983.
- [10] R. Kwakye-Openg i G. U. Adinku, "Costume as Medium for Cultural Expression in Stage Performance," vol. 8, 2013.
- [11] E. Wilson, *Adorned in Dreams: Fashion and Modernity*, Rutgers University Press, 2003.
- [12] K. Kaič, "Tibor Vajda," 2013. [Online]. Dostupno na: <https://srpskaenciklopedija.rs/books/slovo-v/page/vajda-tibor>. [Pristupljeno: 08.07.2024.].
- [13] D. Paunović i G. Čolović, *Konstrukcija ženske odeće*. Teagraf-Beograd, 1999.

Kratka biografija:



Tamara Ilić rođena je u Novom Sadu, 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2024. godine.
Kontakt: tamarailic@uns.ac.rs



Docent, dr Bojan Banjanin je angažovan od strane Fakulteta tehničkih nauka na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn kao predmetni profesor na predmetima Multimediji i Kompjuterske igre.
Kontakt: bojanb@uns.ac.rs



Jelena Kerac rođena je u Novom Sadu, 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2023. godine, kada je proglašena za najboljeg studenta studijskog programa.
Kontakt: jelena.kerac@uns.ac.rs

**ЕВАЛУАЦИЈА И УПОРЕДНА АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРА
ЗА БРИСАЊЕ И ЗАМЕНУ ПОЗАДИНЕ НА ФОТОГРАФИЈАМА****EVALUATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERATORS FOR REMOVING
AND REPLACING BACKGROUNDS IN PHOTOS**

Маша Драгојлов, Ивана Јурич, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – Графичко инжењерство и дизајн

Кратак садржај – У овом раду је кроз теоријске основе описан историјски развој фотографије, као и процес обраде од њеног настанка, па све до данас. У експерименталном делу су коришћени софтвери на бази вештачке интелигенције са опцијама за брисање позадине на постојећим фотографијама и генерисања нових.

Кључне речи: Генератори фотографија, позадина, генеративна вештачка интелигенција, генерисање, анализа, фотографија, обрада

Abstract – The study tested methods and quality of six different software programs for photo editing. Various image generators with an option for removing the existing background and generating a new one were used. Afterward, a detailed analysis of all the results was conducted.

Keywords: Image generators, background, generative artificial intelligence, generate, analysis, photography, editing

1. УВОД

Фотографија је постала део нашег свакодневног живота и видимо је свуда око нас. Њени корени досежу у далеку прошлост, од ручних обрада и вишесатног процеса, све до данас када је правимо у тренутку и без много размишљања. Развој бројних апликација и софтвера омогућио је уређивање фотографија до савршенства. Један такав софтвер је и *Photoshop* који је уједно постао и синоним за обраду фотографија, а употребом софтвера базираних на вештачкој интелигенцији могуће је створити невероватне резултате. У овом раду је акценат стављен на коришћење генератора слика који садрже функције за брисање позадине са постојеће фотографије и генерисање нове, по жељи аутора.

2. ОБРАДА ФОТОГРАФИЈЕ

Прављење фотографија је некада био дуг и компликован процес. Иновације које су настале током еволуције обраде фотографија промениле су начин приповедања [1].

НАПОМЕНА:

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

Фотографија је одувек била спој уметности и науке, али са напретком технологије све више нагиње домену науке [2]. У савременом пејзажу уређивања фотографија, увођење генеративне вештачке интелигенције представља револуционарно поглавље које превазилази границе традиционалног уређивања.

2.1. Дигитална револуција

Појам дигиталне револуције се односи на прелазак из аналогних електронских и механичких уређаја на дигиталну технологију. Такође, ова ера је и означила масовну употребу рачунара, интернета, паметних телефона, друштвених мрежа без којих људи данас не би могли замислити своју свакодневицу [3]. Дигитална револуција је свој утицај оставила и на пољу фотографије, доносећи радикалне промене у начину прављења, обраде и приказа фотографије.

2.2. Примена генеративне вештачке интелигенције у обради фотографије

Генератори фотографија базирани на вештачкој интелигенцији су програми за креирање слика и фотографија уз помоћ алгоритама и користе се за креирање различитог садржаја који се користи у различите сврхе [4]. Поред генерисања новог садржаја, оно што је карактеристично за генераторе јесу и додатне опције за уређивање и обраду фотографија, додавање разних ефеката, брисања позадине, додавања нових елемената, итд.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

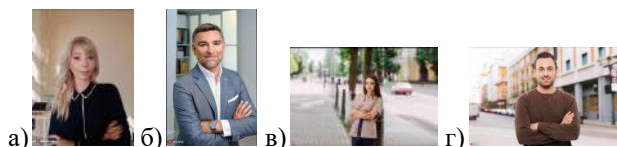
Истраживање је подразумевало одабир најмање пет генератора који садрже опције *Remove Background* и *Generative Fill*. Генератори који су коришћени су *Adobe Firefly*, *Clipdrop*, *Leonardo.AI*, *OpenArt*, *Zmo.AI*, *Vivago* и *Photoshop*. Основна идеја је употреба наведених алата на фотографије које су унете у генератор и кориговане, и касније њихова анализа, која укључује и одабир одређеног броја испитаника.

Основна разлика између свих генератора је у томе да ли се позадина уклања ручно или то генератор ипак ради аутоматски, што је много ефикасније, јер је процес бржи и лакши. Сам процес добијања крајње фотографије није много компликован, а какви ће резултати бити уједно зависе и од генератора, као и од самог корисника. На слици 1. су приказане коришћене фотографије.



Слика 1. Оригиналне фотографије, пре генерисања

На сликама од 2. до 8. су приказане фотографије након што је извршено брисање и генерисање нове позадине у изабраним софтверима.



Слика 2. Фотографије које је генерисао Adobe Firefly



Слика 3. Фотографије које је генерисао Photoshop



Слика 4. Фотографије које је генерисао Clipdrop



Слика 5. Фотографије које је генерисао Vivago



Слика 6. Фотографије које је генерисао OpenArt



Слика 7. Фотографије које је генерисао Zmo.AI

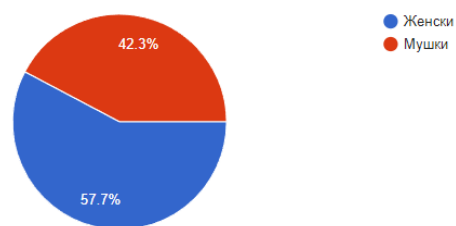


Слика 8. Фотографије које је генерисао Leonardo.AI

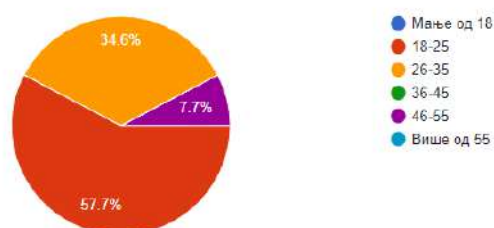
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Ово истраживање је обухватало одређени број испитаника чији је основни задатак био да препознају оригиналне фотографије, као и да изаберу оне које им се највише допадају. Анкета почиње општим питањима која дају више информација о самим корисницима. То су питања у вези пола, старости и занимања. Наредна два се односе на генеративну вештачку интелигенцију, односно на то да ли су испитаници упознати с наведеним појмом, као и да ли су били у прилици да користе генераторе на бази вештачке интелигенције.

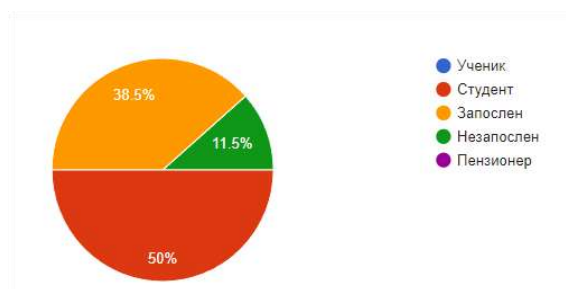
На сликама од 9. до 13. се могу видети одговори испитаника на дата питања.



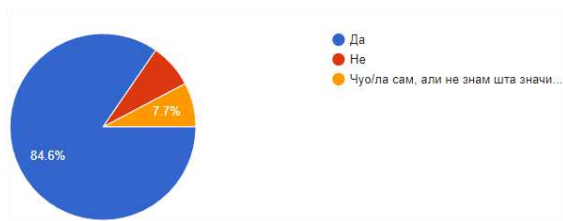
Слика 9. Статистички преглед одговора на питање у вези пола



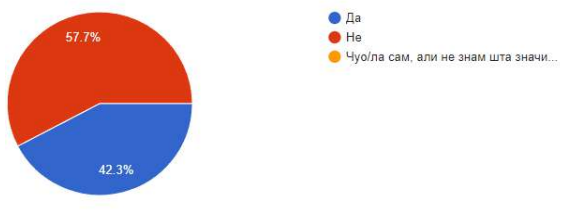
Слика 10. Статистички преглед одговора на питање у вези старости



Слика 11. Статистички преглед одговора на питање у вези занимања



Слика 12. Статистички преглед одговора на питање у вези познавања вештачке интелигенције



Слика 13. Статистички преглед одговора на питање у вези познавања коришћења генератора слика

Након ових питања, прелази се на главни део, а то је оцењивање фотографија. Како би лакше испратили, испитаницима је на располагању у склопу анкете направљена и *Power Point* презентација. У првом делу је било потребно препознати да ли је нека од понуђених фотографија оригинал, а у другом делу је требало изабрати фотографију која им се највише допада. Слика 14. приказује фотографије које су добиле највише гласова по питању оригинала.



Слика 14. а) *Adobe Firefly* 50%, б) *Photoshop* 26.9% в) *Vivago* 26.9% г) *Vivago* 34.6%

Након одабира оригинала, испитаници су имали задатак да одаберу фотографију која по њиховом мишљењу има најлепше генерисану позадину, с тим да су овај пут могли упоредити с оригиналном и одабрати више примера. Мишљења су била подељена, а на сликама од 15. до 18. се налази приказ фотографија са највећим бројем гласова.



Слика 15. а) *Adobe Firefly* (34.6%) б) *Photoshop* (30.8%) в) *OpenArt* (30.8%)



Слика 16. а) *Adobe Firefly* (38.5%) б) *Vivago* (26.9%)



Слика 17. а) *Adobe Firefly* (46%) б) *Photoshop* (48%)



Слика 18. а) *Adobe Firefly* (46%) б) *Photoshop* (48%)

5. ЗАКЉУЧАК

Од ручне обраде и вишесатног креирања једне фотографије, дошли смо до тога да данас имамо безброј апликација и софтвера који дају невероватне могућности за добијање фотографија за свега неколико тренутака, а различитог стила и намене. Развој генератора је додатно заинтересовао како тренутне, тако и будуће кориснике да се опробају у креирању фотографија где границе практично и не постоје.

Гледајући резултате анкете, мишљења испитаника се доста поклапају. Иако се лако може приметити да су

се издвојили неки од софтвера, свака фотографија је била одабрана барем од стране једног корисника што је просудила субјективна процена појединца. Без обзира на све, *Adobe Firefly* и *Photoshop* су забележили најбоље резултате који се огледају у томе што су имали најмање грешака, добру резолуцију, поседовали су све потребне опције које се лако користе и брзо су генерисали нове позадине. Сцене су врло реалистичне, са пуно детаља, а софтвери су водили рачуна о томе да осветљење и сенке буду у складу с амбијентом. Поред наведена два софтвера, већи број гласова је добио и *Vivago*, с обзиром да је такође креирао реалистичне фотографије. *OpenArt*, *Zmo.AI*, *Clipdrop* нису генерисали лоша решења. Заправо, фотографије су такође добре са малим бројем грешака, међутим, већина испитаника се определила за друге примере. Једини генератор који је дао најлошија решења, која се због тога и нису нашла у оквиру анкете јесте *Leonardo. AI*. Иако један од бољих генератора данашњице, потребне опције овај пут нису давале квалитетна решења.

Свеукупно, сваки генератор је креирао добре фотографије, а испитаници су помогли у томе да се изведе закључак о томе који се од свих издваја по квалитету.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://fixthephoto.com/blog/retouch-tips/history-of-photo-retouching.html> (приступљено у септембру 2024.)
- [2] <https://www.linkedin.com/advice/1/heres-how-you-can-enhance-your-image-editing-skills-fmmie> (приступљено у септембру 2024.)
- [3] <https://www.techopedia.com/definition/23371/digital-revolution#:~:text=The%20digital%20revolution%20meaning%20refers,live%2C%20work%2C%20and%20communicate> (приступљено у септембру 2024.)
- [4] <https://research.ibm.com/blog/what-is-generative-AI> (приступљено у септембру 2024.)

Кратка биографија:



Маша Драгојлов, рођена је у Панчеву 1999. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Графичко инжењерство и дизајн – Евалуација и упоредна анализа генератора за брисање и замену позадине на фотографијама одбранила је 2024. године.

контакт: masa.kovacica99@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: rilovska@uns.ac.rs

АНАЛИЗА И ПРОВЕРА КВАЛИТЕТА КОРИГОВАНИХ ЗАМУЋЕНИХ ФОТОГРАФИЈА ПОМОЋУ СОФТВЕРА НА БАЗИ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ANALYSIS AND QUALITY CONTROL OF CORRECTED BLURRED PHOTOS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOFTWARE

Драгана Агбаба, Ивана Јурич, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН

Кратак садржај - У овом раду су кроз теоријске основе описани узроци мутних фотографија као и процес корекције у прошлости и данас. У експерименталном делу је описан процес исправке фотографија у софтверима који раде на бази вештачке интелигенције.

Кључне речи: *Корекција фотографија, замућене фотографије, софтвери, вештачка интелигенција.*

Abstract – *This paper describes causes of blurry photographs as well as how photographs were corrected in the past and how are corrected today. In the experimental part is described the process of correcting images using different software programs that operate based on artificial intelligence.*

Keywords: *Correctin of photographs, blurry images, software, artificial intelligence.*

1. УВОД

Фотографија је од свог настанка представљала моћан алат за документовање света и запажање детаља који би иначе могли бити изгубљени у времену. У почетним данима дигиталне фотографије, корекција замућених фотографија била је ограничена на традиционалне методе обраде, које су често захтевале ручну интервенцију и биле су подложне значајним ограничењима. Како је технологија напредовала, тако су и технике за исправљање фотографија значајно побољшане. Савремени софтвери засновани на вештачкој интелигенцији сада омогућавају напредне технике реконструкције фотографија.

2. УЗРОЦИ И КОРЕКЦИЈЕ МУТНИХ ФОТОГРАФИЈА

Мутне фотографије могу настати уколико је брзина затварача превише спора, померањем камере, проблем са стативом, у случају снимања покретних објеката, уколико је лош фокус, избор погрешног отвора бленде, дифракција, шум, прљав објектив и лоша техника држања камере [1].

НАПОМЕНА:

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

Уређивање фотографија обухвата низ основних прилагођавања фотографије, као што су скраћивање или исправљање, балансирање светлости, као и подешавање експозиције и температуре боје [2]. У мрачним коморама фотографских студија у прошлости, користиле су се разне технике за уређивање фотографија. Технике као што су паљење, гребање негатива, вибрација током експозиције, замагљивање, сликање негатива, па чак и бојење. Данас постоји много софтвера за уређивање фотографија, али један од најпознатијих софтвера за уређивање фотографија који је у употреби од почетка 21. века је *Adobe Photoshop* [3]. Са брзим развојем технологије, данас се фотографије могу исправљати и уз помоћ вештачке интелигенције.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

За потребе рада изабрано је седам фотографија на којима су приказани људи, изабране су фотографије на којима је лице у фокусу и оне код којих није само лице субјекта у фокусу. Корекција је урађена помоћу шест различитих софтвера, са циљем да покаже колико софтвери на бази вештачке интелигенције могу да уклоне замућење на фотографијама а притом задрже оштрину потребних детаља.

Први софтвер који је коришћен је *Topaz Gigapixel AI*. За рад у софтверима коришћене су мутне фотографије. У првом примеру коришћена је фотографија приказана на слици 1.



Слика 1. Фотографија коришћена за први пример

Фотографија се убацује у софтвер где се са десне стране екрана налазе опције *Sharpen*, *Denoise* и *Fix Compression*, сви параметри се подесе на сто. Испод њих се налази опција *Face Recovery*, која омогућава софтверу да аутоматски препозна лице. Тим кораком добија се крајњи резултат приказан на слици 2.



Слика 2. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Toraz GigaPixel AI*

Слика 3 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



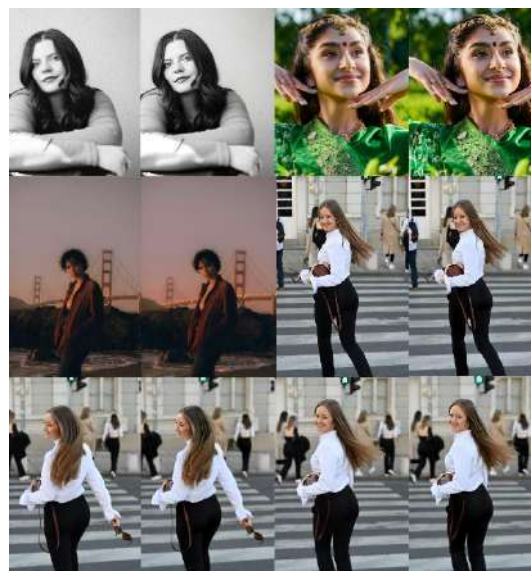
Слика 3. Приказ пре и после корекција у софтверу *Toraz GigaPixel AI*

Други софтвер који је коришћен је *Remini*. Фотографија се убацује у софтвер и све потребне корекције су већ аутоматски обављене, а кориснику се приказује крајњи резултат обраде. На слици 4 приказан је завршен први пример.



Слика 4. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Remini*

Слика 5 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



Слика 5. Приказ пре и после корекција у софтверу *Remini*

Трећи софтвер који је коришћен је *HitPaw FotorPea*, који комбинује моћне алате за професионално уређивање са корисничким радним окружењем који је лак за употребу. У овом случају се користи опција *Single Portrait*. На слици 6 је приказан крајњи резултат за први пример.



Слика 6. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *HitPaw FotorPea*

Слика 7 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



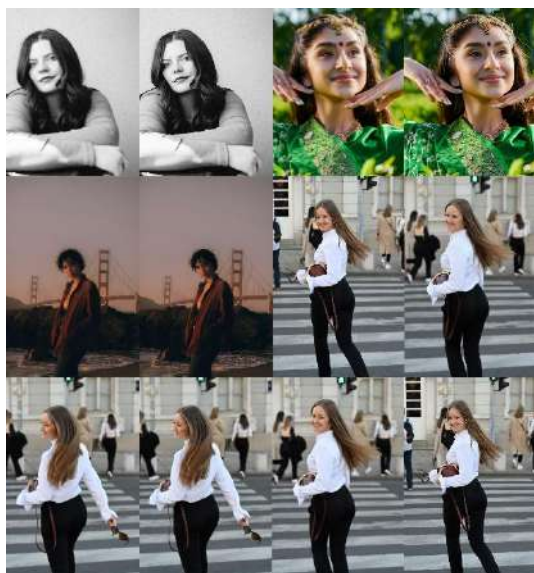
Слика 7. Приказ пре и после корекција у софтверу *HitPaw FotorPea*

Четврти софтвер који је коришћен је *Fotor*. Потребна опција за корекцију замућења у овом софтверу је *Face Unblur* која се налази са леве стране екрана. На слици 8 приказан је завршен први пример.



Слика 8. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Fotor*

Слика 9 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



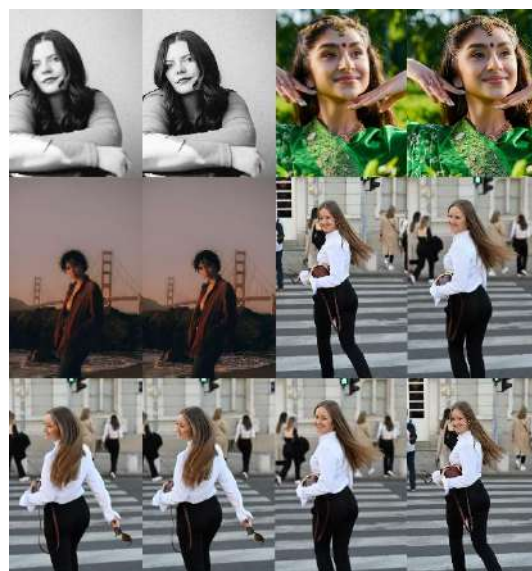
Слика 9. Приказ пре и после корекција у софтверу *Fotor*

Пети софтвер који је коришћен је *Luminar Neo*. Када се убаци фотографија, у делу *Edit* се користе две опције, *Noiseless AI* и *Supersharp AI*. На слици 10 приказан је завршен први пример.



Слика 10. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Luminar Neo*

Слика 11 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



Слика 11. Приказ пре и после корекција у софтверу *Luminar Neo*

Последњи софтвер који је коришћен је *Wondershare Repairit*. Кликном на опцију *Portrait Enhancer*, софтвер аутоматски започиње процес корекције. На слици 12 приказан је завршен први пример.



Слика 12. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Wondershare Repairit*

Слика 13 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



Слика 13. Приказ пре и после корекција у софтверу *Wondershare Repairit*

4. АНАЛИЗА АНКЕТЕ У ЦИЉУ СУБЈЕКТИВНЕ ПРОЦЕНЕ ФОТОГРАФИЈА

Циљ анкете био је да, кроз анализу различитих фотографија, испита у којој мери испитаници могу да препознају кориговане фотографије и да ли им се те измене допадају. Укупан број испитаника који су одговорили на питања је тридесет. Испитаници су радили анкету уживо на рачунару, на ком су били приказани узорци, а линк за попуњавање се могао попунити или преко рачунара или мобилног телефона. Анкета се састојала из двадесет питања, а сва питања су била обавезна.

Анкета је садржала неколико општих питања, а након тог дела била су два главна питања, за коју фотографију сматрају да је оригинална и која коригована фотографија им се највише допада. За одговор на питање коју фотографију сматрају оригиналном (први пример), 13 испитаника је као одговор изабрало фотографију обрађену у софтверу *Remini*. За други пример 16 испитаника је изабрало фотографију из софтвера *HitPaw FotorPea*. За трећи пример највише бирана фотографија је из софтвера *Remini* где је девет испитаника одабрало ову фотографију. Код четвртог примера на првом месту се налазе три софтвера са по шест испитаника, а то су софтвери *Fotor*, *HitPaw FotorPea* и *Wondarshare Repairit*. Код петог примера на првом месту налази се фотографија из софтвера *Fotor* са девет испитаника. Код шесте фотографије на првом месту је софтвер *HitPaw FotorPea* са девет испитаника. За седми пример највише биран одговор са осам испитаника је фотографија из софтвера *Wondarshare Repairit*.

У другом делу анализе било је потребно проверити која коригована фотографија се највише допада испитаницима. За први пример 16 испитаника је изабрало софтвер *Remini*, док је на другом месту *Fotor* са 9 испитаника. Код другог примера фотографија која се највише допада људима је из софтвера *Topaz Gigapixel AI* коју је изабрало 17 испитаника, а на другом месту се налази *HitPaw FotorPea* коју је изабрало 11 испитаника. За трећи пример испитаницима се највише свидела фотографија из софтвера *HitPaw FotorPea* коју је изабрало њих 13, и на другом месту са 10 испитаника је софтвер *Topaz Gigapixel AI*. Код четвртог примера фотографија која се највише свидела испитаницима је из софтвера *Remini* и њу је изабрало 12 испитаника, а друга изабрана фотографија је из софтвера *Topaz Gigapixel AI* са осам испитаника. За пети пример највише бирана фотографија је из софтвера *Remini* са 13 испитаника, а на другом месту са шест испитаника су два софтвера, *Fotor* и *Topaz Gigapixel AI*. Код шестог примера прва изабрана фотографија је из софтвера *Remini* са 15 испитаника, а друга је из софтвера *HitPaw FotorPea* са шест испитаника. Код последњег примера фотографију из софтвера *Fotor* је изабрало 11 испитаника, док је друга са девет испитаника из софтвера *Remini*.

Фотографије које су испитаници сматрали да су оригиналне су фотографије које су биле кориговане у софтверима *Remini* и *Topaz Gigapixel*. Кориговане

фотографије које се испитаницима највише допадају су из софтвера *Remini* који је пет пута био на првом или другом месту за фотографију која се корисницима највише допада и *Topaz Gigapixel AI* који је четири пута био такође на првом или другом месту.

5. ЗАКЉУЧАК

Испитивање је показало да сваки софтвер има своје специфичне алате и методе за исправку грешака, али заједничко свим програмима је да су процеси углавном једноставни и завршавају се једним кликом. У поређењу са традиционалним техникама ручне корекције фотографија, које су захтевале значајно време и вештину, софтвери засновани на вештачкој интелигенцији су донели велике промене у области обраде фотографије. Иако вештачка интелигенција у обради фотографија пружа бројне предности, истраживање је такође указало на неке изазове и ограничења. Упркос томе што софтвери могу да обраде велики број фотографија са изванредним резултатима, поједини типови замућења и сложенији визуелни проблеми и даље захтевају људску интервенцију и финално подешавање, што указује на потребу за пажљивим одабиром алата у зависности од конкретне грешке на фотографији.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://digital-photography-school.com/top-10-mistakes-cause-blurry-photos/> (приступљено у августу 2024.)
- [2] <https://photorelive.com/blog/photo-retouching/history-of-photograph-retouching> (приступљено у августу 2024.)
- [3] <https://www.colorexperthsd.com/blog/image-retouching-originate/#:~:text=In%20the%20case%20of%20digital,Niepce%20created%20the%20first%20photograph> (приступљено у августу 2024.)

Кратка биографија:



Драгана Агбаба, рођена је у Сомбору 2000. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Графичко инжењерство и дизајн – Анализа и провера квалитета коригованих замућених фотографија помоћу софтвера на бази вештачке интелигенције одбранила је 2024. године.

контакт: draganadadaaa5@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: rilovska@uns.ac.rs

UPOTREBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE PRI IZRADI KNJIGE GRAFIČKIH STANDARDA**USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CREATING A BRAND STYLE GUIDE**Miloš Duduković, Saša Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN****2. TEORIJSKE OSNOVE**

Kratak sadržaj – Rad obuhvata analizu i poređenje različitih AI alata za kreiranje knjige grafičkih standarda. Istraživanje se fokusira na tri alata: Standards, Gingersauce i Baseline, i njihovu sposobnost da generišu strukturu i dizajn po uzoru na primer postojeće knjige grafičkih standarda kompanije Slack. Rad se bavi tehničkim aspektima svakog od alata, od inicijalnog podešavanja do krajnjih rezultata, sa posebnim osvrtom na stepen automatizacije, mogućnost prilagođavanja i efikasnost u kreiranju elemenata dizajna. Zaključak rada ukazuje na prednosti i ograničenja svakog alata.

Ključne reči: Knjiga grafičkih standarda, AI alati, automatizacija dizajna, brendiranje

Abstract – The paper includes an analysis and comparison of different AI tools for creating a brand style guide. The research focuses on three tools: Standards, Gingersauce and Baseline, and their ability to generate structure and design based on example of existing brand style guide from company Slack. The paper deals with the technical aspects of each of the tools, from the initial setup to the final results, with special reference to the degree of automation, the possibility of customization and the efficiency in creating design elements. The conclusion of the work indicates the advantages and limitations of each tool.

Keywords: Brand style guide, AI tools, design automation, branding

1. UVOD

Vizuelna komunikacija igra ključnu ulogu u prepoznavanju i pozicioniranju brendova na globalnom tržištu. Brendovi koriste vizuelne elemente kako bi stvorili snažan identitet i ostavili trajan utisak na svoje korisnike. Knjige grafičkih standarda predstavljaju osnovni alat za osiguranje konzistentnosti vizuelnog identiteta brenda, pružajući smernice za korišćenje logotipa, boja, tipografije, fotografija, ilustracija i drugih vizuelnih elemenata. Tradicionalno, izrada ovih knjiga bio je dugotrajan i složen proces, zahtevajući visok nivo stručnosti i preciznosti od dizajnera i marketinških timova. Sa razvojem tehnologije, a naročito veštačke inteligencije, otvaraju se nove mogućnosti za unapređenje ovog procesa.

NAPOMENA:

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

Knjiga grafičkih standarda je dokument koji sadrži detaljne smernice za vizuelni identitet brenda. Ona obuhvata pravila i preporuke za korišćenje vizuelnih elemenata u različitim medijima i kontekstima. Doslednost koju ovaj dokument osigurava je ključna za stvaranje ujednačenog vizuelnog identiteta koji je lako prepoznatljiv [1].

2.1. Evolucija knjiga grafičkih standarda

Sa pojavom digitalne ere, knjige grafičkih standarda su evoluirale od štampanih dokumenata do digitalnih priručnika. Ovo je omogućilo lakše ažuriranje i distribuciju smernica, kao i integraciju interaktivnih elemenata kao što su video snimci i dinamički primeri primene grafičkih elemenata. Digitalne knjige grafičkih standarda takođe omogućavaju brže i efikasnije prilagođavanje novim trendovima i tehnološkim inovacijama.

U poslednjih nekoliko godina, sa razvojem veštačke inteligencije, knjige grafičkih standarda su doživele još jedan značajan napredak. Veštačke tehnologije omogućavaju automatizaciju mnogih aspekata kreiranja i održavanja grafičkih standarda, kao što su analiza postojećih vizuelnih elemenata i generisanje novih dizajnerskih rešenja. Ovo ne samo da štedi vreme i resurse, već i doprinosi kreativnim i inovativnim rešenjima. Evolucija knjiga grafičkih standarda pokazuje kako su se potrebe i zahtevi u oblasti brendiranja menjali kroz vreme, odražavajući tehnološke inovacije i promene u načinu komunikacije [2].

2.2. Osnove veštačke inteligencije

Oblast kompjuterskih nauka koja se bavi stvaranjem sistema koji mogu obavljati zadatke koji zahtevaju ljudsku inteligenciju, naziva se veštačka inteligencija. Ova oblast obuhvata različite tehnologije i metode koje omogućavaju mašinama da uče, rešavaju probleme i donose odluke [3].

Veštačka inteligencija značajno menja način na koji se pristupa dizajnu i kreativnim procesima. Njenom upotrebom se otvaraju nove mogućnosti, pa tako dizajneri mogu kreirati inovativna i personalizovana rešenja značajno brže i efikasnije nego što je to bio slučaj ranije. Jedna od najvećih prednosti njene primene u dizajnu je automatizacija rutinskih i ponavljajućih zadataka.

Ovi alati mogu automatski generisati različite verzije dizajna, prilagođavati veličine i formate, kao i obavljati druge tehničke zadatke koji bi inače oduzeli puno vremena. Ovo omogućava dizajnerima da se fokusiraju na kreativne i strateške aspekte svog rada [3].

2.3. Primene veštačke inteligencije u grafičkom dizajnu

Primena veštačke inteligencije u grafičkom dizajnu omogućava različite pogodnosti koje ubrzavaju proces i olakšavaju prilagođavanje različitim potrebama.

Automatsko generisanje dizajna

Kod automatskog generisanja dizajna prvi korak je prikupljanje velikog skupa podataka koji sadrže primere postojećih dizajna. Ovi podaci mogu uključivati slike, tipografiju, palete boja i druge vizuelne elemente.

Podatke je potrebno označiti ili anotirati kako bi algoritam mogao da prepozna važne karakteristike dizajna. Na primer, slike mogu biti označene prema bojama, oblicima ili drugim atributima. Algoritam se obučava na prikupljenim podacima. Tokom obuke, model uči da prepoznaje obrasce i zakonitosti u podacima kako bi mogao da generiše nove dizajne. Proces obuke može uključivati i nekoliko iteracija.

Optimizacija dizajna - prikupljanje povratnih informacija

Nakon što se generiše dizajn, korisnici mogu dati povratne informacije o tome šta im se dopada ili ne dopada. Ove povratne informacije su ključne za dalju optimizaciju modela. Na osnovu njih, kvalitet generisanog dizajna moguće je unapređivati sa svakom novom povratnom informacijom o tome da li je dobijen zadovoljavajući dizajn. Dizajn se može optimizovati u realnom vremenu na osnovu unosa korisnika.

Personalizacija i prilagođavanje

Moguće je povratnim informacijama uticati na to da dizajn izgleda baš onako kako korisnik želi. To je veoma korisno kada se radi za brend koji već ima izgrađen identitet. Takođe, algoritmi mogu prilagoditi dizajn različitim veličinama uređaja u zavisnosti od potreba korisnika. Prilagođavanje znači da dizajn može da se na lak način promeni, vrati i unapredi u zavisnosti od situacije.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo ovog rada obuhvata testiranje tri različita AI alata za kreiranje knjige grafičkih standarda, analizu njihovih rezultata i poređenje sa postojećom knjigom standarda kompanije Slack [4]. Knjiga grafičkih standarda kompanija Slack poslužila je kao osnova za upoređivanje mogućnosti svakog od tri odabrana alata pojedinačno. Poređenje je omogućilo da se utvrdi koji alat najefikasnije i najpreciznije obavlja zadatak kreiranja knjige grafičkih standarda.

3.1. Alati pogodni za kreiranje knjige grafičkih standarda

Kada je reč o digitalnim alatima za kreiranje i upravljanje vizuelnim identitetom brenda, postoje brojne platforme koje pružaju sveobuhvatna rešenja za kreiranje digitalnih dokumenata koji obuhvataju sve aspekte grafičkih standarda. Ove platforme omogućavaju korisnicima da lako organizuju i čuvaju sve elemente vizuelnog identiteta na jednom mestu, čime se obezbeđuje doslednost u upotrebi brend elemenata. U takvim alatima, posebna pažnja je posvećena automatizaciji procesa kreiranja rutinskih zadataka, kao što je generisanje palete boja, predlog tipografije, postavljanja vizije brenda, kao i prikazivanje brenda u realnim slučajevima primene.

3.2. Izbor AI alata

Izbor alata zasnivao se na istraživanju i analizi dostupnih opcija prema više značajnih kriterijuma. Pre svega, alati su odabrani na osnovu njihove sposobnosti da pruže podršku za kreiranje knjige grafičkih standarda uz visoku preciznost i fleksibilnost, što je ključno za zadovoljenje različitih dizajnerskih potreba. Ova analiza uključivala je i ispitivanje njihove mogućnosti za integraciju sa drugim softverima i alatima koji su uobičajeni u dizajnerskim procesima. Recenzije i studije slučaja koje su dostupne od strane drugih korisnika u ovoj oblasti korišćene su kako bi se dobio uvid u realne prednosti i nedostatke svakog alata u praksi.

3.3. Kriterijumi za izbor AI alata

Funkcionalnost je ključna za uspešnu realizaciju ovakvih projekata. Neophodno je da alati omogućavaju lako upravljanje vizuelnim elementima, podršku za više formata i integraciju sa drugim softverima koji se koriste u dizajnu i brendiranju. Pored toga, važna je i sposobnost alata da se prilagodi specifičnim potrebama projekta, kao i da podržava kolaborativni rad, što omogućava većem broju korisnika da istovremeno rade na istom projektu. Funkcionalnost takođe podrazumeva i dostupnost šablona, određen stepen za automatizaciju ponavljajućih zadataka, kao i intuitivan interfejs koji olakšava korišćenje alata čak i za korisnike sa manjim iskustvom u oblasti dizajna.

Kriterijum upotrebljivosti se odnosi na to koliko je jedan alat intuitivan, lak za upotrebu i prilagođen korisničkim potrebama. Upotrebljivi alati omogućavaju korisnicima da lako pristupe funkcijama i mogućnostima koje su im potrebne, bez potrebe za intenzivnim tehničkim znanjem. Takvi alati pružaju jasan i jednostavan interfejs. Upotrebljivost takođe uključuje i brzinu rada, prilagodljivost potrebama projekta i podršku za različite jezike i kulturološke specifičnosti, što je važno za globalne brendove koji kreiraju knjige grafičkih standarda.

Samostalnost se izdvaja kao faktor koji definiše da li veštačka inteligencija može da izvršava zadatke bez potrebe za stalnom ljudskom intervencijom. To je važno u izradi knjige grafičkih standarda jer omogućava automatizaciju ponavljajućih procesa.

Po pitanju isplativosti, veoma je važno da odabrani alati ne budu takvi da samo pružaju vrhunske funkcionalnosti, već i da opravdavaju svoju cenu u pogledu ukupnog doprinosa projektu. Isplativost podrazumeva analizu odnosa između cene alata i njegovih mogućnosti, ali i dugoročnu održivost i potencijal za smanjenje troškova kroz povećanu efikasnost i automatizaciju zadataka. Ovaj kriterijum je posebno važan za mala i srednja preduzeća koja mogu imati ograničene budžete za implementaciju softvera, te je neophodno odabrati alate koji nude najviše vrednosti za uložena sredstva. Isplativost se takođe ogleda u mogućnosti brzog povrata investicije kroz unapređenje procesa dizajna i konzistentnosti u vizuelnom identitetu brenda, što dugoročno doprinosi povećanju prihoda i reputacije kompanije.

3.4. Opis odabranih alata

Program Standards je alat za kreiranje i upravljanje knjigom grafičkih standarda. On je dizajniran da pojednostavi i automatizuje određene delove procesa kreiranja, kao i održavanja vizuelnih smernica za brendove. Zbog svoje

jednostavnosti i efikasnosti, ovaj program predstavlja izbor mnogih, kako manjih, tako i većih kompanija [5]. Ovaj program nudi korisnicima da lako kreiraju i prilagođavaju stranice sa vizuelnim smernicama, uključujući logotipe, palete boja, tipografiju, jezik brenda, aplikacije, kao i mogućnost dodavanja stranica po svojoj želji.

Gingersauce je alat koji se, u odnosu na alat Standards, više fokusira na proces automatizacije. Dok Standards omogućava veći stepen prilagođavanja i upravljanja sadržajem, Gingersauce je poznat po tome da brzo i jednostavno generiše knjige grafičkih standarda, čak i za korisnike koji nisu grafički dizajneri. Ovaj alat koristi šablone, što znači da je brzina izrade dokumenta značajno poboljšana, ali to može doći po cenu manje fleksibilnosti u dizajnu i kreativnosti [5].

Alat Baseline je program koji kombinuje jednostavnost i funkcionalnost. Kao i prethodna dva alata, i Baseline omogućava korisnicima da kreiraju sve potrebne elemente koje knjiga grafičkih standarda zahteva. Ističe se po tome što nudi intuitivan interfejs koji omogućava korisnicima sa manjim iskustvom u dizajnu da naprave profesionalne rezultate. U poređenju sa Gingersauce i Standards, Baseline je više orijentisan ka distribuciji osnovnih elemenata dizajna članovima tima, što ga čini pogodnijim za manje projekte [5].

3.5. Proces kreiranja knjige standarda sa AI alatima

Proces kreiranja knjige grafičkih standarda sa ovakvim alatima obuhvata nekoliko koraka. Prvo, korisnik unosi osnovne informacije o brendu, a AI alati automatski struktuiraju i raspoređuju ove elemente u skladu sa unapred definisanim šablonima i pravilima dizajna. AI algoritmi analiziraju unesene podatke i generišu dosledan dizajn koji odgovara potrebama brenda,

Alat 1 – Standards

Podešavanje i konfiguracija počinju prijavom korisnika na platformu i odabirom odgovarajućih opcija za kreiranje novog dokumenta. Nakon kreiranja naloga, korisnik se susreće sa različitim koracima koji traže informacije o brendu, kao što su naziv, logo brenda, paleta boja i familija fontova koju koristi brend. Nakon toga, knjiga grafičkih standarda sa ovim alatom je spremna za izvoz.

Alat 2 – Gingersauce

Početno podešavanje i konfiguracija alata Gingersauce i Standards razlikuju se po nivou automatizacije, interfejsu i pristupu kreiranju knjige grafičkih standarda. Gingersauce je dizajniran da vodi korisnika kroz ceo proces konfiguracije sa većim stepenom automatizacije i intuitivnijim interfejsom. Odmah nakon prijave i kreiranja naloga, korisnik je upućen u korake koji uključuju učitavanje logotipa, odabir palete boja i definisanje tipografije, sa automatskim predlozima koji se pojavljuju na osnovu unetih podataka. Ovo čini Gingersauce pogodnim za korisnike koji žele brzo i efikasno podešavanje bez potrebe za dubljim tehničkim znanjem. Tokom kreiranja knjige standarda pomoću ovog alata, vidi se napredak kroz popunjenost bara koji prati svaki korak procesa. Ovaj bar je podeljen na 25 koraka, što omogućava korisniku da u svakom trenutku ima jasan pregled preostalog posla.

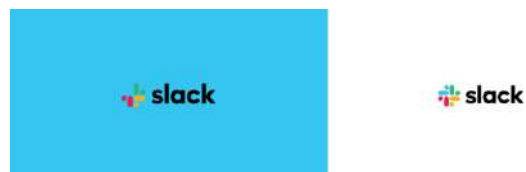
Alat 3 – Baseline

U poređenju sa alatima Gingersauce i Standards, Baseline nudi nešto drugačiji pristup u početnom podešavanju i konfiguraciji. Dok su Gingersauce i Standards fokusirani na detaljno vođenje korisnika kroz proces kreiranja uz veliki broj koraka i opcija za prilagođavanje, Baseline pruža jednostavniji i brži put do finalnog proizvoda. Dok Gingersauce ima 25 koraka koji vode korisnika kroz svaki aspekt kreiranja, i Standards koji se oslanja na onlajn pristup za lakše ažuriranje sadržaja, Baseline je orijentisan ka korisnicima koji žele brz rezultat uz manje uticaja na detalje.

3.6. Rezultati i diskusija

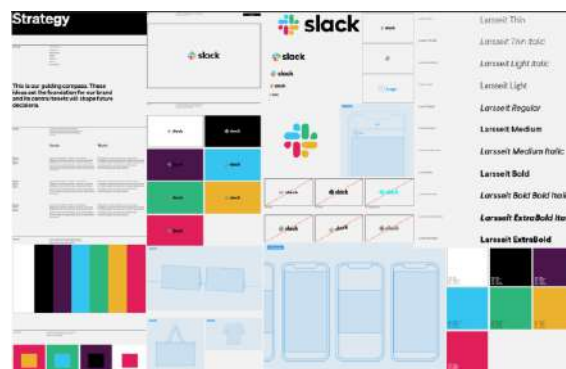
Alat 1 - Standards

Može se reći da je ovaj program ponudio značajne rezultate u pogledu fleksibilnosti, korisničke prilagodljivosti i funkcionalnosti u odnosu na druge alate. Kada su u pitanju grafički elementi, poput logoa i boja, alat je pokazao sposobnost da kreira raznovrsne varijacije, međutim može doći do problema koji se lako ručno otklanjaju. Problem je nastao kada je alat iskoristio identičnu boju za pozadinu kao onu koja se nalazi na logou. Zbog ovog preklapanja, jedan deo logoa je potpuno izgubljen, odnosno nije vidljiv jer se stopio sa pozadinom (slika 1).



Slika 1. Problem pri generisanju boje pozadine

Na slici 2 prikazana je knjiga grafičkih standarda generisana alatom Standards.



Slika 2. Knjiga standarda generisana alatom Standards

Alat 2 – Gingersauce

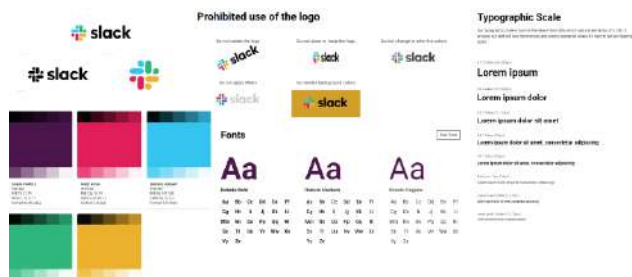
Gingersauce predstavlja dobru kombinaciju brzine, automatizacije i kvaliteta. Proces kreiranja knjige grafičkih standarda se odvija veoma brzo zahvaljujući automatizovanim koracima, što omogućava efikasan rad uz zadržavanje kvaliteta rezultata. Iako ova kombinacija doprinosi produktivnosti, jedan od nedostataka je manji stepen personalizacije. Alat ne pruža značajnu fleksibilnost kada je u pitanju prilagođavanje finalnih rezultata specifičnim potrebama brenda. Na slici 3 prikazana je knjiga grafičkih standarda generisana alatom Gingersauce.



Slika 3. Knjiga standarda generisana alatom Gingersauce

Alat 3 - Baseline

Baseline nudi jednostavno i intuitivno kreiranje knjige grafičkih standarda, ali uz manje fleksibilnosti u poređenju sa ostalim alatima. Rezultati koji se dobijaju sa ovim alatom često su prihvatljivi kada su u pitanju osnovni elementi dizajna poput logoa, boja i tipografije, ali je primetno da ovaj alat ne pruža veliki broj naprednih opcija za personalizaciju. Na slici 4 prikazana je knjiga grafičkih standarda generisana alatom Baseline.



Slika 4. Knjiga standarda generisana alatom Baseline

3.7. Poređenje rezultata alata sa postojećim rešenjem

Program Standards je veoma dobro odradio strukturu, najbliži je strukturi knjige grafičkih standarda koju koristi kompanija Slack. Iako je moguće dobiti knjigu veoma sličnu zvaničnoj verziji kompanije, potrebno je uložiti dosta truda u ručno nameštanje i dodavanje pojedinih elemenata. Neke stvari, poput sekcije sa fotografijama, ne mogu biti u potpunosti automatizovane, ali zato alat ostavlja dovoljno prostora za ručnu korekciju i dopunu.

S druge strane, program Gingersauce je već nakon prvog generisanja knjige veoma blizu knjizi standarda kompanije Slack, ali zbog ograničenih mogućnosti za ručno uređivanje i prepravke, ne može u potpunosti replicirati originalnu knjigu standarda. Ovaj alat pruža dobru osnovu, ali se ne mogu prilagoditi svi aspekti do te mere da rezultat bude identičan.

Na kraju, program Baseline je dobro obradio osnovne elemente kao što su logo, paleta boja i tipografija, ali je od sva tri programa najdalje od mogućnosti da se uradi potpuna replika bilo koje knjige standarda, uključujući i knjigu grafičkih standarda kompanije Slack.

4. ZAKLJUČAK

Nalazi pokazuju da AI alati značajno ubrzavaju proces kreiranja grafičkih standarda, omogućavajući doslednost u dizajnu osnovnih elemenata kao što su logo, boje i tipografija.

Svaki od alata ima svoje prednosti i mane. Standards se izdvaja po širokoj ponudi segmenata i fleksibilnosti, ali veliki deo procesa zahteva ručnu kontrolu od strane korisnika. Gingersauce, kroz 25 koraka za kreiranje knjige standarda, doprinosi strukturiranom procesu, ali može predstavljati problem zbog manjka fleksibilnosti. Baseline se pokazao kao koristan alat za jednostavne zadatke, ali sa nedovoljnim kapacitetima za kompleksne projekte.

Trenutna primena AI alata za knjige grafičkih standarda pokazuje napredak u automatizaciji procesa dizajna, ali još uvek ima ograničenja u pogledu fleksibilnosti. Ovi alati omogućavaju brzo kreiranje vizuala, ali sa ograničenom mogućnošću ručne kontrole.

U budućnosti, očekuje se da će AI alati poboljšati svoju sposobnost za personalizaciju, prilagođavanje brendu i kreativnost, što bi moglo značajno smanjiti potrebu za ljudskom intervencijom. Buduća istraživanja bi mogla biti usmerena na razvoj AI alata koji bolje razumeju vizuelne i emocionalne aspekte brendiranja, kao i na njihovu primenu na realnim primerima.

5. LITERATURA

- [1] A. Wheeler, "Designing Brand Identity: An Essential Guide for the Whole Branding Team", New Jersey, Wiley, 2017.
- [2] M. Neumeier, "The Brand Gap", San Francisco, New Riders, 2006.
- [3] Satori Graphics, "This NEW Ai Threatens To Make Designers 'Go Away' (Is It That Bad?)". (7.12.2023.). [Online Video] Dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=c0hd54NOADE> (pristupljeno u avgustu 2024.)
- [4] Slack, "Slack Brand Guidelines", Slack, [Online] Dostupno na: https://a.slack-edge.com/4d5bb/marketing/img/media-kit/slack_brand_guidelines_september2020.pdf (pristupljeno u septembru 2024.)
- [5] Brand Master Academy, "7 Stunning Examples of Brand Guidelines (Strategy & Style Guides)". (26.10.2022.). [Online Video] Dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=iMqFcDvqGPo> (pristupljeno u septembru 2024.)

Kratka biografija:



Miloš Duduković rođen je u Somboru 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranio je 2024.god. Kontakt: info@heymilos.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

ДИЗАЈН ПЛАКАТА У СИНТВЕЈВ СТИЛУ**POSTER DESIGN IN THE STYLE OF SYNTHWAVE***Ognjen Timotijević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – *Uvod u dizajn plakata može biti nadahnut različitim stilovima, a u svetlu Sintvejevog pristupa, istražuje se spoj estetike i funkcionalnosti. Sintvejev, sa svojim karakterističnim pristupom minimalizmu i eksperimentalnosti, uticao je na evoluciju grafičkog dizajna kroz 20. vek. Ovaj rad se fokusira na analizu teorijskih osnova dizajna plakata, istražujući kako se različiti stilovi i tehnike prepliću kroz istoriju, sa naglaskom na njihovu primenu u praksi.*

Ključne reči *Grafički dizajn, dizajn plakata*

Abstract – *An introduction to poster design can be inspired by various styles, and in the light of Sintvejev's approach, it explores the fusion of aesthetics and functionality. Sintvejev, with his distinctive approach of minimalism and experimentalism, influenced the evolution of graphic design throughout the 20th century. This paper focuses on analyzing the theoretical foundations of poster design, examining how different styles and techniques intersect throughout history, with an emphasis on their practical application.*

Keywords *Graphic design, Poster design*

1. UVOD

Dizajn savremenog plakata u sintvejev stilu vraća nas u estetiku 80-ih godina prošlog veka kroz svoju jedinstvenu kombinaciju živopisnih boja, geometrijskih oblika i digitalnih elemenata. Sintvejev (engl. "synthwave") stil proslavio se kroz sintpop muziku i filmske naslove tog doba, inspirišući novu generaciju dizajnera da reinterpretira retro futurizam na savremen način. Ovaj vizuelni pristup često koristi intenzivne kontraste boja, poput neon nijansi i dubokih tamnih tonova, kako bi postigao dramatičan efekat i istakao futurističku atmosferu.

Geometrijski oblici, često stilizovani i pojednostavljeni, doprinose modernom izgledu plakata, dok digitalni elementi poput glitch efekata i retro futurističkih detalja dodaju dubinu i slojevitost, postižući dojam dinamičnosti i tehnološke naprednosti. Sintvejev dizajn nije samo estetski, već i emocionalno nabijen, podsjećajući nas na nostalgiju za prošlim vremenima dok istovremeno oslikava budućnost digitalne kreativnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Uroš Nedeljković, red. prof.

2. GRAFIČKI DIZAJN

Grafički dizajn je umetnost i zanat koji obuhvata oblikovanje estetski priyatnih, funkcionalnih i organizovanih formi koristeći tekstualne i ilustrativne elemente. On je rezultat procesa dizajniranja koji je evoluirao iz tradicionalne upotrebe u štampanim medijima, šireći se u savremene oblasti kao što su industrijski dizajn, dizajn informacija i veb dizajn [1].

Umetnici i dizajneri koriste zajedničko znanje kako bi stvorili vizualne kompozicije, ali njihovi motivi su potpuno različiti. Ovi razlozi čine svakog od njih jedinstvenim: dizajn i umetnost imaju različite ciljeve. Svaki umetnik nastoji izraziti se kroz svoja dela, birajući kanal i jezik izražavanja. S druge strane, umetnost ne zahteva nužno potpuno razumevanje; svaki promatrač će primiti poruku i interpretirati je na svoj način. Umetnost ostvaruje različite veze s ljudima jer se tumači na različite načine. Razlozi i opravdanja iza umetničkog dela često nisu od presudnog značaja. Umetnici često ostavljaju prostor za slobodnu interpretaciju svojih dela [2].

3. PLAKAT**3.1. Pregled istorije plakata**

Sa pojavom društva pojavila se i potreba za komunikacijom putem vizuelnih poruka. Plakati su oduvek predstavljali dosledan odraz društvene, političke i kulturne stvarnosti gradova i bili su povezani sa aktivnostima gradova, kao i njihovim stanovnicima. Evolucija plakata pratila je razvoj komunikacionih zahteva svakog perioda, kao umetničkih pokreta i sistema štampanja. Izborna propaganda pronađena u ostacima Pompeja predstavlja nepobitan dokaz da su plakati postojali u starom Rimu, iako to nisu bile ništa više nego rukom pisane poruke na zidovima. Pronalazak štampe 1440. godine omogućio je potrebna sredstva za kreiranje plakata približnim današnjim. Vilijam Kakston bio je prva osoba koja je uvela štampanje u Englesku i njegov potpis se nalazi na prvom plakatu koji je oblikovan 1447. godine, iz doba Johanesa Gutemberga. Prvi ilustrirani plakat, umetnika Žana du Prea, oblikovan je 1482. godine u Francuskoj [3].

Litografija je izmišljena 1798. godine, ali je nekoliko decenija bila zapostavljena usled nedovoljno brze izvedbe i previsoke cene. Veliki broj plakata su bile jednostavne drvene ili metalne gravure sa malo boje ili dizajna. Šereov litografski proces, kao i atraktivno kombinovanje slika i reči u ekonomičnom formatu omogućilo je 1880. godine litografskom plakatu da postane deo oglašavanja u moderno doba. Francuski umetnik Žil Šere postao je

poznat po izumu širokog spektra boja koristeći samo tri litografska kamena za štampanje – crveni, žuti i plavi [4].

4. VIZUELNA KOMUNIKACIJA

Vizuelna komunikacija obuhvata svaku poruku koju možemo shvatiti posmatranjem. To uključuje izraze lica, znakove u okolini, grafičke oglase, pa čak i slike, ilustracije, dijagrame, knjige, video zapise ili animacije. Vizuelni jezik ovih elemenata često može biti ubedljiviji od izražavanja rečima.

Definisano, vizuelna komunikacija predstavlja praksu grafičkog prezentovanja informacija radi efikasnog i efektivnog prenosa značenja. Ova vrsta komunikacije spada u jedan od tri glavna tipa komunikacije, zajedno sa verbalnom komunikacijom (govor/pisanje) i neverbalnom komunikacijom, koja uključuje ton i govor tela. Smatra se da ljudi najviše veruju vizuelnoj komunikaciji [2].

Cilj dizajna vizuelne komunikacije je da prenese određene informacije publici i da na nju utiče analizom i sažimanjem navedenih potrebnih informacija, korišćenjem znakova, slova, brojeva, grafike i boja. Dizajn vizuelne komunikacije se publici prenosi kroz vizuelne medije i ima usku vezu sa svakodnevnim životom: logotipi, TV stanice, proizvodi, dizajn filmova i teksta [5].

5. INSPIRACIJA ZA RAD

Sintvejr (eng. Synthwave), stil dizajna inspirisan estetikom 1980-ih, ponovo osvaja srca ljubitelja retrofuturizma. Ovaj pravac, koji možemo nazvati preporodom synth estetike, karakteriše se metalnim hromiranim ilustracijama, jarkim neon bojama i šumom u teksturi, kreirajući osećaj nostalgije za prošlim vremenima, dok istovremeno izgleda izuzetno moderno i privlačno.

Plakat dizajn u ovom stilu odiše atmosferom noćnog života 1980-ih, sa svetlećim natpisima i vibrantnim bojama koje dominiraju kompozicijom. Hromirani elementi dodaju dozu luksuza i futurističkog sjaja, dok neon nijanse poput ružičaste, plave, ljubičaste i zelene privlače pažnju i kreiraju dinamičnu energiju.

Jedan od ključnih elemenata sintvejr dizajna je upotreba hromiranih ilustracija koje podsećaju na metalne površine automobila i uređaja iz 1980-ih. Ovi elementi unose dozu futurizma u dizajn, istovremeno evocirajući tehno optimizam tog doba. Refleksije i svetlosni efekti na hromiranim površinama kreiraju iluziju dubine i trodimenzionalnosti, što plakatima daje poseban vizuelni efekat.

6. ANALIZA MOTIVA

6.1. Motiv cveta lotusa

Lotus je višegodišnja vodena biljka koja raste u bogatim, blatnjavim uslovima, a ima zanimljiv aktivan dnevni ciklus. Lotus se ukorenjuje u blatu, dok se njegove duge stabljike protežu ka površini vode. Na površini, raskošni cvetovi cvetaju, a dok cvetaju, latice izranjaju iz mutne vode netaknute. Ove biljke cvetaju tokom dana, a noću se potpuno uranjaju i zatvaraju, da bi se svako jutro ponovo

pojavile iznad vode. Latice traju samo nekoliko dana pre nego što opadnu [6].

6.1. Motiv lanca

Lanac je simbol sa različitim značenjima zavisno o kontekstu u kojem se koristi. Često mogu izazvati slikovite asocijacije vezane za ropstvo i zatvor, simbolizujući pojam ograničenja ili zatvaranja. Međutim, lančići takođe mogu predstavljati snažne veze i jedinstvo, simbolizujući neraskidive veze i duboku ljubav između entiteta.

Ovi simboli mogu prenositi teme kako ropstva, tako i slobode, jer netaknuti lanci simboliziraju ograničenje, dok slomljeni lanci mogu označavati oslobođanje od prošlih ograničenja. Dodatno, lanci mogu nositi implikacije uzoraka i determinizma, sugerišući verovanje u predodređene događaje i međusobno povezane ishode. Dodatno, oni nose konotacije snage i jedinstva, predstavljajući srž timskog rada i kolektivne solidarnosti [7].

6.1. Motiv vrata

Simbol vrata najčešće predstavlja ideje tranzicije i metamorfoze; to je prolaz iz jednog mesta u drugo, između različitih stanja, između svetlosti i tame. Prema Žilijenu, čin prelaska preko praga označava da pojedinac mora ostaviti iza sebe svoj materijalizam i ličnost kako bi se suočio sa unutrašnjim mirom i meditacijom. To je napuštanje starog i prihvatanje novog; otvorena vrata označavaju dobrodošlicu i pozivaju na otkrivanje i istraživanje, dok zatvorena vrata predstavljaju odbacivanje, zaštitu, tajnovitost, isključenost i zatvorenost. Vrata su ženski simbol u vezi sa rupom koju vode, vaginom; antiteza zida. [8].

7. ANALIZA GRAFIČKIH ELEMENATA

7.1. Tipografija

Tipografija se bavi strukturiranjem i organizovanjem vizuelnog jezika, dok je dizajniranje slova usmereno ka oblikovanju jedinica koje će biti organizovane, tj. karaktera koji čine jedan font. Sve u svemu, kako tipografija tako i dizajniranje slova imaju za cilj prenošenje poruke, što čvrsto postavlja tipografiju u osnovu šireg polja grafičkog dizajna [9].

7.2. Gradijent

U nauci o boji, gradijent (poznat i kao bojna rampa ili bojna progresija) određuje opseg pozicijom zavisnih boja, obično korišćenih za popunjavanje regiona.

Pri dodeljivanju boja skupu vrednosti, gradijent je kontinuirana mapa boja, vrsta šeme boja. U računarskoj grafici, termin "uzorak" je došao da znači paletu aktivnih boja [10].

7.3. Ilustracija

Ilustracija je vizualizacija koju oblikuje umetnik. Cilj svake ilustracije je da objasni informacije. Može biti crtež, fotografija, kolaž, itd. Nije važno. Dok god održava svoju svrhu - da vizuelno predstavi činjenice i detalje. Postoji razlika između ilustracije i umetničkog dela. Dok ilustracija služi da vizualno objasni nešto, umetnička dela

nisu povezana sa bilo kakvim informacijama. Ona su predmet interpretacije. Ilustracija može ili dopuniti priču (poput fotografije u novinama) ili potpuno ukloniti potrebu za dodavanjem teksta (poput infografika) [11].

7.4. Perspektiva

Perspektiva je način gledanja ili razumevanja sveta iz određene tačke gledišta ili mentalnog sklopa. Može se primeniti na različite aspekte života, kao što su umetnost i dizajn, religija, istorija, nauka i istraživanje. Svaki pojedinac ili disciplina može imati svoju jedinstvenu perspektivu, koja utiče na to kako tumače i interaguju sa svojim okruženjem. Koncept perspektive istraživao je kroz istoriju, od drevnih vremena do današnjice, i korišćen je kao konvencija za predstavljanje trodimenzionalnih objekata na dvodimenzionalnoj površini. U akademskim krugovima, perspektiva se često povezuje sa zauzimanjem ili pružanjem određenog svetonazora, a može biti povezana i sa naučnim instrumentalizmom. Ukratko, perspektiva je fundamentalni aspekt ljudske percepcije i razumevanja, oblikujući naše interakcije sa svetom [12].

3. ZAKLJUČAK

U istraživanju dizajna plakata istakli smo ključne principe grafičkog dizajna kroz istoriju, fokusirajući se na njegov razvoj i adaptaciju kroz različite periode. Posebno smo analizirali uticaj savremenih trendova i tehnologija na dizajn plakata, kao i ulogu vizuelne komunikacije u prenošenju poruka i emocija putem tipografije, boja, ilustracija i geometrije. Razmotrili smo i simboliku motiva poput lotosa, lanca i vrata u kontekstu njihovog korišćenja u dizajnu plakata za izložbe. Zaključno, naglasili smo važnost balansiranja estetskih i funkcionalnih elemenata za uspešan dizajn plakata, te doprinos ovog istraživanja razvoju dizajnerske prakse i inspiraciju za buduća istraživanja u oblasti grafičkog dizajna.

4. LITERATURA

- [1] Pettersson R. (2024) Graphic design. Tullinge, Sweden: Institute for Infology, pp. 9-15. [Online] Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/281810469_7_Graphic_Design, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [2] Ilka Perea Studio (2007) Graphic Design Basic Concepts and Theories [Online] Dostupno na: <https://ilkaperea.com/2018/01/30/graphic-design-basic-concepts-and-theories/#what-is-design-4ab800b2-6228-46ac-bb8f-8608ecb18fe0>, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [3] Alonso L., (2020) History of the Poster: Centuries of Visual Communication. Berkeley, Domestika [Online] Dostupno na: <https://www.domestika.org/en/blog/4884-history-of-the-poster-centuries-of-visual-communication>, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [4] International Poster Gallery (2021) A Brief History of the Poster. Boston, 460C Harrison Ave [Online] Dostupno na: <https://www.internationalposter.com/a->

[brief-history-of-the-poster/](#), [Pristupljeno 10.05.2023.].

- [5] Liu C., (2020) The Development Trend of Visual Communication Design. Las Vegas, Nevada, International Journal of Culture and History [Online] Dostupno na: <http://www.ijch.net/vol6/147-JH060.pdf>, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [6] Saffron Marigold (2024) Lotus Flower: Its Meaning, Symbolism, & Influence [Online] Dostupno na: <https://www.saffronmarigold.com/blog/lotus-flower-meaning/>, [Pristupljeno 26.06.2023.].
- [7] MeaningLibrary (2024) Broken Chain Symbolism: 7 Deep Meanings You Should Know [Online] Dostupno na: <https://meaninglibrary.com/broken-chain-symbolism/>, [Pristupljeno 15.10.2023.].
- [8] Ku Leuven (n.d.) The Greater Reality behind Doors [Online] Dostupno na: <https://soc.kuleuven.be/antropologie/ethnographica/2008/3Giorgadze.pdf>, [Pristupljeno 15.10.2023.].
- [9] Baines, P., Hastam, A., (2005) Type & typography. Second edition. Laurence King Publishing [Online] Dostupno na: https://books.google.rs/books?hl=en&lr=&id=rs6gyb2hPF4C&oi=fnd&pg=PP8&dq=typography&ots=SMBgIbpxuT&sig=C6_erR11Vu5xMY0dvGHwk0XD8KM&redir_esc=y#v=onepage&q=typography&f=false, [Pristupljeno 15.10.2023.].
- [10] CSS Gradient (2017-2024) CSS Gradient Swatches [Online] Dostupno na: <https://cssgradient.io/swatches/>, [Pristupljeno 02.02.2024.].
- [11] GraphicMama.com (2024) Color Theory Basics For Non-Designers: Everything You Should Know [Online] Dostupno na: <https://graphicmama.com/blog/color-theory/#gradients>, [Pristupljeno 02.02.2024.].
- [12] PubGenius Inc. (2024) What is the definition of perspective? [Online] Dostupno na: <https://typeset.io/questions/what-is-the-definition-of-perspective-5eg08weo1h>, [Pristupljeno 09.05.2024.].

Kratka biografija:



Ognjen Timotijević rođen je 1998. godine u Sremskoj Mitrovici. Godine 2017. završio je „Mitrovačku ginaziju“ u Sremskoj Mitrovici. Diplomirao je 2021. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.

kontakt: ogatimotijevic@gmail.com

FORMALDEHID EMITOVAN TOKOM PROCESA FLEKSO ŠTAMPE**FORMALDEHYDE EMITTED DURING THE FLEXOGRAPHIC PRINTING PROCESS**Staša Šećerov, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Koncentracioni nivoi formaldehida koji se emituju u neposredno radno fleksno okruženje detektovani su apsorpcijom i spektrofotometrijski u radu. Izmereni koncentracioni nivoi formaldehida su upoređeni sa važećim zakonskim regulativama u cilju procene uticaja emitovanog formaldehida na kvalitet vazduha fleksno štamparije. Takođe je na osnovu detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida izvršena i procena rizika od raka zaposlenih u fleksno okruženju.

Ključne reči: *Fleksno proces štampe, Formaldehid, Rizik od raka*

Abstract – The concentration levels of formaldehyde emitted in the immediate working flexo environment were detected through absorption and spectrophotometric methods in the paper. The measured concentration levels of formaldehyde were compared with relevant legal regulations in order to assess the impact of emitted formaldehyde on the air quality in the flexo printing facility. Additionally, based on the detected concentration levels of formaldehyde, an assessment of the risk of cancer for employees in the flexo environment was also determined.

Keywords: *Flexo printing process, Formaldehyde, Cancer risk*

1. UVOD

Fleksografija, odnosno fleksno štampa je široko korišćena tehnika štampe koju karakteriše njena efikasnost u proizvodnji visokokvalitetnih slika na različitim podlogama, od papira, kartona i talasaste lepenke, pa do aluminijumske i plastične folije. S obzirom da je fleksno štampa jedna od najefikasnijih štamparskih tehnika kao i najzastupljenija tehnika visoke štampe, ona ima široku paletu primena u grafičkoj proizvodnji, ali predstavlja i glavni izbor kada je u pitanju izrada ambalaže [1].

Iako ima mnoge prednosti, fleksno industrija je, nažalost, veliki zagađivač vazduha. Usled korišćenja različitih mašina za štampu, sušara, sistema za mešanje i proizvoda za čišćenje, proizvode se značajne količine lakoisparljivih organskih jedinjenja (Volatile Organic Compounds, VOCs) i drugih zagađivača [2]. Fleksno štampa koristi boje na bazi rastvarača koje sadrže VOCs kao što su alkoholi, glikoli, estri, ugljovodonici i etri, koji kada ispare tokom

procesa štampanja, reaguju u atmosferi i formiraju ozon koji može imati potencijalno štetne efekte na zdravlje ljudi. U fleksografiji, primenjene boje mogu da emituju i do 70% VOCs. Pored VOCs, mogu se osloboditi i opasni zagađivači vazduha (Hazardous Air Pollutants, HAPs), neprijatni mirisi ili drugi toksični gasovi [3].

Formaldehid, koji pripada klasi lakoisparljivih organskih jedinjenja, predstavlja problem u mnogim industrijskim procesima, uključujući i fleksno štampu. Primaran izvor formaldehida u fleksno štampi su boje na bazi rastvarača koje se koriste tokom proizvodnje. Emisija formaldehida dovodi do potencijalnih zdravstvenih rizika po radnike, opštu populaciju i životnu sredinu. U zavisnosti od količine, načina i trajanja izlaganja, zdravstveni rizici mogu uključiti kratkotrajne efekte u rasponu od iritacije očiju, nosa i grla do teških posledica kao što su respiratorni problemi. Dugotrajno izlaganje visokim koncentracijama formaldehida je povezano sa povećanim rizicima od raka, što izaziva zabrinutost za bezbednost na radu u industriji fleksno štampe [4].

U rada su detektovani koncentracioni nivoi formaldehida u neposrednom radnom fleksno okruženju primenom apsorpcione metode za uzorkovanje i spektrofotometrijske metode sa hromotropnom kiselinom za njegovu kvantifikaciju. U cilju procene uticaja emitovanog formaldehida na kvalitet vazduha u fleksno okruženju detektovani koncentracioni nivoi formaldehida su upoređeni sa važećim zakonskim regulativama i upotrebljeni za procenu rizika od raka zaposlenih.

2. EKSPERIMENTALNI DEO**2.1. Uzorkovanje i analiza formaldehida u vazduhu fleksno štamparije**

Koncentracioni nivoi formaldehida izmereni su u fleksno štampariji na teritoriji Novog Sada u kojoj su zaposlena četiri radnika. Nivoi formaldehida su praćeni tokom pet radnih dana, u kampanjama 1 i 2. Kampanja 1 je sprovedena posle 4 sata rada fleksno mašine, dok je kampanja 2 sprovedena na kraju osmočasovnog radnog vremena. U svakoj kampanji istovremeno u četiri Drekslerove (Drechsel) staklene ispiralice sakupljeni su apsorpcioni uzorci formaldehida.

Za određivanje formaldehida u vazduhu fleksno štamparije koristi se NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) 3500 metod, tj. spektrofotometrijski metod sa hromotropnom kiselinom. Formaldehid reaguje sa rastvorom hromotropne kiseline u prisustvu sumporne kiseline gradeći ljubičasto obojen hromogen. Apsorbanca obojenog rastvora se određuje spektrofotometrijski na

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Savka Adamović, vanr. prof.

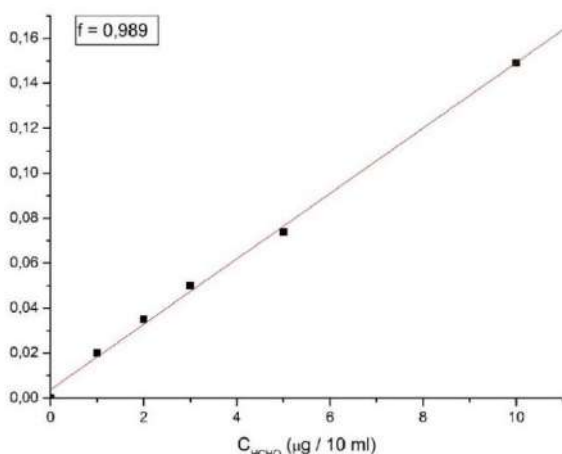
580 nm i proporcionalna je količini formaldehida u rastvoru [5,6].

Za analizu formaldehida u vazduhu flekso štamparije upotrebljeni su: uzorkivač vazduha PRO-EKOS AT-401X sa četiri kanala i Drekslerovim ispiralicama, UV/VIS spektrofotometar DR 5000 (HACH LANGE, Germany) sa optičkim kivetama od 1 cm, analitička vaga KERN, model ABJ-120, Germany, normalni sudovi, menzure, pipete, propipete, špatula, apsorpcioni rastvor za formaldehid i standardni rastvor formaldehida.

Na terenu, vazduh štamparije prolazio je kroz četvorokanalni uzorkivač vazduha sa Drekslerovim ispiralicama brzinom od 0,5 l/min. U Drekslerovim ispiralicama nalazio se apsorpcioni rastvor za formaldehid. Prema standardnoj NIOSH 3500 metodi, apsorpcioni rastvor za formaldehid pripremljen je sa 95 cm³ koncentrovane sumporne kiseline i 0,5 cm³ 1% hromotropne kiseline. U prisustvu koncentrovane sumporne kiseline, hromotropna kiselina reaguje sa formaldehidom i daje hidroksidifenilmetan derivat ljubičaste boje [5].

Po završetku uzorkovanja potrebno je bilo odmah odrediti koncentraciju formaldehida, jer intenzitet ljubičaste boje hidroksidifenilmetan derivata ostaje stabilan samo nekoliko sati. Iz tog razloga, flaše su umotane u aluminijumsku foliju, ohlađene, a zatim transportovane u laboratoriju Departmana za inženjerstvo životne sredine i bezbednost i zdravlje na radu Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, gde su odmah urađene spektrofotometrijske analize kako bi se rizik od smetnji sveo na minimum [5].

Intenzitet obojenja dobijenog hidroksidifenilmetan derivata u laboratoriji određen je spektrofotometrijskim merenjem apsorpcije rastvora na 580 nm. Količina prisutnog formaldehida u uzorku određena je na osnovu kalibracione krive napravljene od serije standardnih rastvora formaldehida.



Slika 1. Kalibraciona kriva za formaldehid

Standardni rastvori za kalibracionu krivu pripremljeni su rastvaranjem 2,7 cm³ 37% rastvora formaldehida u 1000 ml destilovane vode. Radni rastvor formaldehida pripremljen je rastvaranjem 1 ml standardnog rastvora u 100 ml destilovane vode. Radni rastvor je veoma nestabilan i potrebno ga je svakodnevno pripremati.

Pipetiranjem 10, 20, 30, 50 i 100 µl radnog rastvora formaldehida u 10 ml apsorpcionog rastvora pripremljeno

je pet standardnih uzoraka sa koncentracijama formaldehida: 1, 2, 3, 5 i 10 µg u 10 ml, redom. Slepa proba je apsorpcioni rastvor za formaldehid. Na osnovu serije standardnih rastvora uzoraka formaldehida poznatih koncentracija i izmerenih absorbanci nacrtana je kalibraciona kriva za formaldehid (slika 1).

Koncentracija formaldehida, C_{HCHO} , u jedinicama µg/m³, u vazduhu flekso štamparije određena je prema formuli (1) [5]:

$$C_{HCHO} = \frac{A \cdot f}{V_{kor}} \quad (1)$$

gde su: V_{kor} – korigovana zapremina propuštenog vazduha u m³, A – apsorbanca uzorka na 580 nm i f – nagib krive čija je vrednost 0,015. V_{kor} je zapremina propuštenog vazduha korigovana na normalne uslove (T_k i P_k), prema formuli (2):

$$V_{kor} = \frac{P \cdot V}{T} \cdot \frac{T_k}{P_k} \quad (2)$$

gde su: V – zapremina propuštenog vazduha u m³, P – pritisak vazduha u Pa, T – temperatura vazduha u °C, $T_k = 25^\circ C$ i $P_k = 101325$ Pa.

Faktor konverzije za formaldehid na T_k i P_k je [5]: 1,228 mg/m³ = 1 ppm.

2.2. Procena rizika od raka u flekso okruženju

U okviru procene zdravstvenog rizika, kao posledice izloženosti formaldehidu u flekso okruženju, sprovedena je evaluacija rizika od raka zaposlenih. Verovatnoća da će pojedinac razviti rak tokom života (CR) procenjena je množenjem faktora nagiba raka (SF) sa hroničnim dnevnim unosom (CDI) prema Integriranom sistemu informacija o riziku (Integrated Risk Information System, IRIS) [7].

SF pretvara očekivanu vrednost dnevnog unosa supstance tokom celog života direktno u rizik od razvoja raka. Ako pretpostavimo da je faktor nagiba konstantan, rizik je direktno povezan sa unosom prema formuli (3) [5]:

$$CR = CDI \cdot SF \quad (3)$$

Prema IRIS sistemu, faktor nagiba za formaldehid je 0,0455 (mg/kg/dan)⁻¹ [5].

Za izračunavanje CDI primenjuje se formula (4) [5]:

$$CDI = \frac{C \cdot IR \cdot ED \cdot EF \cdot L}{BW \cdot ATL \cdot NY} \quad (4)$$

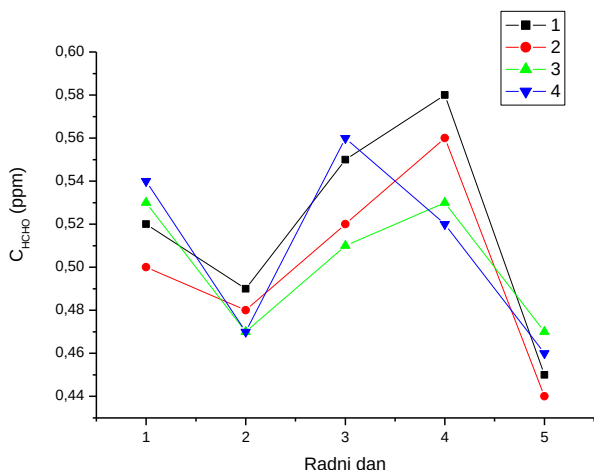
gde su: C – koncentracija zagađivača (formaldehida) u mg/m³, IR – brzina udisanja (za odraslu osobu 1,02 m³/h), ED – trajanje ekspozicije (40 h po nedelji), EF – učestalost izloženosti (36 nedelja po godini), L – dužina ekspozicije (40 godina), BW – telesna težina (70 kg), ATL – prosečno vreme života (muškarac 69 godina i žena 72 godine) i NY – broj dana u godini (365 dana).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Koncentracioni nivoi formaldehida u okruženju flekso mašine

Tokom petodnevnog monitoringa formaldehida u flekso štampariji sprovedena je kampanja 1, tj. uzorkovanje formaldehida na sredini radnog vremena, posle 4 sata rada flekso mašine. Kampanja 2 sprovedena je na kraju osmočasovnog radnog vremena. Tokom obe kampanje uzorkovanje formaldehida u flekso štampariji sprovedeno je na 4 merna mesta (Drekslerove ispiralice od 1 do 4) tokom pet radnih dana.

Rezultati detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida u kampanji 1 pokazuju da nivoi opadaju u nizu: 4. > 3. > 1. > 2. > 5. dan. Najviše koncentracije formaldehida izmerene su 4. dana, u intervalu od 0,52 do 0,58 ppm. Najviša detektovana koncentracija 4. dana (0,58 ppm) je viša: 3,4% (u odnosu na 3. dan), 6,9% u odnosu na 1. dan, 15,5% u odnosu na 2. dan i 24,1% u odnosu na 5. dan monitoringa. Takođe, najniža koncentracija formaldehida u kampanji 1 od 0,41 ppm detektovana je 5. dana monitoringa i niža je 29,3% odnosu na najvišu detektovanu koncentraciju u kampanji 1.



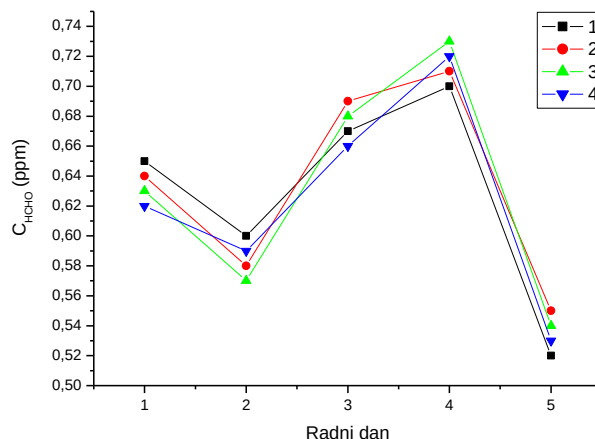
Slika 2. Promene koncentracionih nivoa formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 1

Poređenjem koncentracionih nivoa formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 1 (slika 2), uočavaju se najviše koncentracije od: 0,54 ppm (za 1. dan i ispiralicu 4), 0,49 ppm (za 2. dan i ispiralicu 1), 0,56 ppm (za 3. dan i ispiralicu 4), 0,58 ppm (za 4. dan i ispiralicu 1) i 0,44 ppm (za 5. dan i ispiralicu 2).

U istim danima monitoringa u flekso štampariji sprovedena je i kampanja 2, ali na kraju radne smene (posle 8 sati rada flekso mašine). U kampanji 2, koncentracioni nivoi formaldehida su u intervalima: od 0,70 do 0,73 ppm (4. dana), od 0,66 do 0,69 ppm (3. dana), od 0,62 do 0,65 ppm (1. dana), od 0,57 do 0,60 ppm (2. dana) i od 0,52 do 0,55 ppm (5. dana). Dakle detektovani intervali u kampanji 2 opadaju u nizu: 4. > 3. > 1. > 2. > 5. dan monitoringa.

Najviša detektovana koncentracija formaldehida u kampanji 2 od 0,73 ppm, detektovana 4. dana monitoringa, viša je: 5,5, 11, 17,8 i 24,7% u odnosu na 3., 1., 2. i 5. dan, redom. Najniža koncentracija formaldehida u kampanji 2 od 0,52 ppm detektovana je 5. dana

monitoringa i niža je 28,8% odnosu na najvišu detektovanu koncentraciju u kampanji 2.



Slika 3. Promene koncentracionih nivoa formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 2

Ako se uporede detektovani koncentracioni nivoi formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 2, uočava se da su najviše koncentracije: 0,65 ppm (za 1. dan i ispiralicu 1), 0,60 ppm (za 2. dan i ispiralicu 1), 0,69 ppm (za 3. dan i ispiralicu 2), 0,73 ppm (za 4. dan i ispiralicu 3) i 0,55 ppm (za 5. dan i ispiralicu 2).

3.2. Poređenje detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida u sprovedenim kampanjama

Rezultati dobijeni poređenjem koncentracionih nivoa formaldehida u flekso štampariji u kampanjama 1 i 2 za četiri ispiralice tokom pet dana monitoringa pokazuju da su detektovani koncentracioni nivoi formaldehida u flekso štampariji u kampanji 1 niži u odnosu na vrednosti u kampanji 2 za sve četiri ispiralice. Posle dodatna 4 sata rada flekso mašine, detektovani koncentracioni nivoi formaldehida su očekivano viši. Ako se uporede koncentracioni nivoi u kampanjama 1 i 2 za istu ispiralicu tokom pet dana monitoringa, uočava se povećanje u intervalima: od 17 do 20% (za 1. ispiralicu), od 17 do 25% (za 2. ispiralicu), od 16 do 27% (za 3. ispiralicu) i od 13 do 28% (za 4. ispiralicu).

3.3. Koncentracioni nivoi formaldehida i zakonske regulative

U Republici Srbiji ne postoji Uredba u kojoj su definisane granične vrednosti emisije GVE formaldehida za flekso štampu i druge grafičke procese. Sa druge strane, Standardi bezbednosti i zdravlja na radu (Occupational Safety and Health Standards, OSHA) propisuju: dozvoljene granične vrednosti izlaganja (Permissible Exposure Limit, PEL) i granice kratkotrajnog izlaganja (Short-Term Exposure Limit, STEL) [8].

Takođe i Nacionalni institut za zaštitu i zdravlje na radu, NIOSH propisuje: preporučenu granicu izloženosti (Recommended Exposure Limit, REL) i granicu odmah opasnu po život i zdravlje (Immediately Dangerous to Life and Health, IDLH) [9].

Najviši koncentracioni nivoi formaldehida pored flekso mašine detektovani na sredini (0,58 ppm) i kraju osmočasovnog radnog vremena (0,73 ppm) tokom petodnevnog monitoringa su niži 23 i 3% od PEL i čak 71

i 64% od STEL vrednosti koje propisuje OSHA, redom. Navedene vrednosti su 97 i 96% niže od IDLH vrednosti koju propisuje NIOSH. Ipak, najviše vrednosti od 0,58 i 0,73 ppm su više 36 i 46 puta od REL vrednosti koju propisuje NIOSH.

3.4. Rizik od raka kod zaposlenih

Međunarodne ekspertske organizacije preporučuju sledeće vrednosti rizika od raka [5]:

- Američka agencija za zaštitu životne sredine (US Environmental Protection Agency, US EPA) propisuje prihvatljivu vrednost nivoa rizika reda 10^{-6} (1 u 1.000.000).

- NIOSH propisuje znatno viši nivo reda 10^{-3} (1 u 1.000).

Izračunate vrednosti rizika od raka (CR) zaposlenih u kampanji 1 i 2 su u intervalu od $5,2 \cdot 10^{-4}$ do $8,7 \cdot 10^{-4}$ i od $7,8 \cdot 10^{-4}$ do $1,1 \cdot 10^{-3}$ redom. Dobijene vrednosti CR za zaposlene u obe kampanje su više od vrednosti 10^{-6} koje preporučuje US EPA. Međutim, one su niže od nivoa koje preporučuje NIOSH. Međutim, kako su nivoi rizika reda veličine 10^{-3} i 10^{-4} , prema US EPA potrebna je akcija upravljanja rizikom za flekso okruženje.

Uprkos dobro poznatoj i dokazanoj toksičnosti i kancerogenosti formaldehida, grafička industrija u Republici Srbiji i mnogim drugim zemljama, pokazuje malo entuzijazma za smanjenje formaldehida u grafičkom okruženju. Iako obično nije moguće potpuno eliminisati rizik izazvan formaldehidom, njegovo smanjenje na najniži nivo treba postaviti kao krajnji cilj. Za postizanje tog cilja, neophodno je u flekso štampariji sprovesti određene mere prevencije među kojima su: kontinuirano praćenje i merenje koncentracionih nivoa formaldehida kako bi se osiguralo da dozvoljene koncentracije nisu prekoračene i kako bi se definisale zakonske regulative u Republici Srbiji, poboljšavanje lokalnih sistema izduvne ventilacije, korišćenje lične zaštitne opreme, izmeštanje police sa flekso grafičkim materijalima iz flekso štamparije u pripremnu prostoriju, kao i zamena grafičkih materijala visoke koncentracije formaldehida sa proizvodima bez ili sa nižom koncentracijom formaldehida.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida u flekso štampariji tokom petodnevog monitoringa izvedena su sledeća zaključna razmatranja:

- Posle 4 sata rada mašine (kampanja 1) najviši koncentracioni nivoi formaldehida izmereni su 4. dana u intervalu od 0,52 do 0,58 ppm, dok je najniža detektovana koncentracija formaldehida 0,41 ppm.

- Na kraju osmočasovnog radnog vremena (kampanja 2) najviši koncentracioni nivoi formaldehida izmereni su 4. dana u intervalu od 0,70 do 0,73 ppm., dok je najniža izmerena koncentracija formaldehida 0,52 ppm.

- U obe kampanje koncentracioni nivoi tokom petodnevog monitoringa opadaju u nizu: 4. > 3. > 1. > 2. > 5. dan.

- Detektovani koncentracioni nivoi formaldehida u flekso štampariji u kampanji 1 su niži u odnosu na vrednosti u

kampanji 2 za sve četiri ispiralice. Posle dodatna 4 sata rada flekso mašine uočava se povećanje koncentracija od: 20, 25, 27 i 28% za ispiralice 1., 2., 3. i 4., redom.

- Najviši koncentracioni nivoi formaldehida pored flekso mašine od 0,58 ppm (u kampanji 1) i 0,73 ppm (u kampanji 2) tokom petodnevog monitoringa su niži od PEL i STEL vrednosti koje propisuje OSHA i od IDLH vrednosti koju propisuje NIOSH. Ipak najviše vrednosti su više 36 i 46 puta od REL vrednosti koju propisuje NIOSH.

- Dakle, utvrđeno je da su dobijene vrednosti rizika od raka (CR) za zaposlene u obe kampanje reda veličine 10^{-3} i 10^{-4} i da su niže od nivoa koje preporučuje NIOSH. Međutim, više su od vrednosti 10^{-6} koje preporučuje US EPA, i zahtevaju akciju upravljanja rizikom od formaldehida za flekso okruženje.

- Za upravljanje rizikom od formaldehida moraju se sprovesti kolektivne mere prevencije zasnovane na sistemskim, tehničkim, organizacionim i ličnim merama.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.grid.uns.ac.rs/predmetNA2.html?predmet=66> (pristupljeno 22.07.2024.)
- [2] <https://www.thecmmgroup.com/choosing-best-voc-abatement-technique-flexographic-printing-operation/> (pristupljeno 21.08.2024.)
- [3] <https://pca-air.com/en/voc-reduction-printing-painting-and-coating-industry> (pristupljeno 21.07.2024.)
- [4] <https://www.gov.uk/government/publications/formaldehyde-properties-incident-management-and-toxicology/formaldehyde-general-information> (pristupljeno 23.08.2024.)
- [5] D. Adamović, Z. Čepić, S. Adamović, M. Stošić, B. Obrovski, S. Morača, M. Vojinović Miloradov, "Occupational exposure to formaldehyde and cancer risk assessment in an anatomy laboratory", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 18, No. 21, 11198, 2021.
- [6] http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2006_03/t03_0069.htm (pristupljeno 30.01.2024.)
- [7] <https://www.epa.gov/iris> (pristupljeno 30.01.2024.)
- [8] <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/formaldehyde-factsheet.pdf> (pristupljeno 22. 02. 2024.)
- [9] <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/50000.html> (pristupljeno 22. 02. 2024.)

Kratka biografija:

Staša Šećerov rođena je u Novom Sadu 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2024. godine.
kontakt: ctasa98@gmail.com

Savka Adamović rođena je u Novom Sadu 1976. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine, a od 2022. godine je u zvanju vanredni profesor.
kontakt: adamovicsavka@uns.ac.rs



ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА КУЋЕ НА ПРОСТОРУ ПАРЦЕЛЕ ТЕМЕРИНСКЕ 38

INTERIOR DESIGN OF THE HOUSE ON THE PLOT AT TEMERINSKA 38

Александра Поповић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај: Приказани рад се бави уређењем ентеријера куће на простору парцеле Темеринске 38. Теоријски део обухвата пројектовање у архитектури, стилове у ентеријеру и бави се везом како они заједно утичу један на други. Други део истраживања, односи се на осветљење и боје кроз дизајн ентеријера. У креативном делу приказано је како атмосфера утиче на стварање просторије. Питање куће и дома су теме које се такође преплићу кроз овај рад, заједно са паралелом која се прави између њих. Напошетку кроз носталгију према стварима и животу у ранијем периоду на овом простору, обједињена су питања атмосфере, носталгије и дома и спајају се у једну нову целину, у оквиру новог објекта. Крајњи пројекат проистекао је кроз референтне примере, Резиденције Мајкла Грејва, Куће 101 и Куће на плажи. Оно што је допринело настанку рада, а што је заједничко за сва три примера јесте, однос према околини, третирање просторија, вођење рачуна о прозрачности, употреби материјала и усклађености са природом. Такође битна ствар је и третирање приватности простора, на коју се мисли у сваком од наведених објеката.

Кључне речи: атмосфера, приватност, кућа, сведеност, урбано

Abstract – The presented paper deals with the Interior design of the house on the plot at Temerinska 38. The theoretical part encompasses design in architecture, styles in interior and deals with the relationship of how they together influence each other. The second part of the research deals with lighting and colours shown through the interior design. The creative aspect of this thesis demonstrates how atmosphere influences the creation of space. The question of house versus home are themes that are also explored in this paper, along with the parallels drawn within them. Finally, through nostalgia for things and life in an earlier period spent in this space, questions of atmosphere, nostalgia and home are unified into a new whole, within a new space. The final project emerged from the reference examples: Michael Graves' Residences, House 101, and Beach House. What contributed to the creation of this thesis, and is common to all three examples, is the relationship with the environment, the treatment of spaces, consideration of transparency, the use of materials and harmony with nature. Also significant is the treatment of privacy within

the space, which is considered throughout all three of the mentioned objects.

Keywords: atmosphere, privacy, house, simplicity, urban

1. УВОД

Тема овог рада јесте надовезивање на дипломски рад, који је носио назив „Идејни пројекат за индивидуалну кућу: Темеринска 38 – моје парче неба.“ Проблема тика дипломског рада базирала се више на распореду просторија на самој парцели као и на комуникацији објекта са околним суседима. Мастер рад, померањем граница, базира се више на унутрашње уређење куће. Теоријско истраживање обухвата поглавља као што су пројектовање у архитектури, стилове у ентеријеру, осветљење и боје у ентеријеру. Кроз рад се провлаче питања појмова дома и куће и како кореспондирају један са другим. Следећи део истраживања, односи се на процес креативног истраживања који се бави историјским погледом на део Новог Сада, на којем се налази одабрана локација. Сагледавањем живота у кући кроз неколико генерација, до данас, забележене су неке од кључних прекретница за изглед куће као и саме парцеле ранијих година. У делу креативног истраживања, проучавају се носталгија кроз просторе и атмосфера, које доприносе адекватној концепцији простора новог дома. Три студије случаја изабране су према личним афинитетима и објашњавају повезаност са радом. Отварају питање како на најфункционалнији начин искористити празан простор неке парцеле. Такође, показују на који начин се новопроектовани објекти могу уклопити у старе градске четврти. Као исход свега, настао је последњи део – пројекат идејног решења и визуелизација. Инспирација која је проистекла из претходног живота и приложеног истраживања, обједињује све наведене елементе у један архитектонски пројекат. Простор пројекта посвећен је дизајну ентеријера куће, на простору парцеле Темеринске 38.

2. ИСТРАЖИВАЊЕ

2.1. Боје у дизајну ентеријера

Боја је кључни елемент у дизајну ентеријера која игра виталну улогу у стварању атмосфере и изражавању личног стила. Моћ да трансформише простор, утиче на расположење и подстиче емотивне одговоре, чини је неопходним алатом у рукама дизајнера. Кроз пажљиву селекцију и хармонизацију боја, ентеријер може постати пријатан, функционалан и естетски привлачан.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

Важност боја, можемо уочити кроз неколико кључних аспеката. Оне доприносе креирању атмосфере и тона простора. Својим топлим тоновима попут црвене или жуте могу унети топлину и енергију, док хладнијим нијансама попут плаве или зелене могу створити миран и опуштајућ амбијент. Боје могу утицати на перцепцију величине и просторне организације. Светлим тоновима визуелно проширујемо простор, док их тамнијим смањујемо, стварајући осећај интиме и удобности. Боје такође имају моћ да изразе лични стил и естетске преференције појединца. Одабиром одговарајућих палета, могу се исказати карактер, интересовања и идентитет власника, чинећи га персонализованим и аутентичним.

Такође битна ставка је функционалност простора. Пажљиво одабране боје могу нагласити или прикрити одређене карактеристике простора, попут архитектонских детаља. Оне могу утицати на психолошки и емоционални доживљај просторије, подстицајући продуктивност, инспирацију и релаксацију.

Свеукупно гледано, боје су есенцијални елементи у дизајну ентеријера, играјући кључну улогу у стварању простора, који није само естетски задовољавајућ, већ и функционалан и инспиративан. Разумевање њиховог утицаја и пажљиво коришћење, омогућава стварање простора који одражавају индивидуалност и унапређују квалитет живота корисника.

2.2 Расвета у ентеријеру

Правилно и смислено осветљена просторија јесте можда управо и најтежи моменат, првенствено код пројектовања објеката, а потом и уређења целокупног ентеријера. Разматрање улоге прозора, као извора дневне светлости на кућама, упућује на многе додирне аспекте који се надовезују и проширују основну употребу за светлом и свежим ваздухом. [1] Међутим да би осетили и осветили простор, није довољно да само пустимо сунчеве зраке да уђу унутра. Осветљење као и његови утицаји првенствено зависе од саме локације и климе на којој се објекат налази, као и његове оријентације у простору, у односу на доба дана и ноћи. Како бисмо правилно испројектовали кућу потребно је узети све ове факторе у обзир.

Постоји више врста како природног тако и вештачког осветљења. У њих спадају природно, амбијентално, акцентовано, радно и декоративно осветљење. Светлост свеће, сунчева светлост и светлост ватре чине природно осветљење. Квалитет природне светлости, нарочито светлост сунца зависи од много фактора. Неки од најчешћих фактора су доба дана или годишња доба.

Правилно осветљен простор, у којем се ради или борава, у многоме олакшава и убрзава обављање свих активности. Адекватним одабиром расвете у ентеријеру, може се утицати на атмосферу и створити погодно и пријатно окружење.

3. РЕФЕРЕНТНИ ПРИМЕРИ

Референтни примери, помажу нам да добијемо инспирацију за проблем којим се бавимо. Такође, они

помажу особи која сагледава цео рад и тиме лакше разуме суштину новог пројекта. Примери, који су били инспирација при креирању крајњег објекта, подељени су у три целине: 1. Изглед парцеле и распоред објеката на њој 2. Распоред просторија унутар куће 3. Атмосфера у кући

3.1 Резиденција Мајкла Грејва (The Warehouse, Princeton, New Jersey, 1991)

Резиденција Мајкла Грејва је преуређени складишни простор, изграђен 1926. године, од стране италијанских зидара, који су радили са каменом градећи различите зграде на Универзитету Принстон. Изграђена у типичном тосканском вернакуларном стилу, користећи шупље цигле, цреп, опеку и штукатуру. Зграда L – облика, првобитно је била подељена на многе просторе за складиштење те је реновирана у фазама. [2]

Без обзира што се око ове парцеле налазе нижи објекти, једнако се третира проблем суседа и приватности. Испред куће је остављен дугачак прилаз доступан на око свима, док се у дну налази сам објекат куће који је скривен иза вегетације, а који гледа на приватан баштенски део. Унутрашњост самог објекта и распоред просторија по етажама, допринео је да се овај објекат нађе на листи референтних примера.

У овом објекту пажњу не привлачи толико сам ентеријер колико његове боје и осветљење које су постигнуте. Свака соба, добија одређену дозу топлоте и нежности због правилне позиције и довољне количине светлости која улази унутра. Већински је коришћено природно светло, захваљујући чему ова кућа добија на мекоћи и удобности.

3.2 Кућа 101 (Паул Рудолф, 1968, Менхетн, Њујорк, САД)

„Угнеждена међу бујним зеленилом ексклузивног насеља, кућа 101 стоји као временски тестамент архитектонској генијалности Паула Рудолфа. Изграђена 1968. године, ова иконична резиденција илуструје изванредну фузију форме, функционалности и пажљиве израде која је дефинисала покрет Средњег века модернизма.“ [3] Док се приближавате кући, можете уочити комбинацију бетона, стакла и челика, која одмах привлачи поглед. Оштре ивице, високи прозори и консолидоване структуре, стварају изузетан спој између унутрашњег и спољашњег пејзажа. У унутрашњем делу куће, ентеријер је представљен балансом минимализма и авангардног стила.

Брижљив осврт на детаље, присутан је у сваком аспектима простора. Од сјајних бетонских подова, високог плафона, сваки елемент има сврху да усклади сензорно искуство. Пространи дневни боравак, осветљен од пода до плафона, служи као срце куће. Чисте линије и отворени простори, стварају осећај флуидности, позивајући на тај начин станаре и посетиоце на уживање. Пажљиво одабрани комади намештаја, бирани да допуне архитектонски етос, чине беспрекоран спој удобности и софистицираности [4]. Оно што ову кућу чини занимљивом јесте њена интеракција са окружењем током сва четири годишња доба. Читава

атмосфера града, пресликава се директно на велике прозоре, правећи тиме директну повезаност између објекта и околине.

3.3 Кућа на плажи

(Малибу, Калифорнија, 1990. година)

„Ова резиденција од 557.4182 квадратних метара, има поглед на Тихи океан. Страна зграде, окренута је ка улици и прилично је чврста, како би одбила буку аутомобила и пружила приватност. Са друге стране, страна окренута ка океану, отворена је као велика наткривена тераса, како би искористила поглед и морски поветарац“ [5]. Ова кућа, изабрана је као последњи референтни пример, али не толико због своје фасаде и околине, колико због дизајна ентеријера, и атмосфере која је постигнута у њој. Просторије унутар куће су велике, прозрачне. Осећај топлоте добија се употребом дрвета у виду намештаја и светлих зидова, на које се касније дата боја у току дана рефлектује. Мала количина пажљиво пробраног намештаја ствара утисак чистоће, елеганције, али такође и једноставности. Модеран простор у којем се јавља комбинација новог и старог намештаја одаје утисак дома. Оно што овај ентеријер чини скупocenим јесу високи плафони, који чине да читава кућа дише. Велики централни хол, такође је нешто што је искориштено приликом пројектовања, постижући тиме стварање великог театралног улаза. Кућа на плажи садржи базен који је позициониран испред дневног боравка, на месту на којем је и у пројекту био предвиђен.

4. НОВА КУЋА И НОВЕ ВРЕДНОСТИ

Без обзира што овај пројекат није у могућности да се реализује, гради се управо тако што, како Шварц каже, полагањем од себе, својих жеља и потреба. Моја потреба као аутора, била је да сагледам какав би био мој живот, у једнопородичној кући, на простору некадашњег плаца на којем сам живела. Нов објекат је у својој целокупној форми измаштан и смештен на парцелу на којој је сада већ изграђена вишеспратница. Без обзира на локацију којој је намењен, нов објекат је прилагођив за извођење на било којој другој локацији. Кроз њега простор куће, али и читаве парцеле успешно подељен на целине које би биле идеалне за личне животне потребе, у које би касније могли бити укључени чланови моје нове породице. Да је овакав начин размишљања, о повезивању једног простора са другим, занимљив и исправан, потврдила је изјава познатог архитекте Петера Зумтора. Он је рекао како се све више дешава да када уђе у неки објекат или у простор где живе људи, пријатељи или познаници, да буде импресиониран стварима које људи држе око њих, у њиховим становима или на радном месту. Понекад ухвати себе како пронађе ствари које су повезане једна са другом на брижљив начин, пун љубави, у чему види дубоку повезаност. Својим материјалним вредностима, саградићемо кућу, њен ентеријер и екстеријер, док ћемо својим бићем саградити њен дух, свој дом. Наш дом ће, као што каже Алан Ботон, израсти у доброг сведока, који је надгледао писање првих домаћих задатака, повијање

прве бебе, доживео прве свађе и чији су зидови упијали прве сузе радоснице. [6] Наша кућа, доживеће први снег, као и први летњи сумрак током којег ће њене цигле бити вреле на додир. Слушаће музику клавира, и пружаће нам не само физичко већ и психичко уточиште. Биће наш чувар идентитета, јер особеност кући не дају зидови, ни кров, ни под, већ људи који у њој живе. Њихови разговори, њихов смех, њихове љубави и мржње. Бића која прожимају кућу нечим нематеријалним, али дубоким, као што је осмех на лицу [7].

5. ИСКОРИШТЕНОСТ ПРОСТОРА

Простор парцеле искориштен је максимално. Сама површина подељена је на седам зона. Чине је: 1. гаражна зона (улаз у двориште), 2. зелена површина са пропратним садржајем (веранда са летњом кухињом), 3. пролаз за кола окружен пузавицама, 4. простор испред саме куће (трем), 5. бочно двориште са базеном, 6. простор за живот, 7. задње двориште (мала башта). Свака зона заузима довољно пространу површину, како за мене као станара, тако и за велики број потенцијалних гостију. Свака соба унутар куће је пространа. Сачињена је од високих зидова, са мноштвом прозора који пропуштају велику количину светлости у објекат и умирујућим светлим бојама које доприносе да свака просторија визуелно изгледа још веће него што заправо јесте.

Кућа се налази на две етаже. На првом нивоу (приземљу), налазе се: 1. ходник, 2. гостињски тоалет, 3. кухиња са трпезаријом и 4. дневни боравак. Оно што је било важно јесте да свака просторија гледа на двориште, као и начин проласка кроз собе. У прошлости, у старој кући, пролазило се из једне собе у другу. Некада је то било нешто што није било практично, међутим, у новом пројекту, једну ману биће представљена у облику врлине. Пролажење кроз кухињу, како би се дошло до дневног боравка, повезано је са нивоом приватности. Тиме се соба одваја од центра буке и прави од ње приватнији и удобнији простор. Приземље је прављено са намером да прими више гостију и да буде породично - друштвеног карактера.

На другом нивоу (први спрат), налази се мирнији део: 1. главна спаваћа соба, 2. гостињска соба, 3. приватна соба (највећи ниво интиме), 4. купатило.

6. МАТЕРИЈАЛИ И ОСВЕТЉЕЊЕ

6.1 Материјали

Материјали као и сам намештај који су део пројекта, јесу управо мешавина три стила, скандинавског, модерног сеоског и медитеранског. Свака соба, уређена је на нешто мало другачији начин, у зависности од њеног положаја у самој кући као и од корисника који би се у њој налазили, како би се на што тачнији начин испратила правила функционалности, али и приватности.

Од боја за кречење, кориштене су искључиво пастелне нијансе, са акцентним зидовима, како се простор не би оптеретио. Овакав вид облагања зидова кориштен је у читавој кући. Само приземље уређено

је у нешто луксузнијем и озбиљнијем стилу, од остатка куће, управо због тога што треба да окупи већи број људи. Спаваће собе, као и радна, мирнијег су карактера, и у њима доминира дрво као материјал. Како на намештају тако и у виду облога пода и плафона. Тиме је добијена ушупкана атмосфера неопходна за одмор. Оно што сваку собу чини другачијом једном од друге, јесте декор. Асесоар у виду огледала, јастука, цвећа, слика, различитих је боја, и пажљиво је прилагођен за сваку просторију понаособ.

Повезаност између просторија може се уочити кроз коришћење мирних земљаних тонова.



Слике бр. 1 и 2: палете коришћених боја у пројекту

6.2 Осветљење

Дизајн расвете заправо можда представља најтежи део пројектовања, јер управо погрешним одабиром можемо наружити или промашити читаву концепцију. Осим естетског одабира, треба итекако водити рачуна о јачини и боји самог светла које дата расвета емитује, како би сам намештај, али и боје дошли до изражаја, али исто тако како би успели да задовољимо потребе корисника датих просторија.

У просторијама за одмор (спаваћим собама) коришћена је највише амбијентална расвета, у виду великих лустера (абажура), зидне расвете изнад ноћника, као и стоне расвете. Самим тим што су ове просторије намењене за одмор, није било неопходно ставити никакво јако осветљење, јер би се њиме добио контра ефекат. Уместо да створимо удобну, топлу атмосферу, добили би јако светло које би замарало очи.

Радна соба, урађена је у врло сличном стилу као и спаваће просторије. Једина разлика је што се у њој налазе светиљке јачег интензитета и хладније нијансе беле боје, како би држале што бољи фокус током рада. У овој соби такође постоји и амбијентална расвета, која је идеална током паузе.

Када је реч о купатилу, али такође и о било ком виду спољне расвете, важно је напоменути да таква расвета није иста као она која се користи у собама. Места која су близу воде, паре, па и спољних непогода, неопходно је да имају висок степен заштите. Око самог дизајна најмање треба бринути јер у данашње време свака озбиљнија кућа која се бави расветом, располаже заиста широком палетом избора. Што се тиче приложеног пројекта, у великом (главном) купатилу, на главној позицији налази се црни метални лустер, док су светла око огледала у облику дугуљастих труба. У малом (дворишном) купатилу, налази се плафоњера, док је изнад огледала спој од три светиљке у облику стаклених балона. Боја светла и у једном и у другом купатилу износи око 3500К.

Дневни боравак и кухиња, су просторије у којима је предвиђен боравак и током опуштања, током рада (кувања), али и дружења. Из тог разлога на овим местима је била неопходна мешовита расвета. На оба места, коришћене су висилице, које би дале мало амбијенталнију атмосферу, у дневној соби у виду лустера, док су у кухињи коришћене појединачне висилице изнад стола и шанка. Осим висилица, заступљена је и LED расвета, у виду трака у укловима витрина, или изнад шпорета. За крајње расветно тело изабране су уградне светиљке, које имају могућност наизменичног паљења, као и подешавања топлоте саме боје уз помоћ димера. Ова расвета налази се на спољњем ободу плафона, како би равномерно осветлила просторију.

7. ЗАКЉУЧАК

Многи сматрају да је бити дизајнер ентеријера веома једноставан задатак, који се састоји само од завршних цртежа (визуелизација), која се могу наћи и на интернету. Са новим софтверима, и све већом присутношћу вештачке интелигенције, већина људи сматра, да је посао архитекте или дизајнера прецењен, и да би свако могао да испланира распоред своје собе. Међутим оно што људи не виде, а кључан је део овог посла налази се иза кулиса.

Бити дизајнер ентеријера је одговоран задатак. Улазите у нечији дом и покушавајте да стекнете поверење клијента. На крају крајева, није тако лако дати кључ странцу. Приликом договарања око жељеног стила, увек морате имати на уму да правите неке друге дом, уместо себи, и да тиме budete пристрасни приликом предлагања идеја. Бити добар психолог је једна од кључних ствари која ће вас пратити од самог почетка па до самог краја, а она подразумева балансирање између жеља корисника и онога што је заиста реално да се изведе у простору. Дугачак је пут од рушења до финалних детаља. Испрва треба сагледати и измерити простор, и договорити са мајсторима концепцију рушења. Затим треба изабрати, добре облоге зидова, облоге пода и плафона како би се задовољила акустика простора. Важно је поставити изводе за струју на адекватним позицијама, првенствено приступачним и логичним за коришћење, али наравно и за лаку монтажу касније. Приликом рада купатила, изузетно је важно водити рачуна о заштити, како вода ни на који начин не би могла да продре ван дозвољених граница.

Након завршетка грубих радова, следи фина обрада илити склапање намештаја, кречење и постављање детаља. Фини радови односе се на све што је везано за употпуњавање атмосфере простора. Избор расвете је такође укључен у то, како њен естетски изглед тако и јачина и боја светлости. Од самих материјала за које смо се определили на самом крају, зависи нам целокупан дојам о просторији. Да ли ће она нагињати ка модерном или више рустучном стилу, да ли ће простор бити топао и позивајући или хладан и стерилан. Током свих наведених фаза, дизајнер би требао да буде присутан, барем у једном тренутку свог радног времена како би на што бољи и једноставнији начин 93 искомунуцирао са мајсторима

и предупредио грешке које су неминовне. У паузама од мајстора, особа која се бави овим послом треба уредно и прецизно да исцрта све неопходне техничке цртеже како би столари, електричари, керамичари и сви остали чланови екипе, могли несметано да ураде свој посао. На самом крају, а уједно једину ствар коју људи виде чине рендери, који олакшавају како самим клијентима, али тако и самом дизајнеру приказ завршног изгледа простора.

Овај пројекат нажалост, због своје комплексности, не може да покрије приказ свих делова којима се један дизајнер бави, али њиме јесу обухваћени такозвани сви фини радови. Самим тим што је рађен као завршни докуменат, његова комплексност и прецизност била је испланирана и од изузетног значаја. Читајући овај рад, сви заинтересовани, моћи ће да добију бољи приказ шта то чини један пројекат, и шта се крије иза кулиса једног дизајнера ентеријера.



Слика бр. 7: Рендер

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Увод у архитектонско пројектовање или белешке двадесет и четири часа архитектуре, Милан П. Ракочевић, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Београд 1998, стр. 181

[2] Michael Graves, Buildings and Projects 1990 – 1994, Rizzoli, New York, str. 164

[3], [4] <https://www.themillieivintage.com/design-living/101-east-63rd-street-halstons-house-by-architect-paul-rudolph-1968>

[5], [6], [7] Michael Graves, Buildings and Projects 1990 – 1994, Rizzoli, New York, str. 116

Кратка биографија:



Александра Поповић рођена је 15. октобра 1999. године у Новом Саду. Завршила је Гимназију „Светозар Марковић“ 2018. године. Дипломирала је 2022. године на смеру Сценска архитектура, техника и дизајн на Факултету техничких наука у Новом Саду. На истом факултету уписала је и мастер академске студије на смеру Дизајн ентеријера.

контакт:
aleksandra.popovic383@gmail.com



Слике бр. 3 и 4: Рендери



Слике бр. 5 и 6: Рендери

**OPTIMIZACIJA MODELOVANJA OBJEKTA UZ POMOĆ POINT CLOUD PODATAKA
KORIŠĆENJEM BIM TEHNOLOGIJE****OPTIMIZATION OF OBJECT MODELING USING POINT CLOUD DATA WITH BIM
TECHNOLOGY**

Branko Drčelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje razvoj i primenu poluautomatizovanog procesa za integraciju Point Cloud podataka u BIM modele, koristeći osnovne funkcije softvera Revit i dodatak Dynamo, uz podršku besplatnih ekstenzija. U okviru istraživanja analizirane su tehničke prednosti ovog pristupa, kao i njegov uticaj na poboljšanje preciznosti i efikasnosti u procesima projektovanja i izgradnje. Pored toga, izrađeni su i testirani algoritmi za modelovanje pravih zidova, čime je dodatno potvrđena funkcionalnost predloženog sistema.

Ključne reči: BIM, Revit, Dynamo, Point Cloud

Abstract – This paper explores the development and application of a semi-automated process for integrating Point Cloud data into BIM models, using the core functions of Revit software and the Dynamo plugin, with the support of free extensions. The research analyzes the technical advantages of this approach, as well as its impact on improving accuracy and efficiency in design and construction processes. Additionally, algorithms for modeling straight and curved walls were developed and tested, further confirming the functionality of the proposed system.

Keywords: BIM, Revit, Dynamo, Point Cloud

1. UVOD

BIM (Building Information Modeling) predstavlja sveobuhvatan pristup digitalnoj reprezentaciji i upravljanju podacima o objektima tokom njihovog životnog ciklusa. U ovom radu, fokus je na korišćenju Dynamo alata za automatizaciju modelovanja pravih zidova iz Point Cloud podataka u okviru BIM sistema, čime se poboljšava efikasnost i tačnost u procesu rekonstrukcije.

Ova integracija omogućava precizno generisanje zidova direktno iz laserski skeniranih podataka, pojednostavljajući radni proces u Revit-u. Jedan deo problema je pravilna klasifikacija tačaka Point Cloud-a u pogledu koji građevinski element predstavljaju i ovaj problem je bio tema naučnih radova kao što je [1]. Tema izrade zidova, podova i tavanica je obrađivana kao u primeru [2] gde je procenat preciznosti bio oko 90%. U literaturi postoje i radovi sa pristupom u kojem se vrši

klasifikacija građevinskih elemenata i nakon toga njihova rekonstrukcija u formatima čitljivim u BIM tehnologiji [3,4].

2. PREDUSLOVI ZA RAD ALGORITMA

Skeniranje i modelovanje postojećih zgrada pomoću BIM tehnologije predstavlja izazovan i složen proces. Tradicionalno, ovaj proces zahteva značajan manuelni rad, što je dugotrajno i zavisi od stručnosti operatera.

Point Cloud-ovi generisani laserskim skenerima pružaju detaljne informacije o postojećim strukturama, ali transformisanje tih podataka u korisne BIM modele često zahteva dugotrajnu ručnu obradu. Ovaj proces može biti frustrirajući i vremenski neefikasan, što značajno usporava projekte. Problem se dodatno komplikuje kada su delovi zgrada okluzirani ili kada nedostaju semantičke informacije u Point Cloud-ovima dobijenim laserskim skeniranjem. Automatizacija transformacije tih podataka u BIM modele ključna je za povećanje efikasnosti i tačnosti.

Savremeni pristupi generisanju BIM modela često uključuju lasersko skeniranje za dobijanje Point Cloud-ova, nakon čega sledi složena obrada podataka. Proces obrade obuhvata registraciju Point Cloud-ova, zamenu tačaka BIM objektima, dodeljivanje semantičkih odnosa i dodavanje dodatnih svojstava kao što su materijali. Istraživački naponi usmereni su na smanjenje ručnog rada kroz automatizaciju klasifikacije strukturnih elemenata. Cilj u izradi algoritma je razvoj metodologije koja omogućava automatsko izdvajanje i integraciju informacija iz Point Cloud-ova u BIM softvere. Ova metodologija obuhvata nekoliko ključnih aspekata:

- Automatizacija: Identifikacija zadataka koje je moguće automatizovati, uključujući 3D polu-automatsku rekonstrukciju.
- Prenosivost: Definisanje karakteristika zgrada koje se proučavaju kako bi se osigurala opšta primenljivost pristupa.
- Geometrijski kvalitet: Integracija kriterijuma kvaliteta i predlaganje indeksa kvaliteta za evaluaciju rezultata rekonstrukcije.

3. PRIMENJENI SOFTVERSKI ALATI I SKRIPTE

Tokom istraživanja, korišćeni su raznovrsni softverski alati i skripte kako bi se ostvario cilj ubrzavanja procesa modelovanja iz oblaka tačaka u BIM modele. Svaki alat je igrao ključnu ulogu u različitim fazama rada, od

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Lazić, red. prof.

prikupljanja podataka do finalne integracije u Revit. Korišćeni su sledeći programi:

- Revit: Glavni softver BIM-a, u kojem su svi podaci integrisani i gde se kreira krajnji BIM model.
- Dynamo: Vizuelno programiranje unutar Revita koje omogućava automatizaciju zadataka i kreiranje prilagođenih skripti za efikasnije modelovanje.
- Scene: Softver za učitavanje i spajanje podataka sa laserskih skenera. Scene je korišćen za procesiranje 360-stepenskih slika i za kreiranje početnog oblaka tačaka.
- Recap: Softver za obradu i prevođenje oblaka tačaka. Podaci iz Scene su uvoženi u Recap, gde su pripremani za izvoz u DWG ili direktno u Revit.

Nakon što su podaci prikupljeni i obrađeni, importovani su u Revit, gde je aktiviran Dynamo za dalju automatizaciju procesa. Unutar Dynamo-a, korišćeni su dodatni paketi kako bi se proširile mogućnosti skriptovanja i omogućilo napredno upravljanje podacima. Ključni dodaci korišćeni u Dynamo skriptama uključivali su:

- Genius Loci: Ovaj paket je korišćen za geometrijsku manipulaciju i analizu, omogućavajući precizno pozicioniranje i transformacije geometrije u modelima.
- Dynamo IronPython 2.7: Omogućava integraciju Python skripti unutar Dynamo okruženja, pružajući dodatnu fleksibilnost i moćniju obradu podataka.
- Sastrugi: Od izuzetne važnosti za naše projekte, ovaj paket je korišćen za većinu kodova, omogućavajući naprednu manipulaciju oblacima tačaka, segmentaciju, klasifikaciju i druge složene operacije.

Kombinacija ovih alata i skripti omogućila je efikasno i precizno upravljanje podacima, automatsku segmentaciju i klasifikaciju elemenata zgrada, te njihovu integraciju u BIM modele. Ova integracija značajno je smanjila potrebu za ručnim radom i povećala tačnost krajnjih modela, doprinoseći celokupnoj efikasnosti i kvalitetu našeg istraživanja.

4. MODELOVANJE PRAVOG ZIDA

Modelovanje pravih zidova predstavlja važan i izazovan korak u kreiranju BIM modela na osnovu Point Cloud podataka. Iako su pravi zidovi relativno jednostavniji za identifikaciju u odnosu na zakrivljene, proces nosi određene izazove. Problemi kao što su preklapanje podataka zbog skeniranja iz različitih uglova i prisustvo drugih objekata, kao što su nameštaj ili instalacije, mogu ometati detekciju čistih ravni. Osim toga, pravi zidovi često nisu savršeno ravni, što zahteva dodatnu obradu Point Cloud podataka. Iako algoritmi u Dynamo olakšavaju proces, precizno modelovanje zahteva pažljivu obradu i definisanje zidova u skladu sa stvarnim stanjem objekta.

4.1. Priprema Point Cloud-a

Pre nego što se započne proces modelovanja pravih zidova, neophodno je očistiti Point Cloud od nepotrebnih tačaka koje ne pripadaju zidovima. Ovo podrazumeva uklanjanje podataka koji se odnose na nameštaj, opremu i

druge unutrašnje objekte, što će poboljšati preglednost i olakšati prepoznavanje ravnih površina zidova.

Za izdvajanje tačaka koje pripadaju zidovima, koristi se filtriranje tačaka po z-osi. Fokusirajući se na tačke u opsegu između 800 i 1000 milimetara visine, isključuju se podovi i plafoni. Nakon toga, kreira se pravougaonik koji obuhvata ove tačke, a zatim se zadebljava površina kako bi se formirala solidna geometrija za dalju obradu. Na kraju se formira ograničavajuća kutija koja omogućava lakšu identifikaciju zidova i eliminaciju nepotrebnih elemenata.

Ovaj pristup omogućava pouzdano prepoznavanje zidova, olakšavajući precizno modelovanje u narednim koracima (Slika 1).



Slika 1. Uklanjanje neželjenih elemenata Point Cloud-a

4.2. Pristup algoritmu

Kod za modelovanje pravih zidova u Dynamo-u sastoji se od nekoliko ključnih koraka koji omogućavaju identifikaciju i generisanje zidova iz Point Cloud podataka.

1. Smanjenje broja tačaka

Prvi korak u procesu je smanjenje broja tačaka koje posmatramo, što se postiže selekcijom tačaka koje se nalaze na određenoj visini od z-koordinate, između 800 mm i 1000 mm, kao što je prethodno opisano. Ovim pristupom izbegavamo tačke koje pripadaju podovima i plafonima, fokusirajući se isključivo na zidove (Slika 2). Selekcija visine: Određujemo visinu na kojoj posmatramo tačke, postavljajući granice od 800 mm do 1000 mm, čime se izbegava uključivanje tačaka sa podova i plafona. Kreiranje površine za selekciju: Na osnovu definisanih visina kreira se površina u xy ravni, koja će se koristiti za selekciju tačaka.

Generisanje granične kutije: Kutija koja obuhvata definisanu površinu koristi se za selekciju tačaka unutar tog opsega. Ovaj alat omogućava da selektujemo samo relevantne tačke unutar definisanih granica visine.



Slika 2. Algoritam za smanjenje broja tačaka

2. Selekcija tačaka

Identifikacija tačaka unutar definisanog opsega: Tačke koje se nalaze unutar granica visine selektuju se za dalju obradu, fokusirajući se na tačke koje odgovaraju zidovima.

Filtriranje relevantnih tačaka: Alat za selekciju osigurava da su sve tačke unutar određenih granica visine, uklanjajući one koje nisu relevantne za modelovanje zidova, kao što su tačke nameštaja i drugih unutrašnjih objekata (Slika 3).



Slika 3. Algoritam za selekciju tačaka

3. Testiranje tačaka

Sledeći korak je testiranje tačaka kako bismo osigurali da su u nivou gledanja, što se postiže filtriranjem tačaka koje imaju najmanje tri susedne tačke u radijusu od 40 mm (Slika 4).

Provera susednih tačaka: Proveravamo da li svaka tačka ima najmanje tri susedne tačke u radijusu od 40 mm, što nam pomaže u identifikaciji tačaka koje pripadaju zidu. Generisanje sfera za selekciju: Kreiramo sfere oko svake tačke sa radijusom od 40 mm i proveravamo koje tačke spadaju unutar tih sfera. Tačke koje imaju najmanje tri susedne tačke zadržavaju se za dalju obradu, čime se smanjuje broj tačaka koje nisu deo zidova i čini proces efikasnijim i preciznijim.



Slika 4. Algoritam za testiranje tačaka

4. Formiranje centralne linije zida

Kreiranje linije kroz tačke: Generišemo liniju koja prolazi kroz selektovane tačke, predstavljajući centralnu liniju zida.

Ekstruzija krive: Ekstruziramo krivu duž centralne linije da bismo generisali površinu koja će služiti kao osnova za zid. Ovo ekstruzija stvara trodimenzionalnu geometriju koja predstavlja zid.

Provera tačaka unutar površine: Filtriramo tačke koje spadaju unutar granica ekstruzirane površine kako bismo osigurali da su sve tačke deo zida, čime se dodatno potvrđuje tačnost modela (Slika 5).



Slika 5. Algoritam za formiranje centralne linije zida

5. Generisanje zida

Na kraju, generišemo zid duž centralne linije i podižemo ga do visine sprata (Slika 6).

Računanje medijane: Računamo medijanu udaljenosti tačaka kako bismo odredili visinu zida, što omogućava precizno definisanje visine zida u skladu sa nivoima koji su prethodno podeljeni.

Pomeranje geometrije: Pomeramo geometriju kako bismo generisali zid na odgovarajućoj poziciji, osiguravajući tačnu postavku zida u prostoru.

Kreiranje zida: Uz pomoć alata za generisanje zida duž centralne linije na određenom nivou, zid se podiže do visine sprata koja je prethodno definisana.

Na ovaj način dobijamo trodimenzionalni model zida koji odgovara stvarnoj strukturi objekta.



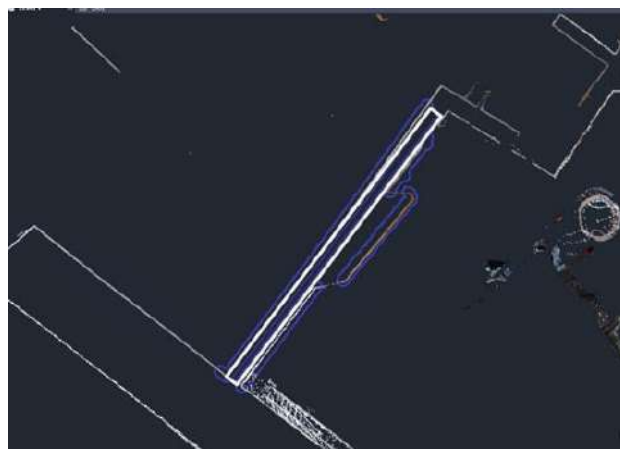
Slika 6. Algoritam za generisanje zida

5. EFIKASNOST MODELOVANJA

Efikasnost i tačnost modelovanja pravih zidova u ovom procesu zavise od nekoliko faktora. Koristeći algoritme za selekciju i filtriranje tačaka, uspevamo da precizno identifikujemo tačke koje pripadaju zidovima, što značajno poboljšava tačnost modela.

Ovaj pristup omogućava izbegavanje uključivanja tačaka koje ne pripadaju zidovima, kao što su tačke sa podova i plafona. Selekcijom tačaka na određenim visinama, filtriranjem na osnovu susednih tačaka i formiranjem centralne linije zida, postizemo visoku preciznost u definisanju zidova (Slika 7).

Ipak, treba naglasiti da je trenutni kod još uvek u fazi istraživanja i nije u potpunosti optimizovan za modelovanje svih zidova istovremeno. Efikasnost se može dodatno poboljšati daljim razvojem i optimizacijom algoritama kako bi se omogućilo istovremeno modelovanje većeg broja zidova.



Slika 7. Finalni rezultat

6. ZAKLJUČAK

Modelovanje pravih zidova pomoću Dynamo-a i Point Cloud podataka pokazalo je veliki potencijal za ubrzanje procesa rekonstrukcije u BIM okruženju. Korišćenjem algoritama za selekciju i filtriranje tačaka, postignuta je visoka preciznost u identifikaciji zidova, čime se značajno smanjuje ručni rad. Iako trenutni kod nije potpuno optimizovan za istovremeno modelovanje svih zidova, rezultati pokazuju da je moguće značajno ubrzati proces, naročito kod jednostavnijih struktura.

Daljim razvojem i optimizacijom algoritama može se postići potpuna automatizacija i efikasnije modelovanje više zidova istovremeno. Point Cloud tehnologija se pokazala korisnom za rekonstrukciju, ali ostaje potreba za unapređenjem kako bi se rešili preostali izazovi u automatizaciji i preciznosti.

7. LITERATURA

- [1] Ntiyakunze, J., & Inoue, T. (2023). Segmentation of Structural Elements from 3D Point Cloud Using Spatial Dependencies for Sustainability Studies. *Sensors*, 23(4).
- [2] Anagnostopoulos, I., Pătrăucean, V., Brilakis, I., & Vela, P. (2016.). Detection of walls, floors and ceilings in point cloud data. Construction Research Congress 2016.
- [3] Macher, H., Landes, T., & Grussenmeyer, P. (2017). From point clouds to building information models: 3D semi-automatic reconstruction of indoors of existing buildings. *Applied Sciences*, 7(10).
- [4] Yang, F., Pan, Y., Zhang, F., Feng, F., Liu, Z., Zhang, J., Liu, Y., & Li, L. (2023). Geometry and Topology Reconstruction of BIM Wall Objects from Photogrammetric Meshes and Laser Point Clouds. *Remote Sensing*, 15(11).

Kratka biografija:



Branko Drčelić rođen je u Užicu 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Optimizacija modelovanja objekta uz pomoć Point Cloud podataka korišćenjem BIM tehnologije odbranio je 2024.god.
kontakt: b.drcelic@gmail.com



ARHITEKTONSKE KARAKTERISTIKE I KULTURNI KONTEKST TRADICIONALNIH KUĆA NA PROSTORU SEVEROISTOČNE CRNE GORE

ARCHITECTURAL CHARACTERISTICS AND CULTURAL CONTEXT OF TRADITIONAL HOUSES IN NORTHEASTERN MONTENEGRO

Andela Marković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Tradicionalne porodične kuće na severoistoku Crne Gore predstavljaju značajan deo kulturnog nasleđa ovog regiona, odražavajući bogatu istoriju i jedinstvenu arhitektonsku tradiciju. Ove građevine, karakteristične po specifičnim građevinskim tehnikama i materijalima, pružaju uvid u životne uslove i društvene norme prošlih vremena. U ovom istraživanju, fokusiraćemo se na analizu ključnih karakteristika ovih kuća, istražujući njihov doprinos kulturnom identitetu i očuvanju tradicije u savremenom kontekstu.

Ključne reči: Tradicionalna arhitektura, projektovanje, stambena arhitektura

Abstract – Traditional family houses in northeast Montenegro represent a significant part of the cultural heritage of the region, reflecting a rich history and unique architectural tradition. These buildings, characterized by specific construction techniques and materials, provide insight into the living conditions and social norms of the past. This study will focus on analyzing the key characteristics of these houses, examining their contribution to cultural identity and the preservation of tradition in a contemporary context.

Keywords: Traditional architecture, planning, residential architecture

1. UVOD

Ovaj projekat analizira tradicionalnu arhitekturu severoistočne Crne Gore i razvija idejna rešenja za unapređenje tih kuća, uz očuvanje njihovih osnovnih karakteristika (materijali, namena, forma). Glavni cilj je očuvanje tradicionalne arhitekture kao dela kulturnog nasleđa i povećanje konkurentnosti turističkog sektora kroz ekonomsku valorizaciju kulturnog i prirodnog nasleđa. Istraživanje obuhvata arhitekturu opština Berane, Plav i Andrijevica, sa fokusom na unapređenje tradicionalne arhitekture sela.

2.2. Metodologija i sprovedene aktivnosti

Tokom izrade rada sprovedene su sledeće aktivnosti:

- Istraživanje arhitekture područja putem literature i dostupnih izvora.

NAPOMENA:

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

- Na osnovu terenskog istraživanja, sprovedena analiza tipova i karakterističnih elemenata tradicionalne arhitekture.
- Analiza zbirke fotografija u Polimskom muzeju u Beranama (oko 3000 fotografija, uključujući one tradicionalne arhitekture).
- Terensko istraživanje u proleće 2024. godine, uključujući posete selima i katunima karakterističnim primerima.

2. PODACI I ISTORIJSKA ISTRAŽIVANJA TRADICIONALNE ARHITEKTURE

Početkom 20. veka su sprovedena istraživanja i objavljeni radovi autora na području Balkana, pre svega geografa i istoričara. Neki od njih, među kojima je i Jovan Cvijić, bave se širokim prostorom Balkanskog poluostrva ili bivše Jugoslavije, i razmatraju u određenoj meri i tradicionalnu arhitekturu. Od posebnog značaja su istraživanja i radovi istraživača koja je tematski obrađivala oblasti koje se nalaze na području sadašnjih opština Berane, Petnjica, Andrijevica, Plav ili Gusinje. Oni su uz istorijske, geografske i privredne značaje opisali tipove naselja i kuća. Posebno se mogu izdvojiti pop Bogdan Lalević i Ivan Protić, koji opisuju Vasojeviće, ili Andrija Jovičević koji obrađuje Plavsko-Gusinjsku oblast. Za proučavanje arhitekture katuna koji se nalaze u planinskim predelima ove oblasti, posebno u oblastima Prokletija, Komova i Bjelasice, predstavljaju značajan izvor i opise koje su davali planinari od 30-ih godina godine 20. veka. Sredinom 20. veka, antropogeografska istraživanja ovome oblašću se bavi geograf Milisav Lutovac [1]. On obrađuje i naselja i kuće ovog kraja i daje vrlo dobar pregled razvoja i tipova tradicionalnih arhitekture. Za arhitektonske karakteristike tradicionalne arhitekture ovog kraja značajna su dela arhitekta Aleksandra Deroka [2], koji je jedan od najvažnijih autora koji su radili na narodnoj arhitekturi bivše Jugoslavije, i arh Jovan Krunić [3], koji se bavio gradovima centralnog Balkana i među njima je obradio i neke koje su predmet ovog istraživanja.

2.1. Jovan Cvijić i njegov doprinos istraživanju

Jovan Cvijić, poznati geograf, koji se bavio antropogeografskim istraživanjima Balkanskog poluostrva u Atlasu naselja srpskih zemalja, Knjiga 1 [4] izdala se 1902. gde je dao skice i fotografije kuća i delova naselja iz Polimlja. U većini fotografija ne pokazuje tačnu lokaciju, pa se ne može sa sigurnošću utvrditi da li je zona Gornjeg

Polimlja, koja je deo teritorije koja se kroz ovaj rad obrađuje, ili Srednje Polimlje. Međutim, pa makar to bila i zona Srednjeg Polimlja, među kućama u ovoj široj zoni verovatno nije bilo velikih razlika u tipovima.

Jovan Cvijić [5] definiše sledeće tipove kuća na teritoriji Balkanskog poluostrva:

1. Brvnare u šumovitom Dinarskom kraju
2. Kamena kuća jadranske obale i goli krš
3. Kuća od ćerpiča i pletera u moravskom vardarskom kraju oblasti
4. Novi tipovi kuća
5. Druge vrste kuća, uključujući tursko-istočne kuće i kule.

2.2. Milisav Lutovac o Beranskoj kotlini

Milisav V. Lutovac obrađuje naselja i kuće u ovoj oblasti, i daje veoma dobar pregled razvoja i vrste tradicionalne arhitekture. Navodi da je kuća u tom kraju na duže vreme puta samo od drveta, jer je oblast je bila veoma šumovita.

Kao najstariji i najprimitivniji tip kuće pominje dubirog, čiji je „kostur od drveta, a krov od slame“. Takođe, ističe su oko dubiroga bile i neke pomoćne zgrade, manji dubirozi i stanovi koji su služili za članove matične zadruge i za stoku. „Dakle, kuća jednog združnog domaćinstva je bila čitavo naselje“ [1].

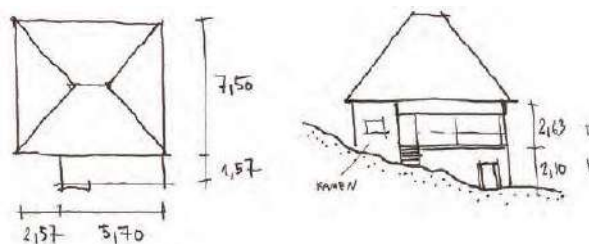
U drugoj fazi razvoja, kada su ljudi postali nešto nezavisniji u odnosu na begove, počinju da grade brvnaru – siromašniju jednodelnu pozemljušu, a imućniji „kuća nad izbom“, pokrivena mlaćenom raženom slamom, ređe sa šindrom.

Kuća „nad izbom“ bila je jednostavna: sastojala se od tričetiri odeljenja koja su služila i za ljude i za stoku. To su: izba, "kuća", soba, klet (ćiler) i ajat. Posle 1912. godine kuća se počinje menjati pod uticajem slobode, većih proizvodnih snaga i društvenog napretka. Umesto brvnare, ljudi grade jaču i bolju kuća od kamena sa slamnatim krovom.

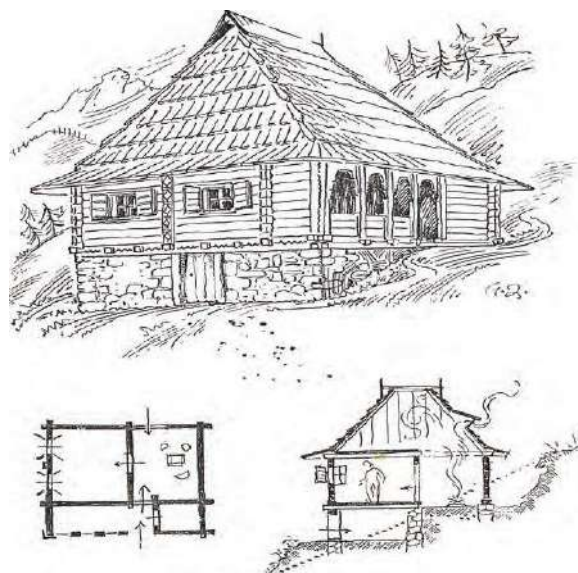
Privremena naselja se dele na: letnja naselja, zimske staje i katune, tj. stanove u selu, stanove i staje u srednjoj planini i katune u visokoj planini.

Lutovac u Beranima izdvaja sledeće tipove kuća:

1. Dubirog – busar,
2. Podzemljuša – pletara,
3. Čatmara,
4. Polubrvnara – polučatmara (kuća nad izbom (podrumom)),
5. Brvnara – kuća nad izbom (slika 1, 2),
6. Kula (čardak).



Slika 1. Kuća nad izbom, autorska skica



Slika 2. Brvnara sa više odjeljenja u Polimlju, izvor: [2]

3. TIPOVI KUĆA U SELIMA

Osnovni element tradicionalne arhitekture u selima je svakako seoska kuća – centralni/glavni objekat svakog seoskog imanja koji ima stambenu namenu. Arhitekta Branislav Kojić, jedan od najznačajnijih istraživača ruralne arhitekture, naveo je za seosku kuću da je „iskonska suština veštine građenja“ [6].

Tipovi stambene tradicionalne arhitekture se mogu definisati prema obliku, formi i materijalu od kojeg su građeni, ali i u odnosu na vreme u kojem su nastali. Na prostoru koji je obrađen kroz ovaj rad prepoznati su, u odnosu na formu i materijal od kojeg su građeni, sledeći osnovni tipovi kuća:

- dubirozi (slika 3)
- brvnare (podzemne i brvnare nad izbom)
- čatmare
- polubrvnare polučatmare
- kamene kuće (slika 4)
- kule
- kule sa čardakom od čatme.

3.1. Dubirozi

Kolibe predstavljaju najjednostavniji oblik stambenih objekata. Najstariji tip koliba koje su pravljene u početku je imao samo krov, koji je polazio odmah od zemlje, sa jednostavnom konstrukcijom od drvenih oblica i različitim vrstama pokrivača od dostupnih materijala.

Od ovih najjednostavnijih formi koliba razvili su se složeniji tipovi, koji predstavljaju prelaz ka kućama, a kod kojih se formira niži zid na koji se postavlja krovna konstrukcija i krov. Najrasprostranjeniji oblik među najjednostavnijim oblicima koliba, posebno u šumovitim krajevima, bile su kolibe kružne osnove, sa ognjištem u sredini, pokrivene krovom u obliku kupe.

U Crnoj Gori se ova vrsta koliba naziva dubirog ili savardak. Kao najjednostavnija vrsta konstrukcije, dubirozi su očigledno bili građeni kako u selima tako i u privremenim naseljima – katunima.



Slika 3. *Dubirog u Bihoru; izvor [7]*

3.2. Brvnare

Brvnara je zgrada četvrtaste osnove, sa zidovima od brvana položenih vodoravno jedno iznad drugoga. Brvno je, u stvari, tesano deblje i pravo stablo drveta. Reč brvno i od nje izvedena brvnara potiče od praslovenskog brv – balvan, greda, daska.

U narodnom govoru reč brvno ne označava samo drveni trupac kružnog preseka. I talpe, od kojih su se (već odavno) najviše gradile brvnare, majstori uvek će nazvati brvno. To znači da je po narodnom shvatanju, brvno svaka oblica ili deblja daska (u građevinarstvu inače pod nazivom talpa) slagana vodoravno i ukrštena na uglu u čert ili unizana u direk, koja čini deo zidnog platna.

3.3. Kuće od kamena

Pod kamenim kućama (slika 4) se podrazumevaju kuće čiji su zidovi zidani od kamena vezanog malterom, a koje mogu biti prizemne, ali su zastupljenije svakako kuće na sprat, sa dve etaže. Kao poseban tip kamenih kuća javljaju se i kule, koje imaju specifičnu formu sa po tri etaže i koje su, uz stambenu, imale i odbrambenu funkciju. Prizemne kuće zidane od kamena očigledno nisu bile čest tip na ovom, ali se ipak sreću. One su očigledno zidane sredinom XX veka, ili moguće i ranije.

Zidane su od kamena u malteru, imaju izduženu pravougaonu osnovu, sa vratima postavljenim najčešće na sredini podužnog zida, i prozorima na glavnoj fasadi. Imale su, kao i većina ostalih kuća, strmi četvorovodan krov i bile su pokrivene ili slamom ili šindrom. Danas nalazimo na malom broju primera kamenih prizemnih kuća. Moguće da su se neke od njih koristile i kao pomoćni objekti.



Slika 4. *Kuća Đurovića na Polici; izvor: [8]*

3. VILA MILEVA, TRADICIONALNA KUĆA SA SAVREMENIM PRISTUPOM

Kombinacija tradicionalne seoske arhitekture severoistočne Crne Gore sa savremenim građevinskim tehnikama predstavlja izazov koji uključuje očuvanje kulturnog nasleđa dok se odgovara na potrebe modernog stanovanja. Ovaj odeljak razmatra ključne aspekte ove kombinacije, uključujući osnovne komponente kuće, metode zidanja, krovne konstrukcije i temelje, kako bi se postigla harmonija između tradicionalnog i savremenog pristupa. Ideja samog projekta ove kuće je da prikazemo kako mogu izgledati kuće sa ovog područja u skladu sa današnjicom i savremenim potrebama čoveka XXI veka.

Horizontalni gabarit objekta je približno kvadratnog oblika, kao i kod kuća iz ranijeg perioda. Vertikalni gabarit objekta je podrum i prizemlje, takođe osnovna karakteristika kuća sa područja severoistočne Crne Gore. Namena objekta je stambena i prihvata veću porodičnu strukturu, koja bi mogla da broji 6-8 korisnika.

Parkiranje je rešeno unutar parcele. Pešački ulaz u objekat je sa istočne strane objekta. Prizemlje je odignuto od okolnog terena i uliza za oko 50 cm.

Prema dvorištu sa severoistočne strane u podrumu, nalaze se ulaz, kupatilo, kao i zatvoreni bazen sa đakuzijem. Što se tiče prizemlja, severna i severoistočna strana bila je pogodna za kupatilo i kuhinju, dok je zapadna strana objekta bila namenjena prostorijama za spavanje. Južnu stranu objekta ostavili smo dnevnoj sobi i terasi, kako bi te prostorije u kojima se najviše boravi, veći deo dana bile osvetljene i osunčane. Prostor je organizovan tako da su zone u kojima je češći boravak smeštene na prizemlje kao i prostorije namenjene spavanju, dok su prostorije koje su se nalazile u podrumima takvih kuća bile namenjene za skladištenje i pripremu, dobile novu namenu koja uključuje svaki vid rekreacije i relaksacije (u ovom slučaju zatvoreni bazen) koja je vodeća potreba čoveka ovog veka.

Konstruktivni sistem je klasičan, tradicionalni sistem gradnje kuće. Masivni sistem gradnje, koji se sastoji od nosećih zidova, zidanih opekam, trakastih temelja i kosog krova, na kom se primećuje uticaj savremenog pristupa, te možemo zaključiti da se ne radi o klasičnom drvenom krovu koji je prekriven crepom.



Slika 5. *Vila Mileva, Petnjik – idejno rešenje kuće*

Krov kuće u Petnjiku predstavlja značajan deo arhitektonske identifikacije. Dizajn krova je obeležen svojom jednostavnošću i neupadljivom integracijom u

celokupni volumen kuće. Cilj je da se stvori harmonična veza između kuće i njene prirodne okoline, naglašavajući geometrijsku čistoću i suptilnu eleganciju. Krov je izrađen od savremenih materijala koji poboljšavaju vizuelni izgled i funkcionalne performanse. Završni sloj krova je vodonepropusna bela boja koja naglašava minimalistički izgled kuće.

Uprkos minimalističkom izgledu, krov je projektovan da bude visoko funkcionalan i otporan na vremenske uslove. Korišćeni materijali su odabrani zbog svoje izdržljivosti i sposobnosti da izdrže lokalne vremenske uslove, uključujući kišu, vetar i promene temperatura. Ispravna vodootporna i drenažna rešenja su uključena kako bi se osiguralo da krov ostane bez prokišnjavanja i efikasan u funkciji tokom vremena.

Bela fasada je jedan od najpopularnijih izbora u savremenoj arhitekturi zbog svoje univerzalnosti i čistog izgleda. Ova boja fasade pruža svetlost i otvorenost, stvarajući osećaj prostranosti i prozračnosti. Bele fasade često koriste glatke, ravne površine koje doprinose minimalističkom izgledu i omogućavaju lako uklapanje u različite okruženje. Ubacivanje travertin kamena u pojedinim delovima samog prostora (terasa, spetenište), asocira nas na kuće iz doba kada je kamen bio glavni materijal kada je u pitanju zidanje tradicionalne kuće [9].

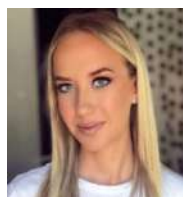
4. ZAKLJUČAK

Zaključak ovog istraživačkog rada upućuje na važnost očuvanja tradicionalne sredine u selima, ističući da je stanje te sredine danas ugroženo i da su manje brojni primeri sačuvanih objekata. Nedostatak adekvatne zaštite i održavanja dovodi do postepenog gubljenja autentičnosti i identiteta ovih naselja, kao i do pustošenja ruralnih sredina. Unapređenje ovog procesa zahteva sinergiju različitih aktera - od državnih institucija do lokalne zajednice i akademske zajednice. Neophodno je da se kreativnost i inovacije ugrade u proces očuvanja, kako bi se omogućilo da kvalitetno nastavi izgradnja ovih vrednosti za buduće generacije.

5. LITERATURA

- [1] Lutovac, Milisav V. 2000, Ivangradska (Beranska) kotlina regionalnogeografska ispitivanja (Fototipsko izd. Iz 1957. god.), Skupština opštine, Berane.
- [2] Deroko, Aleksandar 1968, Narodno neimarstvo, Spomenik CXVIII, Odeljenje društvenih nauka
- [3] Krunić, Jovan 1996, Baština gradova srednjeg Balkana, Republički zavod za zaštitu spomenika i kulture
- [4] Cvijić, Jovan 1902, Antropogeografski problemi Balkanskoga poluostrva, Naselja srpskih zemalja, Rasprave i građa, Knjiga I, Državna štamparija Kraljevine Srbije, Beograd.
- [5] Cvijić, Jovan 1987, Balkansko poluostrvo, Sabrana dela, knjiga II, Srpska akademija nauka i umetnosti, Književne novine, Zavod za udžbenike Cvijić, Jovan 1902, Atlas, Naselja srpskih zemalja, Knjiga I, Srpski etnografski zbornik, knjiga četvrta, Beograd.
- [6] Vuksanović-Macura, Z. i dr. (2017) Branislav Kojić - prostor u selu, selo u prostoru
- [7] Lutovac, Milisav V. 1967, Bihor i Korita: antropogeografska ispitivanja, Naučno delo, Beograd.
- [8] Zbirka fotografija iz Polimskog muzeja u Beranama, broj 998
- [9] Master rad, Unapređenje tradicionalne porodične kuće sa područja severoistočne Crne Gore, Berana, Andrijevice i Plava, Anđela Marković 2024

Kratka biografija:



Andela Marković, rođena je u Loznici 2000. god. Osnovne akademske (2023) i master studije (2024) završila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Arhitekture i urbanizma – Arhitektonsko projektovanje. Oblasti interesovanja su joj sve što uključuje kreativne procece u izradi.
kontakt: andjela.arh@gmail.com



PROJEKAT GIMNAZIJE U NOVOM SADU PROJECT OF GYMNASIUM IN NOVI SAD

Anđela Samardžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad sadrži projekat gimnazije spratnosti P+2. Gimnazija se nalazi u Novom Sadu. Prilikom projektovanja fokus je pre svega stavljen na stvaranje veoma raznovrsnog sadržaja kako bi se đacima omogućio što kvalitetniji boravak u školi.

Ključne reči: *projektovanje, škola, gimnazija*

Abstract – The thesis contains the project of gymnasium, which consist of ground floor, first floor and second floor. Gymnasium is located in Novi Sad. During the design process, the emphasis is primarily placed on creating very diverse content to ensure that students have the best possible experience at school.

Keywords: *Designing, school, gymnasium*

1. UVOD

Obrazovni objekti su objekti namenjeni obrazovanju i vaspitanju dece različitog uzrasta, odraslih osoba i osoba ometenih u razvoju. Obrazovanje ima veoma značajnu funkciju u svakom društvu. Institucije u kojima se stiče znanje nazivaju se škole. U školama učitelji, nastavnici i profesori prenose znanje učenicima. Prema savremenim shvatanjima, svaka od navedenih škola treba da pruži ona znanja koja će biti funkcionalna u odnosu na buduću profesiju. Prema svojoj vaspitnoj ulozi, škola se, posle porodice, smatra najvažnijom institucijom u kojoj se odvija proces socijalizacije.

Rad škola obavlja se po razredima, a svaki razred podeljen je na nekoliko odeljenja. Opšta podela škola je na: osnovne škole, srednje škole, visoke škole i fakultete.

Za temu svog master rada odabrala sam projektovanje gimnazije, odnosno škole za srednje obrazovanje učenika, upravo zbog tolike važnosti ove ustanove u životu svakog pojedinca. Kao što je već gore navedeno, škola je jedna od najvažnijih institucija u kojoj se odvija proces socijalizacije i u njoj deca provode najveći deo svog odrastanja. Upravo zbog toga je bitno projektovati ove ustanove tako da se osobe koje u njima borave osećaju prijatno i komforno. Čitav niz spoljašnjih faktora koji utiču na novoizgrađeni objekat, analiza i osvrt kako na prirodnu, tako i na izgrađenu sredinu, unutrašnji i spoljašnji prostor koji treba da čine jedinstvenu celinu, a potom i zahtevi i potrebe korisnika kao jedan od glavnih faktora, samo su neki od niza stvari o kojima arhitekta treba da vodi računa prilikom procesa projektovanja.

NAPOMENA:

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

2. STUDIJE SLUČAJA

2.1 Srednja škola Samuel Paty u Valentonu

Škola se sastoji od tri odvojene zgrade koje mogu funkcionisati nezavisno. To su obrazovna zgrada, gimnazija i smeštaj za osoblje. Glavni ulazi u obrazovnu zgradu i gimnaziju nalaze se na otvorenoj pešačkoj zoni u opštini Valenton. Ovaj prostor je zaštićen od saobraćaja, pružajući mirno i bezbedno okruženje za učenike. Šest smeštaja za osoblje (dvokrevetni ili trokrevetni apartmani) nalazi se severno od parcele i povezano je sa stambenim tkivom naselja.

Gimnazijska sala ima teren za kolektivne sportove (rukomet, košarku i sl.), plesni studio i zid za penjanje visok 14m. Nudi različite načine rada u zavisnosti od dana, vremena i korisnika. Van školskih časova stavlja se na raspolaganje udruženjima i sportskim klubovima. U prizemlju se nalazi višenamenska sala, svlačionice i toaleti. Prvi sprat je isključivo posvećen sportskim aktivnostima. Orijentacija zgrade ka jugu omogućava maksimalnu zimsku sunčevu energiju i štiti učionice od letnjih vrućina motorizovanim roletnama. Većinu vremena, igralište je samo u senci vegetacije. Unutra, preovlađujuće boje su bela, drvo i sirovi beton.

Svetli tonovi su u harmoniji sa osvetljenošću prostora. Obilna prirodna svetlost se postiže neprekidnim trakama trostrukog zastakljivanja u okviru hibridnih ramova drvo-aluminijum. Preko sto svetlosnih kanala (cevi od nerđajućeg čelika, zakrivljene ili prave) obezbeđuju prirodno osvetljenje centralnih hodnika i zadnjeg dela praktičnih radnih prostorija (za umetničko i naučno obrazovanje).

Sve fasade dele isti jezik dizajna, bilo da je u pitanju obrazovna zgrada, gimnazija ili smeštaj za osoblje. Prozori i roletne su krem boje koja podseća na drvo enterijera. Čelični suncobrani, koji deluju kao štitnici za sunce, postavljeni su ispred stepeništa i jedinstvenih prostora (kao što su biblioteka i fiskulturna sala) kako bi se stvorila raznovrsna atmosfera osvetljenja, čija kinetika je vođena delom dana i sunčevom svetlošću.

Fotonaponska instalacija je trenutno postavljena na „petu fasadu“ objekata. Nagibi krova koji gledaju na jug, tehničke odredbe i konstruktivne dimenzije su projektovane da prihvate težinu panela i njihovih okvira. [3]

2.2 Srednja škola Tran Duy Hung u Hanoju

Projektantski zadatak je bio da se izgradi nova javna srednja škola u razmeri jednog podruma, 5 spratova, 44 učionice, višenamenske zone, bazen. Zgrada uključuje učionice, funkcionalne učionice i fiskulturnu salu koji su

povezani u celinu preko sistema mostova, koji pokriva centralno dvorište.

Cilj je dati prioritet uređenju učionica na osi severoistok-jugozapad kako bi se postigla optimalna ventilacija i prirodno osvetljenje i obezbedila udobnost i zaštita od buke. Škola je planirana u zadnjem delu zemljišta, daleko od glavnog puta. Fiskulturna sala sa mnogim namenama može niti od koristi zajednici, poput bazena. Višenamenski prostor uređen pored glavnog puta igra ulogu u sprečavanju buke od glavnog puta da utiče na učionice.

Krov je projektovan sa ciljem stvaranja zelenog prostora i botaničke bašte za učenike. Održavanje zelenih površina na krovu omogućava razvijanje razumevanja i iskustva učenika o prirodnom svetu. Arhitektura škole ima za cilj da dovede zeleni prostor do visokog nivoa: 6000m² povrća i zelene bašte je planirano u više tipova – visoka i niska drveća pogodna za svako godišnje doba. Cela škola izgleda kao zeleni park u srcu urbanog područja.

Arhitektura zgrade je dizajnirana u minimalističkom stilu, koristeći samu zgradu da bi se istakla arhitektonska estetska vrednost, integrišući se sa celokupnom pejzažnom oblasti. Boje su jednostavne, ali fleksibilne i atraktivne. [4]

2.3 Srednja škola Mansueto u Čikagu

Dvospratna struktura, sa spoljašnjošću od tamne cigle i unutrašnjošću od svetlih, sivih metalnih panela, skoro u potpunosti se obavlja oko uređenog dvorišta. Upotreba zidanih zidova učvršćuje identitet zgrade, replicirajući istorijski kontekst lokacije, pružajući osećaj zaštite i štiteći unutrašnje funkcije od saobraćajne buke koja se stvara duž prometne industrijske saobraćajnice.

Dok učenici ulaze u kampus kroz gomilu drveća, ostavljaju iza sebe buku i gužvu 47. ulice, zarad mirnog i tihog okruženja. Učionice su prozračne, sa visokim plafonima i obiljem prirodnog svetla; krovni prozori u fiskulturnoj sali pojačavaju ovaj efekat. Najsavremenije naučne laboratorije imaju prozore od poda do plafona koji gledaju na dvorište – koje takođe služi kao drugo okruženje za učenje. Sportski objekti škole uključuju veliku teretanu sa košarkaškim i odbojkaškim terenom. Pokretne pregrade pružaju mogućnost korišćenja polovine prostora za ručak ili skupove, čak i kada se časovi u teretani nastavljaju u drugoj polovini prostora. Na istočnoj strani kampusa, fudbalski teren u punoj veličini omeđen je stazom za šetnju.

Ekološki progresivni materijali i karakteristike dizajna su očigledni u svim zgradama i uređenju pejzaža. Krovni prozori i prozori visokih performansi raspršuju dnevnu svetlost u učionice i pružaju pogled na dvorište i preko zgrade. Svi prostori (osim fiskulturne sale) se mehanički greju i hlade korišćenjem sistema varijabilnog protoka rashladnog sredstva koji je izuzetno energetski efikasan, što dovodi do uštede energije i smanjenih operativnih troškova. Sistem za prikupljanje kišnice sa južnog krova obezbeđuje pasivno navodnjavanje kampusa. [2]

2.4 Zaključak studije slučaja

Analizom navedenih primera dolazimo do sledećih zaključaka:

- U savremenom dobu je veoma važno da stavimo prirodu na prvo mesto i da pokušamo da je na bilo koji način uvedemo u objekat. To je moguće postići na mnogo načina: zeleni krovovi, upotreba prirodnih i ekološki progresivnih

materijala, sadnja što više visokog i niskog rastinja, igra svetlosti itd.

- Što veća udaljenost objekta od saobraćaja i buke predstavlja veliku prednost, a može se postići stvaranjem zelene barijere oko objekta. Na taj način se rešava problem saobraćajne buke, a prostor postaje prijatniji za boravak.

- Multifunkcionalni prostori su sve češći, jer oni predstavljaju optimalan način upotrebe prostora. Pokretne pregrade se najčešće koriste u tu svrhu.

3. LOKACIJA

Kao jedan od najvećih i najnaseljenijih gradova Srbije, Novi Sad ima tendenciju rasta broja stanovnika, pre svega mladih koji u ovaj grad dolaze radi obrazovanja. Samim tim javlja se potreba za većim brojem obrazovnih ustanova. Novoprojektovana gimnazija u Novom Sadu smeštena je na parceli sa katastarskim brojem 5857/1. Parcela se nalazi na čošku ulica Stojana Novakovića i Đorđa Nikšića Johana. Iako se nalazi u blizini velikih saobraćajnica, Bulevara Evrope, Bulevara Vojvode Stepe i Bulevara Slobodana Jovanovića, sama parcela je veoma dobro izolovana od gradske buke. Od Bulevara Evrope je udaljena 300m i odvojena je parkom, koji predstavlja odličan zaštitni pojas. Od Bulevara Vojvode Stepe i Bulevara Slobodana Jovanovića je deli pojas stambenih zgrada. Od svih novosadskih gimnazija, Gimnazija „Laza Kostić“ je najbliža odabranoj parceli i udaljena je skoro 3km. Dobru povezanost sa ostalim delovima grada omogućava postojanje nekoliko autobuskih stajališta za gradski prevoz u neposrednoj blizini parcele. U blizini se nalaze autobuska stajališta za linije 7a, 7b, 8a, 8b, 13a i 13b. U neposrednoj blizini (na svega dve minute hoda) nalaze se i teniski tereni, koji mogu biti korisni za povremeno održavanje časova fizičkog vaspitanja. Kvalitetu lokacije značajno doprinosi postojanje velikog broja zelenih površina i visokog rastinja, koje je od velikog značaja za zdravo okruženje, jer umanjuje ili apsorbuje štetne gasove koji dolaze iz okolnog saobraćaja. To je posebno značajno u velikim gradovima, gde se svakodnevno susrećemo sa činjenicom o sve manjoj zastupljenosti zelenih površina.

4. KONCEPT

Razvoj koncepta predstavlja prvi korak ka oblikovanju nekog sklopa. [7] Na formu objekta najviše je uticao specifičan oblik osnove, koja je izrađena upotrebom ćelijskog automata, čiji je autor dr. doc. Dejan Ecet. Jednostavne kubične forme različitih visina idealno su se uklopile u parcelu pravilnog pravougaonog oblika. Škola je pozicionirana na parceli tako da gleda na dve ulice (Stojana Novakovića i Đorđa Nikšića Johana). Objekat je slobodnostojeći. Postojanje prirodnog osvetljenja u što većoj količini je jedna od glavnih stvari kojima se težilo.

5. KONSTRUKCIJA

Konstruktivni elementi su oni elementi koji formiraju konstrukciju objekta, primaju, nose i prenose opterećenje iznad sebe, kao i sopstvenu težinu na elemente ili tlo ispod sebe. [6] U ovom slučaju je primenjen skeletni konstruktivni sistem, gde su noseći elementi armiranobetonski stubovi dimenzija 30x30cm, odnosno 30x50cm u fiskulturnoj sali i armiranobetonske grede poprečnog preseka 30/40cm, odnosno 50/60cm iznad

fiskulturne sale. Armiranobetonska platna se nalaze oko liftovskog jezgra i oko stepeništa. Fasadni zidovi su debljine 30cm i zidani su ytong termo blokovima. Unutrašnji zidovi ka hodniku su od opeke i debljine su 25cm. Pregradni zidovi su gips zidovi koje čini metalna konstrukcija debljine 75mm i dvostrana dvoslojna obloga od ploča po 12.5mm sa izolacijom od mineralne vune. Međuspratnu konstrukciju čine pune armirano-betonske ploče debljine 20cm. Spratna visina od 340cm savladana je pomoću dvokrakog armiranobetonskog stepeništa. Po jednom kraku ima 10 stepenika dimenzija 17/30cm. Visina fiskulturne sale u njenom najvišem delu je 8,6m, a u najnižem 7m. Stepenište ka tribinama je dvokrako u istom pravcu, sa kracima od po 10 stepenika dimenzija 17/30cm. Prizemlje je izdignuto 10cm u odnosu na dvorište i ta denivelacija je savladana pomoću jednog stepenika. Na oba ulaza u objekat se nalazi rampa nagiba 5% i širine 125cm. Objekat ima četiri atrijuma i sva četiri su formirana staklenim zid zavesama.

Izvršeno je temeljenje preko temelja samaca na dubini od 110cm. Ispod temelja je urađen sloj mršavog betona debljine 5cm i sloj šljunka debljine 10cm.

Krovnu konstrukciju najvećim delom čine ravni krovovi i statički sistem je isti kao i kod međuspratne konstrukcije. Ravan krov je nagiba 2,5% i veliki deo čini prohodan zeleni krov. Ostatak ravnog krova čini neprohodan krov. Kosi krov, nagiba 8,75%, nalazi se iznad fiskulturne sale. Krovnu konstrukciju čine LLD nosači poprečnog preseka 120/30cm, postavljeni u poprečnom pravcu, i rožnjače dimenzija 16/40cm postavljene u rasponu od 2,9m u podužnom pravcu između LLD nosača. Krov je slagani sa nosećim trapezastim limom, termoizolacijom od kamene vune i krovnom hidroizolacionom folijom.

Zidovi od ytong termo blokova su obloženi pločama kamene vune debljine 15cm, koje se postavljaju lepljenjem preko suvih i čistih zidnih površina čime se formira energetski efikasna fasadna obloga. Fasada objekta je delom obložena fasadnom dekorativnom opekama, a delom fasadnim malterom.

6. MATERIJALIZACIJA

Prilikom izbora materijala težilo se minimalizmu i uklapanju u kontekst. Na fasadi su kombinovani sledeći materijali: dekorativna opeka, fasadni malter, drvo i staklo. Kada je u pitanju drvo, izbor je pao na tikovinu, kao najkvalitetnije drvo za spoljnu upotrebu. Tikovinu karakteriše specifična samoimpregnacija budući da drvo sadrži brojne ćelije bogate uljem koje mu pružaju dugotrajnu elastičnost, izdržljivost i otpornost na insekte i truljenje. [1] Brisoleji koji se pojavljuju na delu istočne fasade su drveni. Drvo se javlja i na krovu, u vidu deking podnog sistema.

Najveći deo fasade urađen je dekorativnom opekama i fasadnim malterom. Upotreba opeke na većem delu fasade proizilazi iz konteksta, jer su okolne stambene zgrade, kao i vrtić od opeke. Opeka okolnih objekata se kreće od narandžaste do svetlo braon, dok je na školi primenjena braon opeka, slične nijanse kao drveni brisoleji. Kako bi se pojednostavio celokupan izgled objekta i stvorio balans sa braon opekama, na ostatku fasade primenjen je fasadni malter svetlo sive boje.

Staklene površine čine veliki deo objekta, posebno u atrijumima gde dolazi do prožimanja unutrašnjeg prostora

sa spoljašnjim. Velike staklene površine se javljaju i u biblioteci, svečanoj sali (velikoj i maloj) i u glavnom holu. Na ovaj način se stvara osećaj otvorenosti i dopušta se svetlosti da u što većoj meri proдре u objekat.

Spajanjem svih ovih materijala dobijamo celinu koja odiše elegancijom i jednostavnošću.

7. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA

Funkcionalna analiza je postupak pomoću koga se utvrđuju sve aktivnosti i sadržaji koji se odvijaju u određenom prostoru. Na ovaj način raščlanjuje se prostorni sklop na pojedinačne funkcionalne zone. [7]

Novoprojektovana škola spratnosti P+2, prostire se na 8 467,78m² bruto razvijene površine. Ukupna neto površina objekta iznosi 7 662,43 m². Uz to objekat u svom sastavu ima i 4 atrijuma čija ukupna površina iznosi 386,28m². Atrijumi su zamišljeni kao male oaze za odmor, ispunjene zelenilom, koje oplemenjuju ceo objekat. Po potrebi oni mogu da se koriste i kao učionice na otvorenom. Škola ima dva ulaza, a od vertikalnih komunikacija lift i troje stepeništa, od kojih samo jedno stepenište vodi do poslednje etaže.

Prizemlje čini najveći deo površine objekta. U prizemlju se nalaze glavni hol, kantina sa kuhinjom, biblioteka sa čitaonicom, velika i mala svečana sala, fiskulturna sala, 4 učionice, učionica za informatiku, prostorija za volonterski rad, skladišta, tehničke prostorije, toaleti za učenike, radionica. Velike staklene površine od poda do plafona čine boravak u ovom prostoru veoma prijatnim. Škola ima svoju kantu i kuhinju u kojoj se pripremaju obroci za učenike. U sklopu kuhinje postoji i prostor za skladištenje hrane. Iz menze može da se uđe u atrijum. Odmah pored glavnog hola se nalaze svečane sale – mala i glavna. Iz velike sale može da se stupa direktno u malu salu, a po potrebi ove dve sale mogu da se koriste kao jedna, jer su odvojene lakom pokretnom pregradom. Fiskulturna sala ima i tribine i u nju može da se uđe i iz dvorišta. Kako bi se đacima što više podigla svest o tome koliko je važna humanost i pomaganje drugima, u okviru škole postoji volonterski rad.

Na prvoj etaži se nalaze sledeće prostorije: zbornica, prostorija za pomoćno osoblje, čajna kuhinja za zaposlene, direktor, administracija, psiholog, pedagog, 8 učionica, laboratorije za fiziku, hemiju i biologiju sa pripremnim prostorijama u sklopu, toaleti za učenike, toaleti za zaposlene. Od vannastavnih aktivnosti na ovoj etaži se nalazi slikarska sekcija, novinarska sekcija i foto sekcija. U jednom delu hodnika se nalazi prošireni deo zamišljen kao mali dnevni boravak gde će đaci provoditi vreme na odmorima.

Poslednja i najmanja etaža poseduje sledeće prostorije: 5 učionica, učionicu za muzičko, prostoriju za orkestar i hor, školu jezika, garderobu, toalete za učenike, skladište, tehničku prostoriju. Najveći deo ove etaže čini zeleni prohodni krov. Zamisao je da u okviru škole postoje i časovi domaćinstva, tj. da đaci imaju mogućnost da se bave poljoprivrednom proizvodnjom i uzgajaju različite biljke. Prilikom osmišljavanja sadržaja cilj je bio projektovati školu sa dosta raznolikim spektrom aktivnosti, i na taj način omogućiti đacima da kvalitetno provedu vreme u njoj. Veliki broj vannastavnih aktivnosti koje škola nudi će učiniti boravak u njoj dosta zanimljivijim i daće priliku

mladim ljudima da se druže i upoznaju na osnovu sličnih interesovanja.

8. ENTERIJER

U enterijeru dominira jednostavnost i teži se postizanju komfora. Jedan od glavnih ciljeva je bilo uvođenje prirodnog osvetljenja, pa iz toga proizilazi i veliki broj atrijuma i staklenih površina. Prirodna svetlost prostor čini zdravijim za boravak. Podovi su većinski obloženi granitnom keramikom. Sve vrste učionica, garderobe, zbornice, kancelarije i prostorija za pomoćno osoblje imaju vinil pod. Epoksi pod se nalazi u tehničkim prostorijama i radionici. Obloga poda u fiskulturnoj sali je parket. Zidovi su uglavnom bojeni u belo ili svetlo sivo, dok su u toaletima obloženi keramičkim pločicama. Betonsko stepenište obloženo je granitnom keramikom. U celoj školi preovladavaju svetliji tonovi, sa pojavljivanjem akcentnih boja u pojedinim prostorijama.



Slika 1 – Prikaz atrijuma

9. EKSTERIJER

Prilikom projektovanja ovog javnog objekta velika pažnja je posvećena i projektovanju prostora oko škole, odnosno dvorišta i sadržaja koji će ga ispuniti. Pre svega je bilo važno da sadržaj bude što raznovrsniji kako bi učenici provodili što više vremena na otvorenom. U dvorištu škole se izdvajaju sledeće zone: park, sportski tereni, parking za goste, parking za zaposlene, parking za bicikle.

Celo dvorište je ispunjeno sa dosta zelenila. Visoko rastinje dominira, što je veoma velika prednost. Stvara hladovinu tokom vrelih letnjih dana i čini da dvorište postane ušuškani kutak izolovan od okoline. Značajna je i njena estetska vrednost, jer svojim karakteristikama doprinosi drugačijem, a tokom godišnjih doba, promenljivom izgledu objekta. [6] Postoje dva odvojena parkinga: jedan je za zaposlene u školi sa 22 parking mesta, a drugi za goste sa 39 parking mesta. U današnje vreme, kada parking svakodnevno predstavlja veliki problem, postojanje istog u sklopu objekta je veoma olakšavajuća okolnost. Dva velika sportska terena omogućavaju đacima da se bave sportom. Park zauzima veliku površinu sa uređenim zelenim površinama i dosta prostora za sedenje.



Slika 2 – Prikaz škole

10. ZAKLJUČAK

Projektovanje jednog javnog objekta je veoma kompleksan proces tokom kojeg arhitekta mora da vodi računa o velikom broju različitih faktora istovremeno, pokušavajući da ih uskladi i spoji u jednu funkcionalnu celinu. Osim na zahteve korisnika, posebnu pažnju treba obratiti i na okolinu i prirodu, tj. kako objekat najbolje uklopiti u dati kontekst, a da ga pritom ne narušimo. U današnje vreme posebno treba obratiti pažnju na uvođenje prirode i prirodnog u projektovanje. Iako se na prvi pogled možda i ne čini tako, potreban je naporan rad i posvećenost kako bi se zadovoljili svi kriterijumi i rešile sve poteškoće sa kojima se arhitekta susreće, pre nego što isprojektuje komforan, funkcionalan i zdrav prostor u kome će korisnik rado boraviti.

11. LITERATURA

1. *Drvo u eksterijeru - podne obloge od drveta.* (n.d.). Retrieved 8 5, 2023, from podovi: <https://www.podovi.org/drvo-u-eksterijeru-podne-obloge-od-drveta/>
2. *Mansueto High School / Wheeler Kearns Architects.* (n.d.). Retrieved from Archdaily: <https://www.archdaily.com/946017/mansueto-high-school-wheeler-kearns-architects>
3. *Samuel-Paty Secondary School in Valenton / Archipente.* (n.d.). Retrieved from Archdaily: <https://www.archdaily.com/1002313/samuel-paty-secondary-school-in-valenton-archipente>
4. *Tran Duy Hung Secondary School / Sunjin Vietnam Joint Venture Company.* (n.d.). Retrieved from Archdaily: <https://www.archdaily.com/998291/tran-duy-hung-secondary-school-sunjin-vietnam-joint-venture-company>
5. *Ugradnja faasde sa kamenom vunom u 8 koraka.* (n.d.). Retrieved from knaufinsulation.rs/primenam/kontakt: <https://www.knaufinsulation.rs/primenam/kontakt: a-fasada/ugradnja-fasade-sa-kamenom-vunom-u-8-koraka>
6. Вукајлов, Љ. (2019). *Елементи и склопови зграда.* Нови Сад: ФТН.
7. Кркљеш, М. (2019). *Архитектонска анализа.* Нови Сад: ФТН Издаваштво.

Kratka biografija



Andela Samardžić rođena je u Novom Sadu 2000. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka, pod nazivom Projekat porodične kuće u Novom Sadu, odbranila je 2023. godine. Kontakt: samardzicandjela06@gmail.com



ПРИНЦИПИ ЕНТЕРИЈЕРА КОКТЕЛ БАРА ПРИКАЗАНИ КРОЗ ИЗРАДУ БАРА У БЕОГРАДУ

PRICIPLES OF COCKTAIL BAR INTERIOR DESIGN PRESENTED THROUGH THE CREATION OF A BAR PROJECT IN BELGRADE

Ана Марић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА

Кратак садржај – Рад се бави истраживањем и приближавањем теме коктел бара и дизајна ентеријера истих, кроз пројекат коктел бара „Централ“ у Београду. Пројектом су обухваћене различите теме у савременом дизајну, и приказане кроз прожимање различитих елемената који коегзистирају.

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

Савремени дизајн ентеријера игра важну улогу у обликовању доживљаја корисника, а у великој мјери зависи од трендова и друштвених токова. У јавним просторима, естетика често зависи од економских фактора, при чему савремено дизајнирани простори привлаче више корисника и постижу комерцијални успех. Ово ствара потребу за редовним освјежавањем и унапређивање ентеријера како би остао релевантан. У том смислу, ентеријер је подложен честим измјенама, а дизајнери се труде да сваки пут понуде нову и иновативну визију простора, користећи различите материјале, боје, текстуре и типове освјетљења. Ови елементи стварају атмосферу која стимулише кориснике и изазива позитивне емоције. Стални развој друштва и технологије захтјева од дизајнера да се прилагођавају, како би ентеријери остали у складу са савременим потребама и културним промјенама.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Радомир Којић.

1.1. Коктел

Коктел је смјеша неколико супстанци, обично течних. Коктел се може припремити од најмање двије 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. За појаву коктела највећи допринос дали су Џери Томас који је 1863. године први издао приручник за мешана пића и Хари Џонсон који 1868. године издаје своју прву књигу под називом “Миксологија” [1].

1.2. Историја коктел бара

Ера Прохибиције у Сједињеним Америчким Државама, од 1920. до 1933. године, била је вријеме када су продаја, производња и транспорт алкохола били незаконити. Ово је представљало значајан изазов за индустрију коктела, јер су барови и таверне били присиљени да затворе, а продаја алкохола постала незаконита. Међутим, ово је такође довело до пораста бројности спикејзи (енг. *speakeasy*) барова (тајних барова), који су били илегални објекти у којима се продавао алкохол [2].

Са укидањем прохибиције 1933. године, барменство је доживјело значајан препород. Како је 20. вијек напредовао, умјетност барменства је уступила мјесто практичности и масовној производњи. Популарност унапријед припремљених миксева и флашираних коктела смањила је потребу да бармени праве пића од нуле. Почетком 2000-их свједоци смо оживљавања интересовања за квалитетна пића и миксологију, што је довело до појаве савременог покрета крафт коктела [3]. Покрет крафт коктела је друштвени феномен који је произашао из ренесансе коктела, периода крајем 20. и почетком 21. вијека обиљеженог оживљавањем и поновним фокусом на традиционалне рецепте и методе у индустрији барова. Овај покрет је настао као контра-одговор на масовну производњу и стандардизовану понуду пића која је доминирала касним 20. вијеком [4].

1.3. Циљ

Концепт коктел барови данас се удаљава од њихове оригиналне типологије и све чешће бива апстрактно схваћен. У овом завршном раду биће истражена типологија коктел бара, њихов однос према друштву и култури садашњице. Кроз анализу локације и намјене, било је потребно осмислити простор који задовољава

све потребе ове типологије, али и дати освјежавајућу атмосферу и естетику простора.

2. ОПИС ЛОКАЦИЈЕ И ПРОГРАМА

Коктел бар који је било потребно дизајнирати налази се у самом срцу Београда, у улици Краља Петра, у Старом граду. Овај дио града представља спој старог и новог, гдје се историјске знаменитости сусрећу са савременим културним и урбаним токовима. Коктел бар је смјештен у приземљу старе стамбене зграде, што му даје додатну димензију аутентичности и повезаности са традицијом Београда.

Што се тиче дизајна ентеријера, он нема строго дефинисану стилску припадност. Простор је функционално организован, са логичним распоредом сегмената који омогућавају природан ток и повезаност међу различитим дијеловима.

3. ТЕМА

Идеја пројекта овог коктел бара била је да се створи простор који визуелно освежава и оставља снажан утисак на посјетиоце. Иако је акценат на модерности, дизајн задржава основне принципе који су кључни за барове. Постојећи распоред простора инспирисао је подјелу на три основне организационе целине, које су међусобно повезане и заједно стварају специфичну атмосферу. У процесу дизајнирања, посебна пажња је посвећена одржавању мистериозног тона у ентеријеру, инспирисаног раним спикизи баровима из доба Прохибиције. Овај мистериозан аспект дизајна треба да пробуди осјећај интимности.

3.1. Освјетљење

Освјетљење сједињује елементе ентеријера; оно поставља расположење, истиче простор и омогућава нам да се фокусирамо или опустимо. Освјетљење је у овом пројекту играло врло важну улогу у формирању жељене атмосфере. Свакој врсти освјетљења припада одређена сврха и, када се комбинују, могу трансформисати било који простор у визуелно занимљиво окружење. У угоститељским просторима, да би се постигла пријатна атмосфера, потребно је користити различите изворе и врсте освјетљења, као и њихове смислене комбинације.

Једнако важна као и вјештачко освјетљење, јесте дневна свјетлост. Она утиче на положај свих елемената у простору, те је важно пратити њено кретање.

3.2. Материјал и текстура

Својим утицајем на цјелокупни излед, доживљај и функционалност простора, материјали имају кључну улогу у дизајну ентеријерских простора. Материјали стварају наратив и идентитет простора, одражавајући његову личност и сврху. Они су фундаментални за естетику простора. Различити материјали могу пренијети различите стилове и атмосферу простора.

Текстура је још један важан аспект материјала који значајно утиче на дизајн. Текстуриране површине могу додати „визуелну тежину“ простору и помоћи у истицању одређених елемената.

3.3. Намјештај

Подједнако важна тема уређења ентеријерских простора јесте одабир адекватног намјештаја, јер директно утиче на функционалност, естетику и начин коришћења простора. Намјештај није само визуелни елемент већ и средство којим се диктира динамика и намјена простора. Он може подстаћи бржу или спорију интеракцију, као и различите нивое удобности и доживљаја.

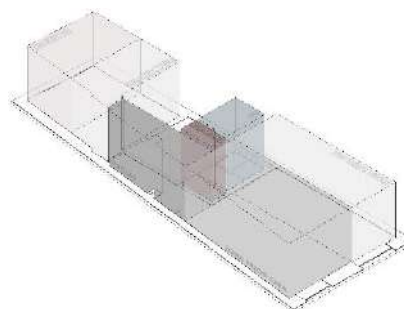
4. УРЕЂЕЊЕ ЕНТЕРИЈЕРА

4.1. Концепт

Ентеријер коктел бара је пажљиво осмишљен као три повезане цјелине, свако са својом јасно дефинисаном темом. Ове три зоне су усклађене тако да природно прелазе једна у другу, стварајући тако хармоничан и функционалан простор.

Прва цјелина, која је непосредно доступна при уласку у бар, дизајнирана је као брзи бар. Овај дио је креиран са фокусом на динамичну и енергичну атмосферу, гдје је основна сврха брза и ефективна услуга. Из овог простора, преко друге цјелине која служи као комуникациони пролаз, приступа се трећем простору, осмишљеном као спори бар.

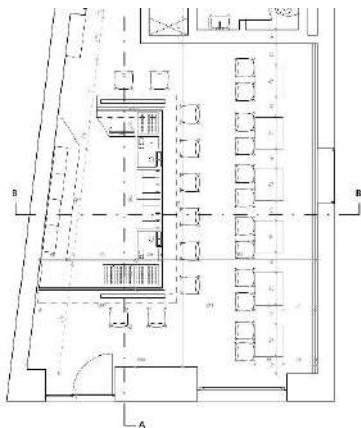
Основна идеја била је свакој од ових цјелина додијелити специфичну атмосферу и нагласити је кроз избор материјала, текстура и освјетљења.



Слика 1. Концепт подјеле простора

4.2. Прва тема / сегмент бара

Како је овај дио бара први који се уочава и видљив са улице, он игра кључну улогу у привлачењу клијената. Конципиран као брзи бар, овај сегмент простора је динамичан и енергичан. По уласку у бар, прво што се сагледава је шанк, који служи као главни елемент за припрему коктела, а такође и као простор за сједење. Шанк је осмишљен као самостална цјелина која представља централну тачку освјетљења у овом дијелу бара. Плафон изнад шанка је спуштен и обложен металним панелима, који имају двоструку улогу: рефлектују свјетлост из шанка и пружају занимљив визуелни ефекат рефлексијом догађаја који се одвијају у простору шанка.



Слика 2. Основа првог сегмента бара

У позадини шанка налази се полица за одлагање боца пића, чија је полеђина обложена металним панелима у истом стилу као и спуштени плафон, а горња страна полице је освјетљена линијским ЛЕД свјетлима, чиме се уводи драматичнија атмосфера.

Насупрот шанку, предвиђено је високо сједење, гдје се сједећи дио може отворити и користити као складиште. Зидови у овом дијелу су обојени у црну боју до висине од 122 центиметра, док је остатак зида обложен профилисаним лименим панелима.

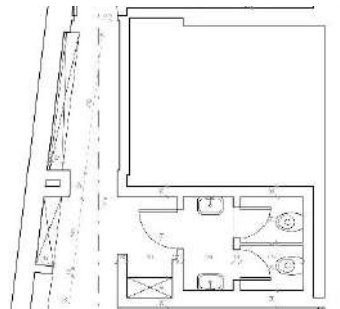
Материјал који доминира у овом простору је профилисани лим металног финиша, који је изабран због својих рефлектујућих карактеристика. Текстура овог материјала појачава визуелни ефекат простора, чинећи га динамичним и јединственим. Различити извори освјетљења доприносе додатном наглашавању текстуре и стварању атрактивне атмосфере.



Слика 3. Амбијентални приказ првог сегмента бара

4.3. Друга тема / сегмент бара

Као засебна тема бара, јавља се пролаз који повезује брзи и спори бар. Овај дио простора игра улогу као транзициона зона, која омогућава прелаз из динамичне атмосфере брзог бара у интимније окружење спорог бара. Своје особине пролаз истиче напетом и ишчекивањем које ствара на путу ка новој атмосфери. Простор пролаза је узак и таман, са пажљиво дизајнираним индиректним изворима освјетљења који додају дубину и мистериозност.



Слика 4. Основа другог сегмента бара

Настављањем кроз пролаз, са лијеве стране је постављена полица за трофеје и боце, осмишљена по истом принципу као и полица у шанку. Ова полица је освјетљена тако да наглашава њене садржаје и ствара контраст са црним плафоном. Са десне стране пролаза, отвара се приступ складишту које води до тоалета.

Тема пролаза је такође инспирисана геометријским аспектима, јер се дужином сужава због косине контурног зида.



Слика 5. Амбијентални приказ другог сегмента бара

4.4. Трећа тема / сегмент бара

Овај дио бара осмишљен је као спори бар и има мање сједећих мјеста у односу на брзи бар. Спори бар је мањи и интимнији, са суптилнијим освјетљењем. Концепт дизајна ентеријера у овом сегменту наставља основну тему, уз одређене модификације како би се постигла жељена амбијентална атмосфера.



Слика 6. Основа трећег сегмента бара

Овдје је предвиђено дуже задржавање уз барски пулт, гдје одабир мобилијара игра значајну улогу.

Полеђина бара опремљена је полицом за пиће која је, као и остале у бару, направљена по принципу модуларног дизајна, састављена од шупљих кубичних облика, али без алуминијумске позадине. Ово је намјерно урађено јер у овом дијелу простора није потребна рефлексија свјетлости са полица.

Плафон изнад барског пулта је спуштен, али без употребе металних панела, доприносећи стварању интимније и топлије атмосфере, избјегавајући рефлексију металних панела.



Слика 7. Амбијентални приказ трећег сегмента бара

4.5. Освјетљење

Тема освјетљења била је централна у овом пројекту, јер је оно играло кључну улогу у постизању жељене атмосфере у све три цјелине бара.

У оквиру брзог бара, освјетљење је усмјерено на линијеске висилице дизајнера *Мутто* изнад шанка, које добијају на интезитету захваљујући металним панелима на плафону. Тачкасте *Креон* - ове висилице стварају интимнију атмосферу изнад столова.

У пролазу, главно освјетљење су ЛЕД траке на полици, а двије плафоњере доприносе општој расвјети, не нарушавајући мистериозну атмосферу.

У спором бару, освјетљење је суптилније, уз спот свејтиљке изнад шанка и ЛЕД траке на полицама.

Линијско ЛЕД освјетљење постављено је на зидовима, сакривено између профилисаних панела.

Све расвјетне компоненте коегзистирају са рефлектујућим материјалима, стварајући јединствену атмосферу и идентитет простора.

4.6. Материјализација

Код одабира материјала, основна идеја је била да коегзистирају са освјетљењем, стварајући одговарајућу атмосферу. Главни материјал је профилисани лим металног финиша, који се монтира на зидове и спољашњу страну шанка.

Полице су израђене од лимених кутија у црној боји са металном полеђином, док у спором бару метална полеђина недостаје како би се избјегла рефлексија

свјетла. Метални панели на спуштену плафону над шанком рефлектују освјетљење.

Радна површина бара је од инокса, што осигурава лако одржавање и отпорност. Висока сједишта комбинују тамну еко кожу и орахово дрво, стварајући топлију атмосферу.

4.7. Мобилијар

Концепт подјеле бара на три сегмента одражава се и у одабиру мобилијара и опреме.

За шанком брзог бара, гдје је кратко задржавање гостију, употребљене су столице без наслона од дизајнера *Мутто*, са кожним сједиштем и дрвеном базом. У зони високог сједења и шанку спорог бара, одабране су столице са наслоном истог дизајнера, такође тапациране кожом. Барски столови су једноставни и елегантни, лако се уклапајући у простор.

5. ЗАКЉУЧАК

Култура коктел барова данас је у порасту, постајући важан елемент урбаног живота и поп културе. Стога је кључно да дизајн ових простора буде пажљиво осмишљен, како би се створио препознатљив идентитет.

Основна идеја дизајна овог простора била је стварање идентитета кроз унутрашње уређење. Функционалност и естетика су били на првом мјесту, а сваки сегмент има своју атмосферу, али су сви дијелови повезани истим материјалима. Различити извори и типови освјетљења допринјели су стварању засебних амбијената.

Овај дизајн не само да задовољава практичне захтеве, већ и пружа пријатно и инспиративно окружење које одражава трендове урбаног живота, промовишући значај коктел културе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Cocktail> (приступљено у јулу 2024.)
- [2] <https://alambika.ca/blogs/articles/the-history-of-cocktail-culture-and-its-evolution-over-time> (приступљено у јулу 2024.)
- [3] <https://abcpermits.com/history-of-bartending/> (приступљено у јулу 2024.)
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Craft_cocktail_movement (приступљено у јулу 2024.)

Кратка биографија:



Ана Марић рођена је у Србињу 2000. године. Дипломирала 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: anamariccc22@gmail.com

GRADENJE NA SLOJEVIMA NARATIVNOG TALOGA: PROJEKAT MEMORIJALNOG PARKA „STARO SAJMIŠTE“**BUILDING ON LAYERS OF NARRATIVE SEDIMENT: THE MEMORIAL PARK "STARO SAJMIŠTE" PROJECT**

Nina Čegar, Miljana Zeković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad teži ka formiranju koncepta arhitektonskog rešenja za memorijalni park Staro sajmište. Ovaj prostor se može okarakterisati kao kompleksno graditeljsko nasleđe sa mnogobrojnim slojevima nataloženih narativa uslovljenih događajima koji su se u njemu odigrali i društveno-političkom situacijom datog trenutka. Kako bi se ključni slojevi razumeli i uspostavio adekvatan odnos sa njima i kako bi novi umetnuti sloj bio reaktivan na njih, rad dublje istražuje fenomen slojeva narativnog taloga. Na osnovu ovog teorijskog okvira razvija se idejno rešenje za budućnost ovog prostora.

Ključne reči: Memorijalni park, slojevi, narativni talog, kompleksno nasleđe

Abstract – The aim is to define the architectural concept for the memorial park at Staro Sajmište, a site marked by a complex heritage of layered narratives shaped by various historical events and socio-political contexts in less than a century. Understanding the most dominant layers and establishing a meaningful relationship with them is essential while ensuring that the newly introduced layer is responsive to all these existing narratives. Thus, the phenomenon of layers of narrative sediment serves as a theoretical foundation to rethink the future of the space.

Keywords: Memorial park, layers, narrative sediment, complex heritage

1. UVOD

Sa leve strane Save u Beogradu, neposredno pre njenog ušća u Dunav, nalazi se grad u gradu, mikrokosmos u centru Beograda – Staro sajmište. Ovaj oneobičeni narativni pejzaž bi se zbog svoje istorije lako mogao opisati kao prostor fantastike koji u malom uzorku reflektuje događaje ne samo na nivou ostatka Beograda, već bi se mogao posmatrati i kao „parče sveta“ u malom. Apsurdno, možda je događajima koji su se odigrali na ovom prostoru Staro sajmište najbolje uspelo da ispuni ulogu reprezentacije sveta kroz nacionalne paviljone, tokom gotovo čitavog veka od trenutka njegovog nastanka 1937. godine. Ako je ova hipoteza tačna, promena uslova u kojima se danas nalazi ovaj prostor mogla bi da implicira i promene na širem društvenom planu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Miljana Zeković, red. prof.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja predstavlja fenomen slojeva narativnog taloga u prostoru, uočen na prostoru kompleksnog graditeljskog nasleđa Starog sajmišta. Istražuje se na koji način priča, događaj i sećanje definišu prostor i postaju njegova dominantna funkcija. Fokus istraživanja je na ispitivanju toga kako modifikacijom prostora možemo promeniti narativ koji on nosi. Prostori poput Starog sajmišta nisu samo fizički objekti, već složene prostorne naracije koje svedoče o traumama, promenama i kontinuitetu društva.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja jeste razvijanje metode za prostorni tretman kompleksnog graditeljskog nasleđa, koje nosi slojevite i višeznačne narative proizašle iz različitih istorijskih, društvenih i političkih događaja. Kroz ovo istraživanje nastoji se uspostaviti jasna metodologija koja omogućava promišljen pristup ovakvim prostorima, uz poštovanje njihovih istorijskih slojeva, ali i s ciljem da se omogući njihova revitalizacija i savremena interpretacija. Poseban fokus rada jeste na primeni definisane metode na prostoru Starog sajmišta, koje predstavlja nasleđe sa kompleksnom i problematičnom istorijom. Istraživanje teži da pruži odgovore na to kako tretirati prostor sa složenim narativima i konfliktima koji proizlaze iz prošlih događaja, a da se pritom sačuva njegov integritet, ali i omogući njegovo dalje korišćenje i adaptacija.

Ova strategija treba da pruži okvir za delovanje u prostoru gde se prepliću različiti narativi, kako bi se izbegla redukcija značenja i omogućilo kompleksno čitanje i tumačenje prostora.

2. TEORIJSKI OKVIR**2.1. Slojevi narativnog taloga**

Prostor Starog sajmišta može biti opisan na različite načine, pri čemu svaki opis verovatno odgovara nekoj njegovoj fazi, s obzirom na kompleksnost i protivrečnost značenja koje je ovaj prostor imao kroz vreme. Međutim, primetan je jedan pojam koji se izdvaja i čiji eho je opšteprisutan pri svakom promišljanju Starog sajmišta, a to je – priča. O neraskidivoj vezi prostora i priče koju on nosi Meta Hočevar piše u svojoj knjizi „Prostori igre“: „Iskustvo koje prostor dobija pričom (pre svega kad se ta priča ponavlja), spaja se tako sa prostorom pa karakteristično oblikovanje prostora postaje znak pojedinog iskustva.“ [1]. Na prostoru Starog sajmišta, u

priči koju taj prostor nosi sadržano je mnoštvo makro i mikro priča o događajima koji su se tu odigrali i zajedno sa fizičkim strukturama čine neraskidivu celinu. Snaga te priče, koja je u ovom slučaju uzima primat nad svim ostalim determinantama prostora, navodi na postavljanje tog fenomena u centar i pokušaj formiranja arhitektonskog koncepta memorijalnog parka oslanjajući se na ovaj fenomen.

Tako je došlo do kovanja termina „narativni talog“, jer zaista, na prostoru Starog sajmišta se sve te priče doživljavaju kao kompleksna supstanca i mešavina mulja, ostataka ili ekscesa, kojima je neophodno sveobuhvatno pristupiti.

Narativ predstavlja početnu tačku za istraživanje narativne funkcije prostora i na koji način se može intervenisati u prostoru u kom je priča hijerarhijski iznad fizičkih tragova. Postavlja se pitanje, kako umetnuti novi sloj, svesno konstruisan, gde prostorni gestovi predstavljaju novi narativ, u prostor koji je već preopterećen i stoji kao čuvar svih svesnih i nesvesnih prethodno generisanih narativa.

2.2. Nataloženi narativi Starog sajmišta

Istoriju ovog grada u geografskom centru grada Beograda, možemo pratiti od njegovog planiranja i nastanka izgradnjom sajamskog kompleksa 1937. godine, kada Beograd prvi put prelazi na levu obalu reke Save. Sajam je izgrađen u stilu ranog modernizma, progresivan za svoje vreme i dominantan narativ koji je prostor nosio u tom trenutku jeste bio napredak i razvoj.

Međutim, neposredno nakon toga 1941. godine, sajam dobija prenamenu u nacistički koncentracioni logor. Centralno organizovana urbanistička matrica sajma je poslužila kao pogodna za ovakvu programsku transformaciju, te prostor umesto sajma postaje stratište.

Nakon što je u savezničkom bombardovanju prostor značajno uništen, po završetku rata na mestima potpuno srušenih paviljona niču barake za smeštaj Omladinskih brigada koje su gradile Novi Beograd, dok su se i malobrojni opstali paviljoni takođe koriste u iste svrhe. Ovaj prostor je opet, akterima tog vremena poslužio za zgodnu prenamenu zbog svoje pozicije kao jedine izgrađene celine koja se u tom trenutku nalazi sa druge strane reke.

Danas, osim doseljenih umetnika i članova marginalizovanih društvenih grupa, ovaj prostor je u javnom diskursu nedvosmisleno definisan nemarom i zaboravom.

Po rečima antropologa Srđana Radovića, ovaj prostor je tokom čitavog postojanja definisala urbana centralizacija i simbolička maginalizacija [2]. To je upravo posledica taloženja svih nepomirenih narativa akumuliranih na ovom prostoru.

2.3. Novi narativi – studija slučaja

Pre nego što se zauzme prostorni stav i utvrdi strategija za tretman prostora Starog sajmišta, izvršen je pregled relevantnih narativa u arhitektonskom diskursu, koji služe kao baza za razumevanje problematike koja se tiče prostora ovog prostora.

Analizirana su relevantna iskustva koja su poslužila kao potpora za formiranje prostornog stava, kao što je definisanje termina kompleksnog i problematičnog nasleđa, analiza primera koji su klasifikovani kao tip

grad-spomenik, i razmatranje strategije za građenje na objektima pogođenim ratnim razaranjima ili drugim tipom traume koja je upisana u prostor.

2.4. Tipovi veze staro-novo – redefinisane granice novim prostornim sredstvima

Pjero Zanini u svojoj knjizi „Značenje granice“ kaže: „Ograničiti znači zatvoriti nešto unutar jednog skupa tačaka, kontrolisanog, nadgledanog prostora; to je više ili manje vidljiva oznaka, neka vrsta horizonta koji mi namećemo ili nam ga kultura nameće“ [3].

Stoga, ako posmatramo fizičke elemente prostora Starog sajmišta, možemo granicu razumeti kao ovojnici paviljonskih struktura – postoji prostor unutar i van njih, a granica je sama ljuštura objekta. U suštini, ta granica razdvaja dva ambijenta, saglediva unutar i izvan paviljona. Međutim, umetanjem nove strukture, granica postaje kompleksnija, veza između spolja i unutra se redefiniše i usložnjava, kako bi postojeća struktura maksimalno ispoljila svoju narativnu funkciju – u simbiozi sa novom.

Definisanje tipova veze postojeće i novoizgrađene strukture proizašla je iz potrebe za razumevanjem na koje sve načine je moguće uvesti nove strukture u prostor. Važno je naglasiti da njih prvenstveno definiše njihova veza sa postojećim strukturama. Ova sistematizacija teži da bude primenjiva pri širem spektru prostornih intervencija, odnosno svaki put kada je pri projektovanju početni imput postojeći objekat, a samim tim i narativ koji on sa sobom nosi.

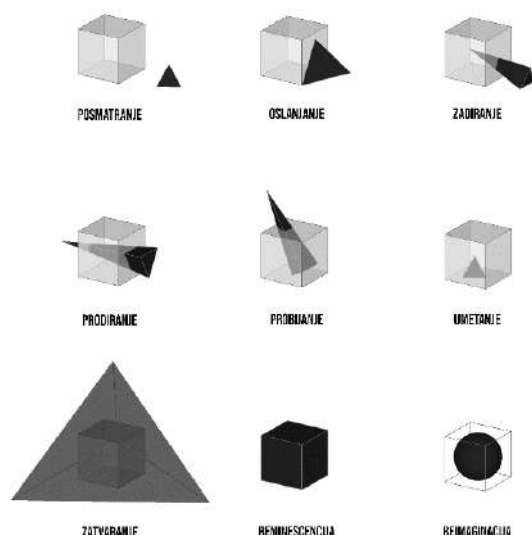
Nova prostorna intervencija se tada može razumeti kao novi sloj narativa koji se umeće u postojeći, a projektantska odluka kakav fizički oblik ova interakcija zauzima i kakav je međudodnos starih i novih struktura podleže razmatranju priloženih odnosa.

Ovi odnosi ispituju prostorne granice koje su se u prethodnim narativnim etapama prostora izražavale putem jedne vrste prostornih sredstava, a prilikom refleksije i uspostavljanja novog narativa, pojavljuje se potreba za modifikacijom tih granica novim prostornim sredstvima. Izmenom prostornih granica, njihovog tipa, razmera, propustljivosti i ostalih karakteristika teži se promeni priče koju prostor nosi. Odnosno, potreba za promenom odnosa prema prostoru, aktiviranjem zaboravljenog i umetanjem novog, zahteva preispitivanje i redefinisane demarkacije.

Novi narativ iziskuje novi odnos prema priči, pa samim tim i prema prostoru. Kristijan Norberg-Šulc u svojoj knjizi „Egzistencija, prostor i arhitektura“ tvrdi da se slika čovekove okoline sastoji od želja i snova, a da arhitektura konkretizuje takvu sliku, koja ide dalje od već postojeće okoline [4].

Stoga, redefinisanjem struktura koje trenutno ne zadovoljavaju aktuelne težnje, kroz ovakve prostorne intervencije, teži se redefinisaju značenja koje te strukture nose.

Ispitujući načine na koje se sa postojećim može interagovati došlo se do 9 mogućih pristupa, odnosno tipova međudodnosa stare i nove strukture: posmatranje, oslanjanje, zadiranje, prodiranje, probijanje, umetanje, zatvaranje, reminiscencija i reimaginacija, slika 1. Ovaj spisak je podložan daljem proširivanju.



Slika 1. Tipovi odnosa nove strukture prema staroj

3. PROJEKTANTSKI RAD

3.1. Primena teorijskih zapažanja na prostor Starog sajmišta

Osnovna premisa pri primeni teorijskog okvira jeste da gest u prostoru priča priču. Geometrijski odnos i jukstapozicija struktura imaju značenje u kontekstu narativa.

U odnosu na svaki izabrani pojedinačan trag u prostoru (Spasićev paviljon, Centralna kula, Mađarski paviljon, Turski paviljon, Italijanski paviljon, Češki paviljon, Nemački paviljon, Stambene barake, fudbalski teren F.K. Brodarac) iskorišćeni su odgovarajući tipovi umetanja novih struktura, u cilju mikroambijentalizacije makro prostora, fokusirajući se na priču koju data postojeća struktura nosi.

Pojednostavljeni i uopšteni tipovi veza objašnjeni su u teorijskom delu rada, dok je njihova primena u praksi najčešće podrazumevala korišćenje više tipova za naraciju jednog prostornog traga. Ova fleksibilnost omogućava širu primenu ovakve klasifikacije – kombinovanjem tipova moguće je adekvatno programirati strukturu i scenario njene upotrebe, kako bi ona postala nosilac novog narativa kontekstualizovanog u postojećoj strukturi.

3.2. Prostorno rešenje memorijalnog parka

Ispitivanjem navedenih mehanizama odnosa starog i novog došlo je do formiranja bele prohodne nadstrešnice nad značajnim delom Starog sajmišta. Ova jedinstvena struktura je duboko kontekstualno određena i značenje dobija pri interakciji sa postojećim strukturama, nastalim u različitim iteracijama intervencija na ovom prostoru, i svaka predstavlja nosioca priče.

Tim intervencijama se priča iskopava i iznosi na svetlo dana, prostor je taj koji osvetljava priču. Opna je neka vrsta artificijalnog pročišćenog pejzaža, memorijal koji nadvisuje kompleksan prostor Starog sajmišta i poput

živog organizma reaguje na nadražaje koje prima u skladu sa pričom koju osvetljava. Reljef je negde brdo, negde kotlina, a negde ošupljen. Te prostorne konfiguracije su, pored atmosfere, nosioci značenja. Modifikacije na opni, odnos sa paviljonima, količina propuštenog svetla, smer kretanja koji dozvoljava, su prostorni gestovi sa ciljem pričanja priče.



Slika 2. Ambijent ispod opne

Glavni pravci takođe pomiruju slojeve narativnih taloga, struktura se zasniva na pravcima osa originalnog sajamskog kompleksa, i pravcima blokova Novog Beograda koji su danas najdominantnija kontekstualna odrednica ovog prostora.



Slika 3. Prikaz opne u memorijalnom parku

3.3. Memorijalni centar

Centralni deo memorijalnog parka Staro sajmište predstavlja memorijalni centar smešten u tri postojeća objekta. To su bivši Spasićev paviljon, Centralna kula i mesto bivšeg Mađarskog paviljona koje je ujedno i mesto pogibije.

Spasićev paviljon predstavlja najbolje očuvan i najreprezentativniji izložbeni paviljon na Starom sajmištu, te zato od njega kreće postavka. Posetilac mu prilazi sa novog artificijalnog pejzaža koji nadvija lokalitet, primoran je da ga celog obiđe spuštajući se do ulaza, samim tim da ga sagleda sa svih strana i osvesti da ovaj prostor nije građen kao mučilište već kao mesto progressa. Duž spiralne rampe se nalaze biletarnica, garderoba, toaleti i ostali pomoćni sadržaji. Posetilac ulazi u paviljon sa zadnje strane, a sa istog mesta na kom mu je i prišao, ali jednu etažu niže.

Posetilac prvi deo postavke doživljava krećući se u krug i spuštajući se sa galerije, preko partera, pa do podzemne etaže - izlazi iz paviljona i pristupa podzemnom tunelu koji ga vodi do Kule. Svetlo je kontrolisano. Dok šeta putanjom koja je nekada i nadzemno spajala Kulu i Spasićev paviljon, posetilac ima vremena da malo odahne i spremi se za nastavak priče.

Polako izlazeći iz podzemlja korisnik i dalje ostaje u veoma šturo i kontrolisano osvetljenom prostoru. U Kuli, ponovo krećući se kružno, doživljava drugi deo postavke. Novoinstalirani panoramski lift je dostupan u funkciji sagledavanja celokupnog prostora u skučenom i klaustrofobičnom prostoru koji je dodatno zatamljen. Sajmište se sa visine doživljava u obrisima. Posetilac se spušta i ponovo ide u podzemlje gde nastavlja put ka mestu pogibije.

Ovaj tunel je uži, put je napetiji, ali i dalje ima prostora za promišljanje, predah pre kulminacije priče.

Posetilac iz mračnog tunela izlazi na jako osvetljen sterilan i beo prostor, koji je uokvirio mesto stradanja. Oku je potrebno vremena da se navikne na jako svetlo posle mraka. Konzervirana ruina stambenog objekta koji je fragment nekadašnjeg Mađarskog paviljona ostaje u centru translucentne polikarbonatne opne koja nadvila nad njime, atmosfera je sakralna. Sledi ulazak u finalni deo postavke. Nakon što je prošao kroz čitavu postavku, posetilac ponovo iz mraka izlazi u beli kapelni prostor i upućuje se ka početnoj tački gde uzima garderobu i ponovo izlazi na nepreglednu belu opnu koja lebdi iznad Starog sajmišta.

3.4. Tehnički opis

Opna je sačinjena od čelične potkonstrukcije sa gornje strane obložene grubo obrađenim armiranim betonom, a sa donje delimično reflektivnim aluminijumskim panelima. Opna se u pojedinim delovima oslanja na tlo, a na nekim mestima je nose armirano betonski elementi (stubovi, zidovi, arkade).

Ostatak prostora koji nije nadvijen opnom je gusto pošumljen, a jedina izgrađena struktura u šumi je vođeno ogledalo u otisku osnove Nemačkog paviljona, koji je tokom izrade ovog rada srušen.

4. ZAKLJUČAK

Urbano tkivo neminovno obiluje nataloženim ostacima koji nose memoriju i značenje vremena, kao i društveno-političkih prilika u kojima su nastali. Često su ti narativi kompleksni i problematični, što je slučaj sa prostorom Starog sajmišta. Da bi se specifično odreagovalo na problematiku ovog prostora, potrebno je pomiriti suprotstavljene slojeve narativa.

Uspostavljajući odgovarajući prostorni odnos sa njihovim nosiocima – arhitekturom, koja predstavlja svedočanstvo proteklih događaja, osvetljuju se potisnute priče i sveobuhvatno pristupa ovom i dalje ekstremno turbulentnom prostoru.

Redefinisanjem prostornih granica vrši se zaokret u narativu, čuva se sećanje i podstiče refleksija o svim fazama kroz koje je društvo prošlo, a koje su zabeležene u jednom prostoru.

Na ovaj način, prostoru Starog sajmišta se pristupa integralno, reaktualizuje se njegova uloga u javnom diskursu i reafirmiše njegova vrednost kao relevantnog javnog prostora. Na ovaj način, prostor postaje ne samo čuvar kolektivnog sećanja, već i simbol transformacije i budućih promena.

5. LITERATURA

- [1] M. Hočevan, „*Prostori igre*“, Beograd, Jugoslovensko Dramsko Pozorište, 2003
- [2] https://www.starosajmiste.info/userfiles/files/download/radovic_essay_sajmiste.pdf (pristupljeno u septembru 2024.)
- [3] P. Zanini, „*Značenje granice*“, Beograd, Clio, 2008.
- [4] K.N. Šulc, „*Egzistencija, prostor i arhitektura*“, Beograd, Građevinska knjiga, 2006.

Kratka biografija:



Nina Čegar rođena je u Moskvi 1999. god. Diplomirala je na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2022. godine, gde je nakon toga zaposlena u zvanju saradnica u nastavi.



Dr. Miljana Zeković, redovni profesor, na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka učestvuje u realizaciji nastave na sva tri nivoa studija (OAS, MAS i DAS).

**SVEST I PERCEPCIJA STANOVNIKA VOJVODINE O UTICAJU ISKORIŠĆENIH
BATERIJA IZ DOMAĆINSTVA NA ŽIVOTNU SREDINU****THE AWARENESS AND PERCEPTION OF VOJVODINA'S RESIDENTS ON THE
ENVIRONMENTAL IMPACT OF USED HOUSEHOLD BATTERIES**

Jovana Čugali, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE**

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja ovog rada je upravljanje otpadnim baterijama iz domaćinstava i njihov značaj u kontekstu zaštite životne sredine i zdravlja ljudi. Rad obuhvata analizu karakteristika baterija, njihovih ekoloških i zdravstvenih uticaja, trenutne prakse sakupljanja otpada u Srbiji, kao i svest i percepciju stanovnika Vojvodine o ovoj temi. Cilj istraživanja je da se pruži detaljan uvid u ove aspekte i da se predlože rešenja za smanjenje negativnog uticaja otpadnih baterija na životnu sredinu.

Ključne reči: Baterije, Uticaj na životnu sredinu, Svest, Percepcija, Otpad

Abstract – The subject of this thesis is the management of household waste batteries and its importance in the context of environmental protection and public health. The study includes an analysis of battery characteristics, their environmental and health impacts, current waste collection practices in Serbia, as well as the awareness and perception of Vojvodina residents regarding this issue. The goal of the research is to provide a detailed insight into these aspects and propose solutions to reduce the negative impact of waste batteries on the environment.

Keywords: Batteries, Environmental Impact, Awareness, Perception, Waste

1. UVOD

Problematika upravljanja otpadnim baterijama iz domaćinstva postaje sve važnija u kontekstu zaštite životne sredine i javnog zdravlja. Baterije sadrže brojne opasne materije, uključujući kadmijum, olovo i živu, koje mogu imati dugotrajne štetne efekte na ekosisteme i zdravlje ljudi ukoliko se ne odlažu pravilno.

Ovaj rad se bavi detaljnom analizom karakteristika baterija, njihovim uticajem na životnu sredinu, kao i praksama sakupljanja i tretmana ovog otpada u Srbiji, sa posebnim osvrtom na percepciju i svest stanovnika Vojvodine o ovoj problematici.

2. OSNOVNI PRINCIP RADA BATERIJA

Baterija se sastoji od tri ključna elementa: dve elektrode (pozitivne i negativne) i elektrolita. Pozitivna elektroda,

poznata kao katoda, sastoji se od raznih elemenata poput kobalta, nikla, aluminijuma, mangana i litijuma.

Negativna elektroda, nazvana anoda, napravljena je od grafita zbog njegovih specifičnih svojstava: hemijske neutralnosti, toplotne otpornosti, te toplotne i električne provodljivosti. Elektrolit je sastavljen od mnogo litijum jona, čija pravilna cirkulacija omogućava rad baterije. Dok anode i elektroliti imaju sličan sastav, katode mogu imati različite hemijske kompozicije [1].

Kada je baterija u upotrebi, elektroni se kreću sa anode na katodu kroz spoljašnji krug (kao što je žica), dok se pozitivno naelektrisani joni kreću kroz elektrolit unutar ćelije. Hemijske reakcije koje se dešavaju na anodi i katodi određuju količinu napona i struje koju baterija može da proizvede. Različite kombinacije materijala za elektrode i elektrolite daju različite rezultate, kao što su brzina pražnjenja, kapacitet i stabilnost napona [2].

2.1 Karakteristike tipova baterija

Po svom hemijskom sastavu baterije se mogu podeliti na [3]:

- **Cink-ugljenične baterije:** Smatraju se najlošijim baterijama za jednokratnu upotrebu zbog njihove niske cene, kratkog trajanja i česte potrebe za zamenom.
- **Srebro-oksidne baterije (Zn/Ag_2O):** Pretežno se koriste u satovima.
- **Alkalne baterije:** Imaju do tri puta duži vek trajanja u poređenju sa cink-ugljeničnim baterijama.
- **Nikal-kadmijumske baterije ($Ni-Cd$):** Najpopularniji tip punjivih baterija, čiji je glavni nedostatak memorijski efekat, zbog čega se moraju potpuno isprazniti pre ponovnog punjenja da bi postigle pun kapacitet.
- **Nikal-metal-hidridne baterije ($Ni-MH$):** Često se koriste u mobilnim telefonima, odlikuju se većim kapacitetom i nemaju memorijski efekat kao nikal-kadmijumske baterije.
- **Litijumske baterije:** Vrlo su lagane, proizvode veći napon od ostalih tipova baterija i imaju veći kapacitet od alkalnih. Iako su skuplje i obično nisu punjive, dele se na litijum-polimerske i litijum-jonske baterije, koje se razlikuju po svojim karakteristikama.

2.2 Poređenje tipova baterija

U poređenju sa drugim vrstama baterija, kao što su NiMH, litijum-jonske baterije (LIB) imaju [4]:

- niži ekološki rizik,
- duži vek trajanja,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Batinić, vanr. prof.

- kompaktiji dizajn,
- manju sklonost samopražnjenju,
- veću otpornost na visoke temperature,
- viši izlazni napon.

Kada je reč o punjivim baterijama, Ni-Cd baterije imaju prilično nisku gustinu energije (45–80 Wh/kg) u poređenju sa Ni-MH (60–120 Wh/kg) i Li-ion (110–160 Wh/kg) baterijama. Pored toga, Ni-Cd baterije pružaju dug radni vek. Broj ciklusa punjenja/praznjenja dok se njihov kapacitet ne smanji za 80% je [5]:

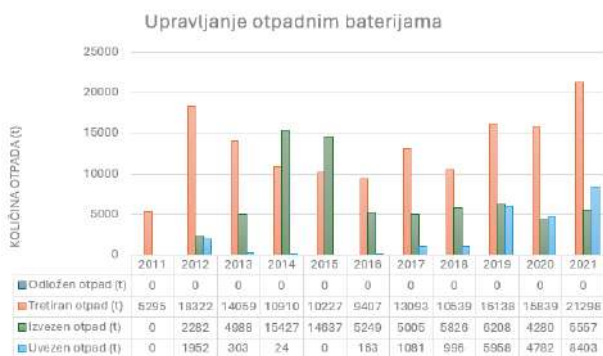
- 1500 za Ni-Cd baterije,
- 300–500 za Ni-MH baterije,
- 500–1000 za Li-ion baterije.

3. GENERISANJE OTPADNIH BATERIJA U SRBIJI

Otpadne baterije u domaćinstvima nastaju kao rezultat svakodnevne upotrebe različitih elektronskih uređaja i uređaja koji koriste baterije. Kada se kapacitet baterija smanji i prestanu da funkcionišu efikasno, postaju otpadne.

Na osnovu podataka Agencije za zaštitu životne sredine, količina **ponovnog iskorišćenja** baterija i akumulatora na teritoriji Republike Srbije je **21.298t u toku 2021. godine**. Dok je iste godine ukupno stvoreno otpada ove vrste, u količini od **3522,47t** za posebno sakupljene elektrolite iz baterija i akumulatora i **2533,98t** olovnih baterija.

Kada je reč o tretiranom otpadu ove vrste, izvezenom i uvezenom, podaci su prikazani na grafikonu 1 i odnose na period od 2011.-2021. godine [6].



Grafikon 1. Upravljanje otpadnim baterijama [6].

Na osnovu prikazanih podataka na grafikonu 1, može se zaključiti da je u proteklih nekoliko godina primetan porast tretiranih baterija, dok je znatno manja količina uvezenih i izvezenih baterija tokom prethodnih godina. Najveća količina izvezenih baterija, primetna je tokom 2014. i 2015. godine a najveća količina tretiranih baterija je tokom 2021. godine.

3.1 Trenutno stanje sakupljanja i tretmana otpadnih baterija u Srbiji

Lokalne samouprave u Srbiji trenutno nemaju dovoljno resursa za sprovođenje zakonskih regulativa u oblasti upravljanja opasnim otpadom. Kao rezultat toga, baterije i drugi opasni otpad često završe na deponijama zajedno sa

komunalnim otpadom iz domaćinstava. Sistem za odvojeno sakupljanje istrošenih baterija i akumulatora još nije uspostavljen, niti postoje određene lokacije za njihovo prikupljanje, osim nekoliko izuzetaka. U Srbiji postoje samo dva reciklažna dvorišta namenjena prikupljanju otpada iz domaćinstava, uključujući elektronski otpad, a nalaze se u Čačku i Bajinoj Bašti pod upravom javnih komunalnih preduzeća [4].

U Evropskoj uniji, upravljanje baterijama i akumulatorima uređeno je Direktivom 2006/66/EC. Ova direktiva postavlja osnovne standarde i ciljeve za pravilno upravljanje i reciklažu baterija i akumulatora, uključujući zabranu stavljanja na tržište onih koji sadrže živu i kadmijum. U Srbiji, transpozicija ove direktive ostvarena je kroz Pravilnik o načinu i postupku upravljanja istrošenim baterijama i akumulatorima i Zakon o upravljanju otpadom. Od ukupno 135 obaveza iz Direktive, Srbija je u potpunosti prenela 83, delimično 13, dok 39 odredbi još nije transponovano. Pored toga, Direktiva postavlja visoke standarde za sakupljanje i reciklažu otpadnih baterija kako bi se smanjio njihov štetan uticaj na životnu sredinu [4].

4. UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU I ZDRAVLJE LJUDI

Iako većina baterija sadrži toksične teške metale kao što su živa, kadmijum, olovo, nikl, cink ili bakar, koji su opasni po ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Bazelska konvencija smatra da su opasne samo baterije koje sadrže kadmijum, olovo i živu. Dok su baterije koje ne sadrže kadmijum, olovo ili živu, kao što su alkalni mangan i cink ugljenik, klasifikovane kao neopasne [7].

Kroz procedne vode, metali sadržani u baterijama se polako oslobađaju u životnu sredinu tokom hiljada godina. U kratkoročnoj perspektivi (npr. manje od 100 godina) u slučaju deponovanja, baterija se uglavnom ponaša kao inertni otpad, što znači da metali sadržani u ćelijama ostaju „zaključani“ unutar njihovog kućišta. Međutim, iz dugoročne perspektive, deo metala sadržanih u bateriji će na kraju završiti u životnoj sredini [8].

5. TRETMAN OTPADNIH BATERIJA

Reciklaža se deli po načinu vraćanja materijala u proces ponovnog korišćenja na [9] :

- **Primarna-** reciklaža kojom se posle odgovarajuće pripreme materijala isti koristi za dobijanje novih proizvoda ili se doradom korišćenih proizvoda omogućava njihova ponovna upotreba,
- **Sekundarna-** reciklaža u kojoj se konvencionalno nereciklabilni materijali prerađuju korišćenjem novih tehnologija do maksimalno mogućeg iskorišćenja

Postupci reciklaže baterija mogu biti fizički i hemijski [4]:

- **Fizički proces** uključuje proces mehaničkog razdvajanja, termički tretman, mehaničko-hemijski proces i proces rastvaranja.

- **Hemijski proces** uključuje luženje kiselinom ili bazom, bioluženje, ekstrakciju rastvorom, hemijsko taloženje i elektrohemijski proces.

6. SVEST I PERCEPCIJA STANOVNIKA VOJVODINE O UTICAJU ISKORIŠĆENIH BATERIJA IZ DOMAĆINSTVA NA ŽIVOTNU SREDINU

Istraživanje pod nazivom “Svest i percepcija stanovnika Vojvodine o uticaju iskorišćenih baterija iz domaćinstva na životnu sredinu” realizovano je putem online ankete tokom jula 2024. Godine, koje je distribuirano ispitanicima putem društvenih mreža. Anketa je obuhvatila 21 pitanje, raspoređeno u dve kategorije. Prva kategorija obuhvata osnovna demografska pitanja, koja omogućavaju detaljniji prikaz profila ispitanika (pol, region Vojvodine u kojem žive, starosna dob, radni status, stepen obrazovanja, i broj članova domaćinstva). Druga kategorija se fokusira na svest ispitanika o štetnosti otpadnih baterija. U anketnom istraživanju učestvovalo je 110 ispitanika iz sva tri regiona Vojvodine, u nastavku će biti prikazani odgovori ispitanika.

Od ukupnog broja ispitanika, 80 ispitanika je ženskog pola, odnosno 72,7%, dok je ispitanika muškog pola 30, odnosno 27,3%. Kada je reč o regionu u Vojvodini u kom ispitanici žive, čak 76,4% ispitanika živi u Banatu, 18,2% ispitanika živi u Bačkoj, a 5,5% ispitanika živi u Sremu. Najzastupljenija starosna grupa među ispitanicima je od 41 do 50 godina, koja čini 30% ukupnog broja. Slede ih ispitanici starosti od 21 do 30 godina sa 29,1%. Ispitanici starosne grupe od 31 do 40 godina čine 21,8%, dok su ispitanici od 51 do 60 godina zastupljeni sa 11,8%. Manje su zastupljeni ispitanici mlađi od 20 godina, koji čine 4,5%, dok ispitanici starosti od 61 do 70 godina čine 1,8%. Najmanje je ispitanika starijih od 70 godina, koji čine svega 0,9% uzorka

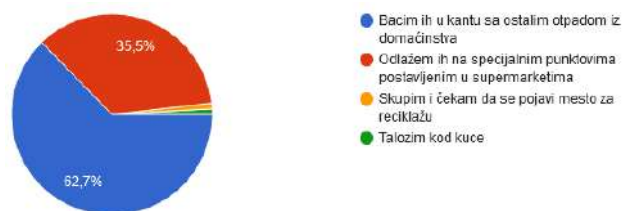
Baterije različitih dimenzija i vrsta, koriste se u domaćinstvima za napajanje različitih uređaja. Kod 36,4% ispitanika, preko 7 uređaja radi pomoću baterija, a kod 33,6% ispitanika 5 do 6 uređaja. Nešto manje ispitanika, 26,4% baterije koristi za funkcionisanje 3 do 4 uređaja, a 3,6% ispitanika za 1 do 2 uređaja.

Na pitanje: „Da li smatrate da su baterije nakon upotrebe štetne za životnu sredinu ako se ne odlažu na pravilan način?“, čak 81,8% ispitanika smatra da su baterije štetne za životnu sredinu nakon upotrebe i u potpunosti se slaže sa ovim stavom.

Osam i po procenata ispitanika takođe se slaže ali u manjoj meri, dok 6,4% ispitanika nema čvrsto mišljenje o ovom pitanju. Neslaganje je izrazilo 2,7% ispitanika, dok je potpuno neslaganje iskazalo 0,9% ispitanika

Kada je reč o postupanju sa baterijama nakon njihovog životnog veka, rezultati anketnog istraživanja pokazuju da čak 62,7% ispitanika stare baterije baca u kantu, zajedno sa ostalim otpadom iz domaćinstva. Znatno manji broj ispitanika, 35,5% baterije odlaže na specijalnim punktovima postavljenim u supermarketima. Budući da je ovo pitanje otvorenog tipa, te su ispitanici mogli dodati

druge odgovore, 0,9% ispitanika, odnosno jedan ispitanik je kao odgovor naveo da baterije sakuplja kod kuće i čeka da se pojavi mesto za reciklažu, dok je drugi ispitanik (0,9%) takođe rekao da baterije sakuplja kod kuće (grafikon 2).

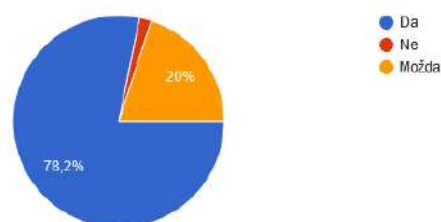


Grafikon 2. Postupanje sa istrošenim baterijama

Određeni supermarket su postavili punktove za odlaganje baterija, narednim pitanjem biće provereno da li ispitanici znaju za navedene punktove. Istraživanje je pokazalo da čak 50,9% ispitanika ne zna da u Lidl ili Maxi marketima postoje mesta za odlaganje baterija, dok je 41,8% ispitanika upoznat sa time. Za ove punktove se do sada nije interesovalo 7,3% ispitanika.

Najveći broj ispitanika, 25,5% smatra da nije informisano o uticaju otpadnih baterija na životnu sredinu, dok 22,7% ispitanika smatra da nije uopšte informisano. Za navedenu temu, 20% ispitanika se nije interesovalo, dok je sa uticajem otpadnih baterija po životnu sredinu upoznato 15,5% ispitanika, odnosno u potpunosti upoznato 16,4%.

Promena životnih navika igra važnu ulogu kada je reč o otpadnim baterijama, stoga se 78,2% ispitanika izjasnilo da bi bili voljni da ulože više novca za kupovinu punjivih baterija i punjača, kako bi redukovali količinu otpadnih jednokratnih baterija, na ovaj korak bi se možda odlučilo 20% ispitanika, dok 1,8% ispitanika ne bi izdvojili više novca za kupovinu punjivih baterija i punjača (Grafikon 3).



Grafikon 3. Promena životnih navika ispitanika i izdvajanje više novca za punjive baterije i punjače

7. ZAKLJUČAK

Otpadne baterije predstavljaju ozbiljan ekološki i zdravstveni izazov zbog svojih opasnih karakteristika. Specifični tokovi otpada, uključujući baterije, zahtevaju posebno upravljanje zbog njihove toksičnosti i dugoročnih posledica na životnu sredinu i ljudsko zdravlje. Baterije sadrže teške metale kao što su kadmijum, olovo i živa, koji mogu kontaminirati tlo, vodu i vazduh, uzrokujući zdravstvene probleme poput oštećenja kostiju, bubrežnih oboljenja i respiratornih smetnji.

Smanjenje uticaja baterija na životnu sredinu može se postići kroz nekoliko ključnih strategija: prelazak sa jed-

nokratnih na punjive baterije, pravilno skladištenje i upotreba baterija, kao i unapređenje tehnologija i infrastrukture za reciklažu. Edukacija javnosti o važnosti pravilnog odlaganja baterija, razvoj tehnologija za poboljšanje reciklaže, izgradnja odgovarajuće infrastrukture i implementacija zakona i ekonomskih mera su od suštinskog značaja za smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu.

Na osnovu rezultata istraživanja, može se izvesti nekoliko ključnih zaključaka o stavovima i ponašanju stanovnika Vojvodine u vezi sa upotrebom i odlaganjem otpadnih baterija. Istraživanje pokazuje da velika većina ispitanika (81,8%) prepoznaje štetnost otpadnih baterija za životnu sredinu, uz visoku svest o toksičnosti kadmijuma, olova i žive (93,6%). Međutim, postoji nesklad između ove svesti i stvarnog ponašanja, budući da 62,7% ispitanika odlaže istrošene baterije zajedno sa drugim otpadom. Ovaj nesklad ukazuje na potrebu za dodatnom edukacijom i jačanjem infrastrukture za selektivno odvajanje baterija. Takođe, polovina ispitanika (50,9%) nije upoznata sa mestima za odlaganje baterija, što dodatno naglašava potrebu za poboljšanjem dostupnosti informacija. Pozitivan znak je što je 78,2% ispitanika spremno da uloži dodatna sredstva u punjive baterije radi smanjenja količine otpadnih baterija, a većina (87,3%) bi poštovala zakon o pravilnom odlaganju baterija, ukoliko bi on postojao. Ovo sugerise da postoji velika potreba za jačanjem zakonskog okvira i obavezama koje bi regulisale pravilno odlaganje otpadnih baterija.

8.LITERATURA

- [1] Danino-Perraud, Raphaël . 2020. *The Recycling of Lithium-Ion Batteries: A Strategic Pillar for the European Battery Alliance*. Ifri.
- [2] Bhatt, Anand, Maria Forsyth, Ray Withers, i Guoxiu Wang. 2016. *Technology & the future: How a battery works*. 25 February. <https://www.science.org.au/curious/technology-future/batteries>.
- [3] McComb, Gordon, i Earl Boysen. 2007. *Elektronika za neupućene*. Mikro knjiga.
- [4] Pokimica, Nebojša, Slobodan Morača, i Katarina Nedeljković Bunardžić. 2021. *Analiza sakupljanja i upravljanja baterijama i sijalicama u Republici Srbiji*. NALED.
- [5] Hrustalev, D.A. 2003. *Аккумуляторы*. Изумруд.н.д. <https://www.skileurope.com/rs/upotreba-alatke/glavne-razlike-između-tehnologija-baterija.html>.
- [6] Đorđević, Ljiljana, Nebojša Redžić, Nada Radovanović, Goran Jovanović, i Elizabeta Embeli. 2022. *Upravljanje otpadom u Republici Srbiji u periodu 2021-2021. godine*. Republika Srbija, Ministarstvo zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine.
- [7] Kuchhal, Piyush, i Umesh Chandra Sharma. 2017. „BATTERY WASTE MANAGEMENT.“ *U ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ENGINEERING VOLUME 5*, autor Bhola Gurjar, Umesh Chandra Sharma i Neetu Singh, 141-155.
- [8] Mudgal, Shailendra, Yannick Le Guern, Benoît Tinetti, Augustin Chanoine, Sandeep Pahal, i François Witte. 2011. *Comparative Life-Cycle Assessment of nickel-cadmium (NiCd) batteries used in Cordless Power Tools (CPTs) vs. their alternatives nickel-metal hydride*

(NiMH) and lithium-ion (Li-ion) batteries. European Commission – DG ENV.

- [9] Stojanov, Aleksandar, i Dragan Ugrinov. 2010. „Problematika prikupljanja i reciklaže istrošenih olovnihi akumulatora.“ *Zaštita materijala* 51 (4): 245-249.

Kratka biografija:



Jovana Čugalj, rođena 03.09.1997. godine u Vukovaru, Hrvatska. Osnovne studije započela je 2016. godine na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine. Nakon završetka osnovnih studija, iste godine upisuje master akademske studije na istom fakultetu, na studijskom programu Mašinsko inženjerstvo. Po završetku master studija, nastavlja obrazovanje na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, upisavši master studije iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine. Od oktobra 2023. godine angažovana je na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ kao saradnik u nastavi za užu naučnu oblast Inženjerstvo zaštite životne sredine.



Bojan Batinić (1981) je vanredni profesor na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine u Novom Sadu. Dosađnji 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 17 radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, kao i preko 60 saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.



МОДЕРНИЗАЦИЈА АУТОМАТСКОГ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ДЕОДОРИЗАЦИЈУ УЉА У ФАБРИЦИ ДИЈАМАНТ

MODERNIZATION OF THE AUTOMATIC OIL DEODORIZATION PLANT IN THE DIJAMANT FACTORY

Милош Радовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – У овом раду анализирано је аутоматско постројење за деодоризацију уља у оквиру фабрике Дијамант. Сагледани су постојећи недостаци система, на основу којих је предложена нова хардверска конфигурација, која укључује Siemens PLC 1500 и HMI touch panel. Урађен је нови софтвер у развојном окружењу TIA Portal v17, као и потпуно нова визуализација система за HMI уређај, која омогућава оператерима непосредно управљање системом директно из визуализације. Циљ ове визуализације је да замијени постојећу синоптичку таблу. Сви елементи су детаљно тестирани и пуштени у рад, након чега су изведени одговарајући закључци на основу резултата тестирања.

Кључне речи: деодоризација, PLC, визуализација, HMI уређај, TIA Portal v17

Abstract – This paper analyzes the automatic oil deodorization plant within the Dijamant factory. The existing system deficiencies were identified, based on which a new hardware configuration was proposed, including the Siemens PLC 1500 and HMI touch panel. A new software was developed in the TIA Portal v17 development environment, along with a completely new system visualization for the HMI device, enabling operators to directly control the system from the visualization itself. The goal of this visualization is to replace the existing synoptic panel. All elements were thoroughly tested and put into operation, after which appropriate conclusions were drawn based on the results.

Keywords: deodorization, PLC, visualization, HMI device, TIA Portal v17

1. УВОД

Аутоматизована индустрија представља један од најзначајнијих корака у савременом индустријском развоју, с обзиром на њену способност да значајно побољша ефикасност, прецизност и сигурност производних процеса. Развој технологија аутоматског управљања омогућава оптимизацију и контролу сложених система, што резултира смањењем трошкова и повећањем продуктивности. У контексту

процесне индустрије, која укључује секторе попут постројења за деодоризацију, приказаног у овом раду, ове технологије су од изузетне важности. Аутоматизовани системи доприносе побољшању квалитета производа, повећању сигурности и смањењу оперативних трошкова. Они омогућавају прецизно управљање и надгледање сложених процеса, што је кључно за одржавање досљедности и високих стандарда квалитета у производњи.

Овај пројекат је заснован на жељи да се постојеће аутоматизовано постројење за деодоризацију уља модернизује. Циљ је био да се изабере савременија хардверска структура, која је укључивала PLC и HMI уређај. Такође, развијен је нови побољшани софтвер, као и визуализација система. Овим новим приступом омогућено је лакше надгледање система и управљање процесом, што у великој мјери доприноси ефикаснијем функционисању постројења.

2. ПРОЦЕС ДЕОДОРИЗАЦИЈЕ

Деодоризација је један од кључних процеса у преради уља и масти, чији је циљ уклањање нежељених мириса, укуса и испарљивих супстанци које могу утицати на квалитет финалног производа. Овај процес је веома важан у прехрамбеној индустрији, нарочито у производњи биљних уља [1].

Основни принципи деодоризације

Деодоризација је процес дестилације при високим температурама и под вакуумом. Током овог процеса, испарљиве материје које узрокују нежељене мирисе, као што су слободне масне киселине, пероксиди, алдехиди и кетони, уклањају се из уља. Употреба високих температура омогућава испаравање ових једињења, док вакуум помаже у смањењу температуре на којој се оне испаравају, чиме се смањује могућност оксидације и деградације самог уља.

Фазе процеса

Процес деодоризације се одвија у неколико фаза:

1. Претходно загријавање уља – Уље се загријава до оптималне температуре за деодоризацију, обично између 180°C и 260°C, у зависности од врсте уља и захтјева процеса.

2. Примјена вакуума – Како би се омогућило испаравање нежељених једињења при нижим

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Ласло Тарјан, ванр. проф.

температурама и смањила могућност оксидације, у деодоризатору се одржава низак притисак.

3. Проток инертног гаса – Често се током деодоризације користи инертни гас (најчешће водена пара) како би се олакшало испаравање испарљивих једињења и њихово уклањање из уља.

4. Хлађење уља – Након што су испарљива једињења уклоњена, уље се хлади како би се стабилизовало и припремило за даљу обраду или паковање.

Важност контроле параметара

Током процеса деодоризације, кључно је одржавати прецизну контролу температуре, времена задржавања уља у деодоризатору, као и притиска и протока инертног гаса. Погрешна подешавања могу довести до губитка квалитета уља, као што су нежељена промјена боје, губитак хранљивих материја (посебно токоферола и других антиоксиданата), или чак стварање нових нежељених једињења.

Управо због велике осјетљивости овог процеса, деодоризација се сматра једном од најкомплекснијих фаза у производњи биљних уља. Одговарајуће поставке и прецизна контрола параметара могу значајно утицати на финални квалитет производа.

2.1. Процес деодоризације у фабрици Дијамант

У модерним постројењима, у која спада и постројење за деодоризацију уља у фабрици Дијамант, процес деодоризације је у великој мјери аутоматизован и контролисан помоћу напредних система за надзор и управљање. Оператери могу пратити кључне параметре процеса у реалном времену, као што су температура, притисак, ниво инертног гаса и други. Ова аутоматизација омогућава ефикасније управљање процесом и осигурава конзистентан квалитет финалног производа.

У оквиру постројења постоје три карактеристична процеса која ће бити изложена у наставку. Први је *процес деодоризације*, који представља основни корак у обради уља и његовој припреми за коначну употребу. Други важан процес је *промјена сировине*, који се примјењује када у систем улази нова врста сировине, а претходна сировина се повлачи. Овај процес је кључан за одржавање континуитета рада постројења и спречавање контаминације различитих врста уља. Трећи процес је *дренажа*, који се примјењује када је сва улазна сировина обрађена или када је потребно извршити ремонт система. Овај корак је важан за пражњење система и припрему постројења за нови циклус рада или одржавање.

3. ХАРДВЕРСКА КОНФИГУРАЦИЈА СИСТЕМА ПРИЈЕ МОДЕРНИЗАЦИЈЕ

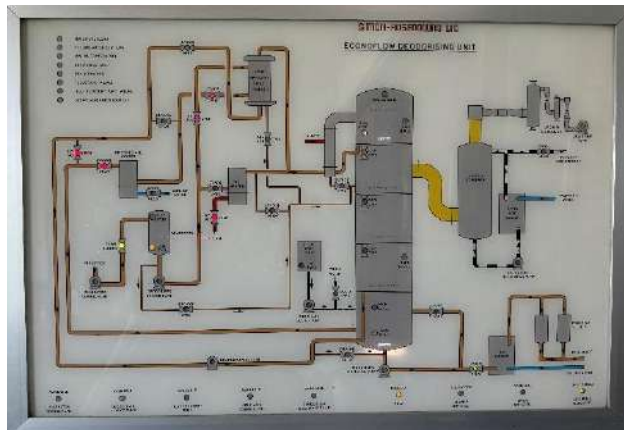
Стара хардверска конфигурација обухватала је Siemens S5 PLC, који је познат по својој поузданости и робусности у индустријској аутоматизацији. Овај PLC је био значајан за своје вријеме због своје способности да управља сложеним процесима и интегрише разне системе. У систему су постојали логери за приказивање вриједности температура одговарајућих дијелова система, вакуума и нивоа

напуњености резервоара и етажа, што је омогућавало прецизно праћење стања у постројењу. Такође, постојали су и засебни регулатори за регулацију температура и нивоа у систему, који су омогућавали тачно управљање и одржавање потребних параметара. Изглед старе конфигурације је приказан на слици 1.



Слика 1. Изглед старе конфигурације система

За процесно вријеме коришћен је Unitronics M-90 тајмер, који је обезбиједио прецизно мјерење и контролу времена процеса. У старој конфигурацији није била присутна интерактивна визуализација, већ је систем посједовао само синоптичку таблу, која је приказана на слици 2.



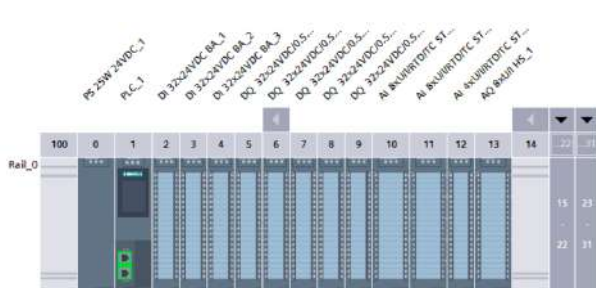
Слика 2. Изглед синоптичке табле

4. ХАРДВЕРСКА КОНФИГУРАЦИЈА СИСТЕМА ПОСЛИЈЕ МОДЕРНИЗАЦИЈЕ

У оквиру нове хардверске конфигурације система, за програмабилни логички контролер изабран је Siemens PLC 1513-1 PN, који припада S7-1500 серији контролера [2]. Овај PLC је изузетно поуздан и моћан уређај, дизајниран за напредне аутоматске системе. PLC 1513-1 PN има високу процесорску снагу, подршку за PROFINET комуникацију, и веома брзу обраду података, што га чини идеалним за сложене индустријске апликације. Због ових перформанси омогућено је да се избаце регулатори као и тајмер, који су раније били коришћени у систему, а њихове функционалности које су обављали де се интегришу у новом програмском коду овог PLC-а. Поред PLC-а, у нову конфигурацију је изабрано напајање 25W 24VDC за напајање компоненти које су поредане на

шини, као што су PLC и одговарајуће аналогне и дигиталне картице за прикупљање и обраду података са сензора и актора:

- Три картице дигиталних улаза, свака са по 32 улаза, што омогућава повезивање великог броја дигиталних сензора и прекидача.
- Пет картица дигиталних излаза, такође свака са по 32 излаза, омогућавајући контролу бројних извршних уређаја као што су електромагнетни вентили, релеји и пумпе.
- Двије картице аналогних улаза са по 8 улаза на свакој, те једна картица аналогних улаза са 4 улаза, омогућавајући повезивање уређаја који шаљу аналогне сигнале, попут сонди и мјерних инструмената.
- Једна картица аналогних излаза са 8 излаза, омогућавајући контролу уређаја који раде на основу аналогних сигнала, као што су пропорционални вентили.



Слика 3. Изглед конфигурације PLC система

Такође, изабран је и HMI TP1500 Comfort Touch Panel, који представља врло моћан уређај за визуализацију и управљање процесима [3]. Овај панел има екран осјетљив на додир величине петнаест инча, високу резолуцију и подршку за напредне визуализацијске функције. Поседује моћан процесор који омогућава брзу и ефикасну обраду графике, као и интерфејс који подржава више протокола комуникације. Овај HMI уређај значајно олакшава оператерима праћење и управљање системом директно са екрана. Изглед HMI уређаја је приказан на слици 4.



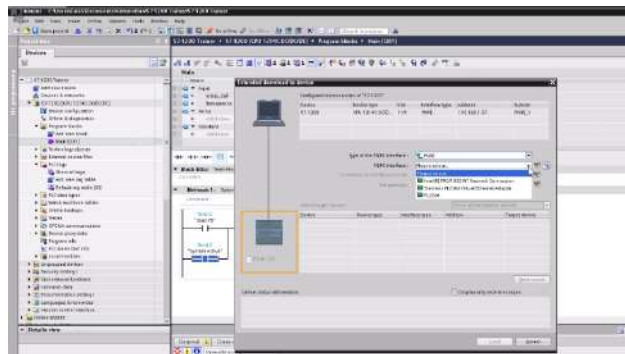
Слика 4. Изглед HMI Comfort Touch Panel-a

Визуализација цјелокупног процеса је у потпуности израђена на HMI уређају, тако да су сви логери, контролери и тајмери из старог система избачени,

што је поједноставило конфигурацију и одржавање система.

5. PLC ПРОГРАМ

За израду овог пројекта одлучено је да се користи TIA Portal v17 развојно окружење приказано на слици 5. TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) v17 представља моћно развојно окружење које омогућава инжењерима да пројектују, програмирају и визуализују аутоматизоване системе у индустрији на јединственом и интегрисаном интерфејсу.



Слика 5. Изглед TIA Portal v17 развојног окружења

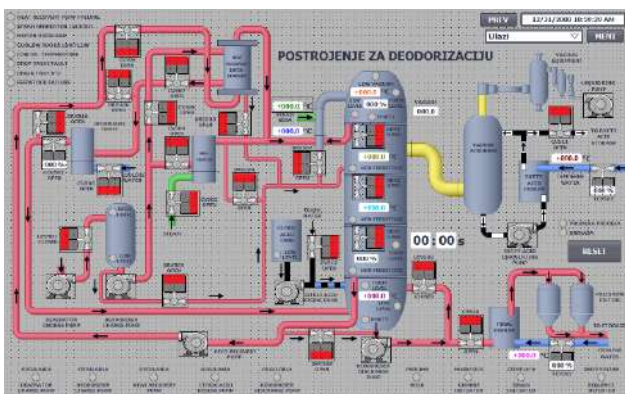
Програм је урађен у програмском језику Ladder Diagram (LAD), познатом по својој једноставности и примјени релејне логике. Овај језик је погодан за кориснике који су упознати са класичним електричним шемама и релејним склоповима, чиме омогућава једноставну визуализацију процеса управљања. Програм је структуриран кроз пут-корак дијаграм (Step Sequence Diagram), који омогућава прегледност и ефикасно праћење процеса кроз појединачне кораке. Ово је од велике важности јер се у систему управља радом пумпи и вентила чији је редослијед укључивања/искључивања у случају пумпи и отварања/затварања у случају вентила пресудан фактор у правилном кретању и финалном квалитету сировина које пролазе кроз процес деодоризације.

6. ВИЗУАЛИЗАЦИЈА СИСТЕМА

Визуализација система је кључан дио модерних аутоматизованих процеса који омогућава оператерима да на једноставан и интуитиван начин управљају и прате рад система у реалном времену. Она представља графички приказ свих битних параметара процеса, укључујући стање пумпи, вентила, нивоа сировина, температуре и других критичних вриједности, чиме оператери добијају јасну слику о томе како систем функционише.

У старом систему, визуализација није постојала, што је значајно отежавало рад оператера. Они су били приморани да ручно одлазе на лице мјеста, одврћу вентиле, укључују пумпе и обављају све остале операције физички, што је захтијевало више времена и било подложније људским грешкама. Осим тога, није постојала могућност тренутног праћења свих параметара система, већ само оних најбитнијих, па су се неке ситуације могле занемарити или касно уочити, што је повећавало ризик од неисправности у систему.

Са развојем новог система, у оквиру којег је коришћен TIA Portal v17, визуализација је посебно развијена како би омогућила оператерима да једноставно управљају системом путем HMI touch panel-а. Овај напредни интерфејс омогућава да се сва потребна подешавања и контроле извршавају са једног мјеста, без потребе за физичком интервенцијом на лицу мјеста. Оператер сада може са панела укључити или искључити пумпе, отворати или затворати вентиле једноставним додиром на жељени елемент који отвара нови прозор са одговарајућим тастерима и лампицама које представљају индикаторе стања сензора на вентилима или пумпама. Такође, могуће је управљати и референтним величинама регулатора путем HMI уређаја, као и пратити све главне параметре система попут температуре, нивоа течности и притиска у реалном времену.



Слика 6. HMI визуализација – приказ система

Осим праћења система, визуализација омогућава и унапријед дефинисане аларме који оператерима сигнализирају потенцијалне проблеме у систему. У случају било какве неправилности, аларм се одмах активира, чиме оператери добијају могућност да брзо интервенишу и спријече озбиљније кварове или застоје у процесу. Овај систем алармирања и праћења процеса је значајан напредак у односу на стари начин рада, јер омогућава проактивно управљање и одржавање система.



Слика 6. HMI визуализација – параметри система

7. ПУШТАЊЕ У РАД И ТЕСТИРАЊЕ

Тестирање и пуштање у рад извршено је тако што се прво тестирао сваки вентил и сензор појединачно како би се утврдило да ли су механички исправни и да ли сензори функционише. Сваки сензор је испитан да ли правилно читава вриједности, а затим се преко

визуализације пратило да ли се читавања подударају са приказом на HMI уређају. Поред тога, тестирано је и управљање из визуализације, како би се осигурало да свака команда исправно функционише. У случајевима гдје је утврђено да поједини елементи не раде како треба, они су замијењени новим. Након појединачних тестова, прешло се на тестирање аутоматског режима рада. У овом процесу коришћена је сировина која служи за чишћење система цијеви и резервоара након ремонта. Током овог теста урађене су минималне корекције у софтверу како би се осигурало да све функционише у складу с очекивањима. На крају, када је дошла сировина намијењена за производњу, тестирање је показало да је читав систем за деодоризацију у потпуности функционалан.

8. ЗАКЉУЧАК

Модернизација постројења за деодоризацију у фабрици Дијамант донијела је значајна унапређења, како у погледу технолошког процеса, тако и у оперативном управљању. Увођењем нове хардверске конфигурације на бази Siemens PLC-а 1513-1 PN и HMI TP1500 Comfort Touch Panel-а, омогућено је прецизније и ефикасније управљање процесом. Визуализација је замијенила стари начин управљања, те је рад оператера значајно олакшан. Умјесто ручног управљања вентилима и пумпама са лица мјеста, сада је омогућено једноставно и интуитивно управљање директно са HMI екрана, што је допринијело већој продуктивности и смањењу могућности грешака. Такође, сви регулатори и тајмер су интегрисани у једну компактну цјелину, а управљање њиховим референтним вриједностима је изузетно лако. Ова модернизација је резултирала побољшањем укупне ефикасности и флексибилности процеса, те допринијела унапређењу квалитета рада.

9. ЛИТЕРАТУРА

[1] „Уљарство: Часопис за индустрију биљних уља, масти и протеина“, вол. 46, бр. 1, Технолошки факултет Нови Сад, Институт за ратарство и повртарство, ДОО Индустријско биље, Нови Сад, 2015.

<https://www.tf.uns.ac.rs/download/nauka/publikacije/uljarstvo/uljarstvo-2015-vol-46-broj-1.pdf>

[2] Datasheet Siemens PLC 1513-1 PN

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/842/109752842/att_936139/v4/s71500_cpu1513_1_pn_dtc_manual_en-US_en-US.pdf

[3] Datasheet HMI TP1500 Comfort Touch Panel

<https://support.industry.siemens.com/teddatasheet/?format=pdf&mlfbs=6AV2124-0QC02-0AX1&language=en&caller=SIOS>

Кратка биографија:



Милош Радовић рођен је 1999.године у Сокоцу, Босна и Херцеговина. Дипломски рад под називом „Примена концепта линеаризације по повратној спрези у роботизици“ на Факултету техничких наука одбранио је 2023.године. Контакт: mrialdoosvic@gmail.com

IMPLEMENTACIJA IOT PLATFORME ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE PAMETNIM KUĆNIM SISTEMOM**IMPLEMENTATION OF AN IOT PLATFORM FOR REMOTE MONITORING AND MANAGEMENT OF A SMART HOME SYSTEM**

Dejan Mutavdžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je razvijeni sistem pametne kuće koji obezbeđuje mogućnost praćenja i regulacije osvetljenosti, temperature i vlažnosti vazduha u prostoriji, kao i dozvolu ulaza i detekciju pretnji. Podaci se prikupljaju pomoću ESP32 mikrokontrolera i distribuiraju na internet server preko Arduino IoT Cloud platforme, koja omogućava korisnicima da upravljaju sistemom i prate njegove parametre putem mobilne aplikacije ili računara.

Ključne reči: IoT, pametni kućni sistem, nadzor, upravljanje, mobilna aplikacija

Abstract – This paper presents a developed smart home system that monitors and controls lighting, temperature and air humidity in the room, as well as entrance control and threat detection. Data is collected using an ESP32 microcontroller and distributed to an Internet server via the Arduino IoT Cloud platform, which allows users to manage the system and monitor its parameters through mobile applications or computers.

Keywords: IoT, Smart Home System, Monitoring, Management, Mobile Application

1. UVOD

Neindustrijska automatizacija podrazumeva primenu komponenti i sistema za automatizaciju u svakodnevnim aktivnostima. Razvoj ovakvih sistema proističe iz potrebe za pronalaženjem ravnoteže između tehnološkog napretka i društvenih potreba.

Tehnološki napredak ima ključnu ulogu u razvoju neindustrijske automatizacije. Kroz napredak u mikroelektronici omogućen je razvoj malih, jeftinih i efikasnih senzora, mikrokontrolera i drugih elektronskih komponenti, što je povećalo njihovu dostupnost i olakšalo njihovu primenu izvan industrijskog sektora.

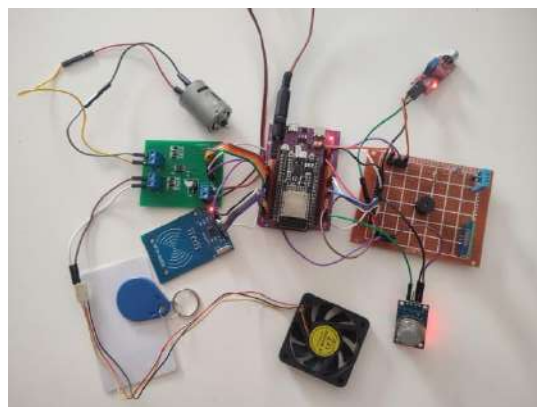
Senzori su omogućili prikupljanje i precizno praćenje podataka iz okruženja, u realnom vremenu. Dok internet stvari i veštačka inteligencija dodatno poboljšavaju ove sposobnosti povezivanjem uređaja na mrežu, gde oni mogu autonomno da komuniciraju i donose odluke na

osnovu prikupljenih podataka, prilagođavajući sisteme prema stvarnim potrebama korisnika.

Pametni kućni sistemi doneli su revoluciju u upravljanju domovima, integrišući različite tehnologije kako bi stvorili povezano okruženje u kojem uređaji međusobno komuniciraju i sarađuju u korist korisnika. Daljinski nadzor i upravljanje sistemima mogu biti ostvareni putem oblaka, gde se podaci skladište, analiziraju i koriste za unapređenje funkcionalnosti sistema. Uređaji u pametnom domu mogu automatski reagovati na promene u okruženju ili na uputstva korisnika, što omogućava visok nivo personalizacije.

2. OPIS SISTEMA

Razvijeni sistem (Slika 1.) obezbeđuje mogućnosti praćenja i regulacije osvetljenosti, temperature i vlažnosti vazduha u prostoriji, kao i dozvolu pristupa, odnosno ulaska u kuću, i detekciju potencijalnih pretnji. Shodno tome, sistem se može podeliti u četiri celine.



Slika 1. Prikaz sistema

Prva celina, za regulaciju osvetljenosti, obuhvata senzor za praćenje osvetljenosti i aktuator kojim se vrši regulacija. Na mobilnoj aplikaciji se korisniku pruža mogućnost praćenja trenutne osvetljenosti koja je podeljena na tri opsega: srednju, slabu i visoku osvetljenost. Korisnik bira režim rada koji može biti ručni ili automatski; u ručnom režimu se aktiviranjem odgovarajućih tastera upravlja radom aktuatora, dok se u automatskom režimu teži ka tome da osvetljenost uvek bude u optimalnom, srednjem nivou. Pored toga, postoje i dodatna podešavanja, koja se odnose na vremenski interval rada u automatskom režimu.

U drugoj celini sistem se bavi regulacijom temperature. Putem senzora prikupljaju se podaci o temperaturi i

NAPOMENA

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gordana Ostojić, red. prof.

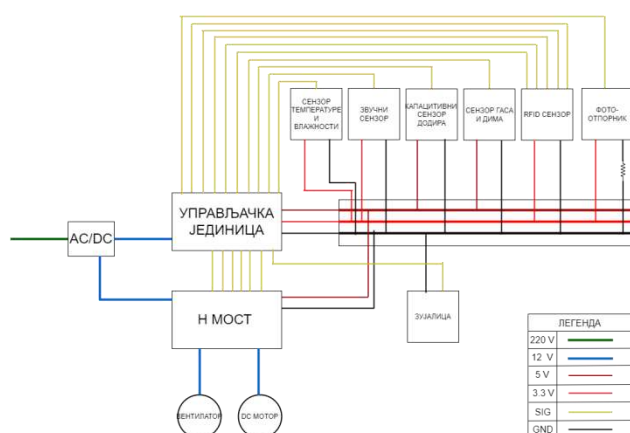
vlažnosti vazduha. Trenutna vrednost temperature se prikazuje na meraču, a na grafičkom prikazu omogućeno je praćenje temperature do 15 dana unazad. Podaci o vlažnosti vazduha se prikazuju na skali i izraženi su u procentima. Regulacija temperature može biti u ručnom i automatskom režimu, a postiže se aktivacijom rashladnog uređaja. U ručnom režimu korisnik aktivira i deaktivira prekidač za regulaciju temperature, dok u automatskom režimu rada zadaje željenu temperaturu.

Treća celina upravlja dozvolom ulaska u kuću i uključuje pametne sisteme za identifikaciju, kao što su RFID (Radio-Frequency Identification) i senzor dodira. Sistem osigurava da samo ovlašćena lica imaju pristup i omogućava praćenje i upravljanje putem mobilne aplikacije i obaveštenja koja prima korisnik.

Četvrta celina zadužena je za detekciju potencijalnih pretnji, kao što su detekcija gasa, dima, pojačane buke i nedozvoljenog ulaza. U slučaju detekcije bilo koje od pomenutih aktivnosti, sistem upozorava korisnike kroz obaveštenja i omogućava brzu reakciju.

3. KOMPONENTE SISTEMA I POVEZIVANJE

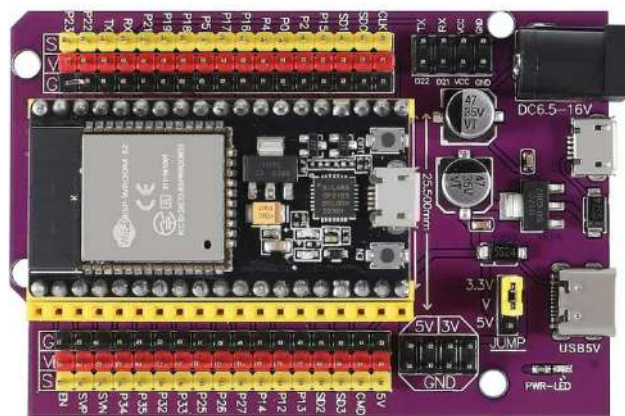
Uspešna implementacija sistema pametne kuće u velikoj meri zavisi od pravilnog izbora odgovarajućih komponenti i njihovog povezivanja u sistem (Slika 2). Svaka komponenta ima određenu ulogu u kreiranju funkcionalnosti i efikasnosti sistema, a njihovo povezivanje zahteva poznavanje tehničkih specifikacija i načina komunikacije.



Slika 2. Blok šema povezivanja sistema

3.1. Upravljačka jedinica - ESP32- WROOM-32

Glavna upravljačka jedinica sistema je ESP32-WROOM-32 razvojna ploča (Slika 3), koja na sebi sadrži ESP32-D0WDQ6 mikrokontroler. Mikrokontroler pruža širok spektar ulazno/izlaznih opcija, uključujući 38 GPIO (General-Purpose Input Output) pinova, koji se mogu konfigurisati za različite funkcije kao što su ulazi/izlazi, PWM (Pulse Width Modulation) izlazi, i komunikacioni interfejsi poput I2C (Inter-Integrated Circuit), SPI (Serial Peripheral Interface), I2S (Inter-IC Sound) i UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Osim toga, modul sadrži i 18 analognih ulaza sa rezolucijom od 12 bita, što omogućava precizno merenje analognih vrednosti.



Slika 3. Upravljačka jedinica [1]

Jedna od glavnih prednosti ovog modula je integrisana podrška za bežičnu komunikaciju. Posедуje Wi-Fi modul koji podržava 802.11 b/g/n standarde kao i Bluetooth 4.2 tehnologiju, što ga čini veoma pogodnim za IoT aplikacije. Mikrokontroler ima dva mikroprocesora, Xtensa LX6, koji mogu raditi na podesivoj frekvenciji procesorskog takta od 80 do 240 MHz. Memorijska konfiguracija uključuje 448 KB ROM (Read-Only Memory) memorije, 520 KB SRAM (Static Random-Access Memory) memorije, i 4 MB ugrađene Flash memorije [1].

3.2. Kapacitivni senzor dodira - TTP223B

Senzor dodira u ovom sistemu ima ulogu upravljanja dozvolom ulaska u kuću. Njegov princip rada zasniva se na kapacitivnosti, što je sposobnost kondenzatora da skladišti električni naboj. Kapacitivni senzor dodira koristi TTP223B mikročip, koji može detektovati promenu kapacitivnosti i generisati digitalni signal.

3.3. RFID modul - MFRC522

Pored kapacitivnog senzora dodira, RFID modul je drugi modul koji upravlja dozvolom ulaska u kuću. Ovaj modul se sastoji od RFID čitača, taga i kartice pomoću kojih se identifikuju korisnici i vrši dozvola pristupa.

Princip rada MFRC522 senzora baziran je na elektromagnetnoj indukciji i bežičnoj komunikaciji putem radio frekvencija, koristeći tehnologiju bliskog polja NFC (Near Field Communication). Kada MFRC522 modul generiše elektromagnetno polje na frekvenciji od 13,56 MHz, ovo polje se širi i služi kao izvor energije za RFID kartice koje se nalaze u njegovom dometu. U trenutku kada kartica uđe u elektromagnetno polje, unutar nje se indukuje struja koja napaja integrisani čip. Aktiviran na ovaj način, čip generiše signal koji nosi jedinstveni identifikacioni broj. S obzirom na to da signal nosi informacije u formi modularane radio frekvencije, prijemnik mora da dekodira signal kako bi dobio UID (Unique Identifier) kartice i prosledio ga upravljačkoj jedinici putem SPI protokola [2].

3.4. Fotootpornik

Da bi omogućili regulaciju osvetljenosti, neophodno je prikupiti podatke o trenutnom nivou osvetljenja u prostoriji. U tu svrhu, za potrebe sistema, korišćen je fotootpornik koji menja svoju otpornost u zavisnosti od intenziteta svetlosti kojoj je izložen. Prikupljanje podataka o nivou osvetljenosti zasniva se na principu naponskog razdelnika, koji se sastoji od dva otpornika povezana

serijski, fotootpornika i fiksnog otpornika, u ovom sistemu sa otpornošću od 10 k Ω .

3.5. Senzor temperature i vlažnosti vazduha - DHT11

Prikupljanje podataka o trenutnoj temperaturi i vlažnosti vazduha obavlja se putem DHT11 senzora. Princip rada senzora zasnovan je na korišćenju dva različita elementa za merenje temperature i vlažnosti vazduha. Za merenje temperature koristi se NTC (Negative Temperature Coefficient) termistor, čija otpornost varira sa promenom temperature. Za merenje vlažnosti vazduha, DHT11 senzor koristi rezistivni metod, koji podrazumeva korišćenje dve elektrode. Mikroprocesor u senzoru meri ove otpornosti i konvertuje ih u vrednosti temperature i vlažnosti vazduha [3].

3.6. Zvučni senzor - KY-038

Jedna od bezbednosnih funkcija ovog sistema je detekcija pojačane buke, a to se postiže pomoću zvučnog senzora KY-038. Ovaj senzor sadrži kondenzatorski mikrofoni koji zvučne signale pretvara u električni signal, koji zavisi od intenziteta zvuka. LM393 ugrađeni čip upoređuje ulazni signal sa referentnim naponom, koji se može podešavati uz pomoć potencijometra.

3.7. Senzor dima i gasa - MQ-2

Pravovremena detekcija pretnji ključna je za prevenciju nezgoda i povećanje sigurnosti sistema. MQ-2 senzor je dizajniran za detekciju različitih gasova, uključujući metan, propan, butan, amonijak, dim i koksni gas. Kada je senzor u dodiru sa gasom, dolazi do hemijskih reakcija koje uzrokuju promene u otpornosti senzora. Ove promene se pretvaraju u električni signal koji je proporcionalan koncentraciji gasova u vazduhu [4].

3.8. Zujalica

U ovom sistemu, zujalica je zadužena za signalizaciju dozvole ulaska u kuću, gde generiše različite zvučne signale u zavisnosti od statusa pristupa. U pitanju je piezoelektrični tip zujalice, koja funkcioniše na osnovu piezoelektričnog efekta i impulsne struje. Unutar zujalice se nalazi piezoelektrični materijal, najčešće keramika, koji se deformiše pri primeni električnog napona. Ova deformacija izaziva vibracije koje se prenose na metalnu ploču ugrađenu u konstrukciju zujalice. Metalna ploča, pod dejstvom vibracija, oscilira i stvara zvučne talase.

3.9. Ventilator

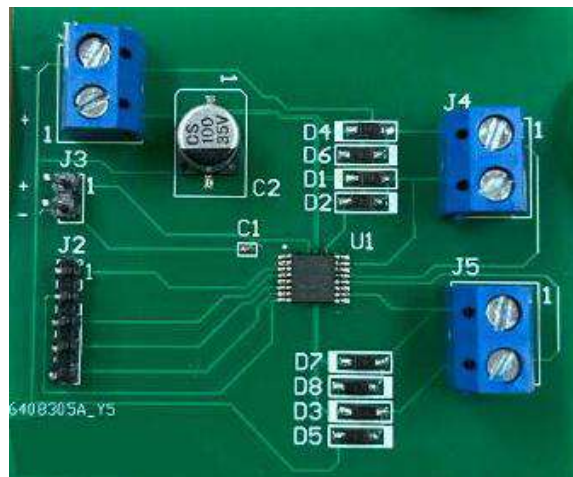
Rashladni uređaj, ventilator, ima ulogu održavanja optimalne temperature i poboljšanja komfora u sistemu pametne kuće. U sistem je integrisan ventilator D50SM – 12 AS, koji vrši regulaciju temperature i poboljšava cirkulaciju vazduha.

3.10. DC motor

U sistemu za regulaciju osvetljenosti, DC motor služi kao aktuator koji omogućava podešavanje nivoa osvetljenosti u prostoriji. Ovaj motor svojim pokretanjem upravlja mehanizmom zavese ili roletne, što omogućava preciznu kontrolu nad količinom prirodne svetlosti koja ulazi u prostoriju.

3.11. H most

H-most je elektronski sklop koji se koristi za upravljanje pravcem i brzinom DC motora. Omogućava motoru da menja smer obrtanja i brzinu u zavisnosti od impulsa koje dobija. Za upravljanje ventilatorom i DC motorom koristi se razvijena PCB (Printed Circuit Board) pločica (Slika 4) koja ima za cilj implementaciju H-mosta sa mogućnošću upravljanja sa dva motora. Dizajn PCB pločice i električne šeme realizovan je u softveru Altium Designer.



Slika 4. Prikaz PCB pločice H mosta

3.12. Eksterno napajanje – AC/DC ispravljač

Napajanje sistema obezbeđuje se preko AC/DC ispravljača, koji pretvara naizmeničnu struju iz električne mreže u jednosmernu struju. Ispravljač stabilizuje izlazni napon kako bi se obezbedila konstantna i pouzdana struja za napajanje upravljačke jedinice, čime se osigurava pravilan i siguran rad celokupnog sistema. Izlazni napon ispravljača je 12 V sa maksimalnom strujom od 5 A.

4. RAZVOJ UPRAVLJAČKOG PROGRAMA

Za razvoj upravljačkog programa u ovom sistemu odabrana je Arduino Cloud platforma [5], koja predstavlja integrisano okruženje za razvoj, implementaciju i upravljanje IoT sistemima putem oblaka. Arduino Cloud platforma funkcioniše kroz integraciju sa Arduino IoT Cloud-om, centralnom platformom u oblaku, koja omogućava povezivanje, upravljanje i nadzor IoT uređaja na daljinu, putem interneta. Platforma je zadužena za prikupljanje, skladištenje i obradu podataka u realnom vremenu, koji se šalju iz upravljačke jedinice. Takođe, oblak omogućava definisanje promenljivih, logike i pravila koja određuju kako sistem reaguje na različite promene.

4.1. Podešavanje okruženja

Podešavanje okruženja na Arduino Cloud platformi započinje pristupanjem sajtu i registracijom novog korisnika. Nakon čega se preuzima i instalira Arduino Cloud Agent, koji omogućava prepoznavanje uređaja povezanih putem USB-a, serijsku komunikaciju i programiranje. Nakon instalacije, korisnik može dodati novi uređaj u sekciji Devices, gde se za ESP32 WROOM 32 mikrokontroler bira odgovarajuća opcija. U procesu konfiguracije uređaja unosi se naziv, generiše tajni ključ i identifikacioni broj.

Zatim se projekt konfigurira u sekciji Things, gde se dodaju promenljive i uređaji. Promenljive su sinhronizovane sa oblakom i mogu biti različitih tipova, od osnovnih do kompleksnih. Takođe, u ovoj fazi se uređaj povezuje sa Wi-Fi mrežom unosom odgovarajućih parametara, čime se omogućava komunikacija između uređaja i Arduino IoT Cloud-a.

Nakon svih podešavanja, platforma automatski generiše skicu koja sadrži programski kod neophodan za upravljanje uređajem i povezivanje sa oblakom. Sistem takođe generiše potrebne datoteke za sinhronizaciju promenljivih i mrežnih parametara, omogućavajući stabilnu komunikaciju i dalji razvoj sistema.

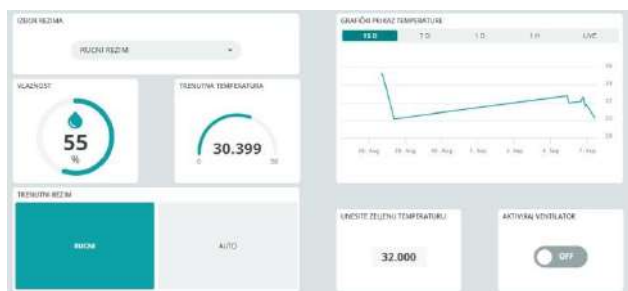
4.2. Programski kod

Programski kod za upravljanje pametnim kućnim sistemom, koji omogućava regulaciju osvetljenosti, temperature i vlažnosti vazduha, kao i kontrolu pristupa i detekciju pretnji, razvijen je na Arduino Cloud platformi u okviru sekcije Sketch, u datoteci sa ekstenzijom .ino, standardnom za Arduino IDE okruženje. Ovaj kod je zasnovan na pojednostavljenom C/C++ jeziku, sa bibliotekama specifičnim za rad sa Arduino uređajima. Kod je podeljen u tri celine. Prva celina uključuje dodavanje biblioteka za rad sa senzorima i RFID modulom, kao i definisanje pinova i globalnih promenljivih koje povezuju fizičke komponente sistema. Druga celina, unutar funkcije void setup(), izvršava se jednom, prilikom pokretanja koda i podešava komunikacije (serijsku i SPI), inicijalizuje senzore i uspostavlja internet vezu sa Arduino IoT Cloud-om. Treća celina sadrži glavnu logiku programa unutar funkcije void loop(), koja obrađuje podatke sa senzora i upravlja različitim funkcijama sistema, kao što su rad ventilatora i motora, na osnovu očitanih vrednosti i korisničkih unosa.

5. KONTROLNA TABLA I MOBILNA APLIKACIJA

Arduino Cloud platforma omogućava lako praćenje i upravljanje sistemom putem kontrolne table, koja se sastoji od jedne ili više ikonica koje su direktno povezane sa promenljivama sistema i ažuriraju svoje stanje pri promeni njihove vrednosti.

Kontrolne table omogućuju praćenje i upravljanje sistemom pomoću računara (Slika 5), a istovremeno definišu i njihov izgled u mobilnoj aplikaciji. Mobilna aplikacija Arduino IoT Cloud Remote omogućava jednostavan pristup i upravljanje sistemom sa bilo kog mesta, uz internet konekciju. Nakon instalacije aplikacije na mobilni telefon i prijavljivanja na već registrovani Arduino IoT Cloud nalog, aplikacija automatski sinhronizuje sve postojeće kontrolne table (Slika 6).



Slika 5. Kontrolna tabla za regulaciju temperature



Slika 6. Kontrolna tabla za regulaciju temperature u mobilnoj aplikaciji

Sistem takođe pruža mogućnost upozoravanja korisnika na različite aktivnosti putem obaveštenja, što omogućava brzu reakciju na potencijalne pretnje.

6. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad je predstavljen uspešno razvijen pametan kućni sistem, sa fokusom na osnovne pojmove neindustrijskih sistema i prednosti IoT platformi. Prikazane su komponente sistema, njihova funkcionalnost i povezanost, uključujući praćenje osvetljenosti, temperature, vlažnosti, bezbednosti kroz detekciju pretnji i upravljanje pristupom. Razvijen je programski kod u Arduino Cloud okruženju, koji omogućava integraciju svih komponenti sa korisničkim interfejsom i omogućava daljinski nadzor putem mobilne aplikacije Arduino IoT Cloud Remote.

Dalje istraživanje može uključivati dodavanje novih perifernih uređaja za bolju regulaciju osvetljenosti, unapređenje sigurnosti korišćenjem video nadzora i analize u realnom vremenu, kao i integraciju virtuelnih asistenata poput Alexa i Google Home za lakše upravljanje sistemom glasovnim komandama.

7. LITERATURA

- [1] Espressif, Mikrokontroler ESP32-WROOM-32, https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf.
- [2] Probots, RFID modul MFRC522, <https://probots.co.in/rc522-rfid-mifare-reader-writer-13-56mhz-with-keychain-tag.html>.
- [3] Datasheet Hub, Senzor temperature i vlažnosti vazdha DHT11, <https://www.datasheethub.com/dht11-temperature-and-humidity-sensor-module/>.
- [4] Datasheet Hub, Senzor gasa i dima MQ-2, <https://www.datasheethub.com/mq2-gas-sensor-detector-module/>.
- [5] Arduino Cloud <https://cloud.arduino.cc/>.

Kratka biografija:



Dejan Mutavdžić rođen je u Užicu 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike, robotike i automatizacije odbranio je 2024.god.
kontakt: mutavdzic.d99@gmail.com

KOMBINATORNE IGRE COMBINATORIAL GAMES

Jelena Ljiljanić, *Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MATEMATIKA U TEHNICI

Kratak sadržaj – Rad sadrži osobine kombinatornih igara, koje predstavljaju posebnu klasu u matematičkoj teoriji igara. Definišu se glavni elementi ovih igara i navodi osnovna podela. Takođe, prolazi se kroz različite primere ovih igara, kao i kroz različite načine analize pozicija i strategija u igri.

Ključne reči: Igra, pozicija, strategija

Abstract - The paper presents the characteristics of combinatorial games, which represent a special class in the mathematical game theory. The main elements of these games are defined, and the basic classification is provided. Additionally, various examples of these games are discussed, along with different methods of analyzing positions and strategies in the game.

Keywords: Game, position, strategy.

1. UVOD

Kombinatorne igre su igre za dva igrača sa savršenim informacijama i bez slučajnih poteza. To znači da su oba igrača u svakom trenutku svesna svih poteza koji su napravljeni i svih informacija koje su dostupne i da nisu dozvoljeni slučajni potezi kao što su bacanje kocke ili deljenje karata. Ishod ovih igara je dobitak za jednog, a gubitak za drugog igrača. Kombinatorne igre određuje skup pozicija, uključujući i početnu poziciju igrača, i skup dozvoljenih poteza između pozicija. Igra se kreće od jedne pozicije do druge, pri čemu se igrači obično smenjuju u potezima, sve dok se ne dostigne terminalna pozicija. Terminalna pozicija je ona iz koje potezi više nisu mogući. Tada se jedan od igrača proglašava pobednikom, a drugi gubitnikom.

2. OSOBINE KOMBINATORNIH IGARA

Za kombinatornu igru sa skupom pozicija X kaže se da je progresivno ograničena ako za svaku početnu poziciju $x \in X$ postoji konačno ograničenje broja poteza do završetka igre. Maksimalan broj poteza od x do završne pozicije označava se sa $B(x)$.

Opšta podela kombinatornih igara je na dve kategorije. Prva kategorija su igre u kojima su pobedničke pozicije i dostupni potezi jednaki za oba igrača, ovakve igre na engleskom nose naziv *impartial*. Druga kategorija su igre u kojima svaki igrač ima različite skupove pobedničkih pozicija ili različiti skup mogućih poteza sa date pozicije, takve igre nose naziv *partizan*[1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Buda Bajić Papuga.

U standardnom obliku kombinatorne igre pobeđuje onaj igrač koji je poslednji odigrao potez. Igre u kojima igrač koji je poslednji odigrao potez gubi nazivaju se *misère*.

2.1. P- i N-pozicije kod *impartial* igara

Za bilo koju *impartial* kombinatornu igru, definišemo sa N skup pozicija koje igraču koji je na redu mogu garantovati pobedu-takve pozicije nazivamo N-pozicijama. Skup pozicija sa kojih svaki potez vodi ka N-poziciji označavamo sa P , pozicije koje pripadaju ovom skupu mogu garantovati pobedu prethodnom igraču i nazivamo ih P-pozicije. Svaka moguća pozicija u igri je ili P-pozicija ili N-pozicija. Da bismo uspeli da rešimo i analiziramo igru najpre moramo da odredimo koje su to P-pozicije, a koje N-pozicije.

Definicija 1 P-pozicije i N-pozicije su definisane rekursivno sledećim tvrdnjama:

- Sve terminalne pozicije su P-pozicije.
- Sa svake N-pozicije postoji bar jedan potez do P-pozicije.
- Sa svake P-pozicije svaki potez vodi do N-pozicije.

Nakon pravilno određenih P-pozicija i N-pozicija, lako uočavamo da je strategija pomeranja ka P-pozicijama zapravo pobednička strategija[2].

Teorema 1 U progresivno ograničenoj *impartial* kombinatornoj igri u standardnom obliku, sve pozicije spadaju u $N \cup P$. Dakle, iz bilo koje početne pozicije, jedan od igrača ima pobedničku strategiju.

3. NIM

3.1. Igra Oduzimanja

Igra Oduzimanja spada u *impartial* kombinatorne igre. Neka se na gomili na stolu nalazi n žetona, $n \in \mathbb{N}$, i neka je S skup pozitivnih celih brojeva manjih od n . Pravila igre su sledeća: imamo dva igrača (igrača I i igrača II), koji igraju naizmenično, potez svakog igrača se sastoji u tome da iz gomile od n žetona uzme s žetona, gde $s \in S$. Igrač koji uzme poslednji žeton pobeđuje. Za bilo koje $n \in \mathbb{N}$ ova igra je progresivno ograničena sa $B(x) = n$. Za analizu ove igre koristimo indukciju unazad.

Zamislamo da se na stolu nalazi 21 žeton, igrač I i igrač II imaju zadatak da naizmenično uzimaju po 1, 2 ili 3 žetona, sve dok na stolu ne ostane nijedan žeton. Dakle, skup $S = \{1, 2, 3\}$, a $n = 21$. Postoji samo jedna terminalna pozicija i to je kada na stolu ostane 0 žetona, po definiciji sledi da je to P-pozicija. Ukoliko na stolu ostane jedan, dva ili tri

žetona igrač koji je na redu da povuče potez pobeđuje, te su to N-pozicije. Pretpostavimo da je na stolu ostalo četiri žetona, oni predstavljaju gubitak za igrača koji je naredni na potezu, ali i pobeđu za prethodnog igrača. Zaključujemo da je slučaj kada na stolu ostanu četiri žetona P-pozicija. Vidimo da će nam pozicije kada na stolu nakon našeg poteza ostane 0, 4, 8, 12, 16 i 20 žetona doneti pobeđu. Kako broj 21 nije deljiv sa četiri, igrač I uvek može pobediti ako u svom prvom potezu uzme jednu šibicu. Šta god igrač II uradio, igrač I može pobediti tako što će uvek uzimati onoliko žetona koliko je potrebno da na stolu ostane broj žetona deljiv sa 4.

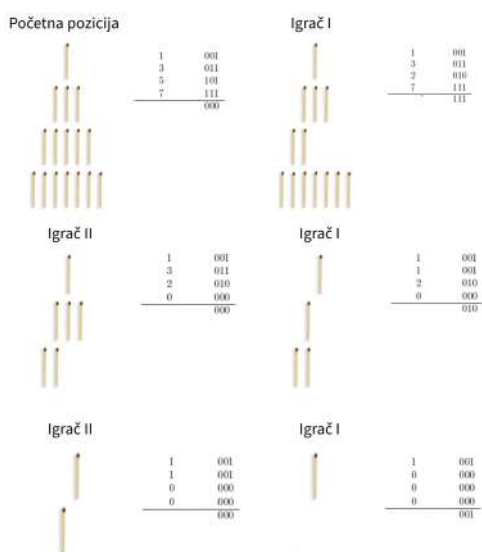
3.2. Igra Nim i pojam Nim-zbira

Na samom početku igre se na stolu nalazi nekoliko gomila šibica, svaka od tih gomila sadrži konačan broj šibica. Dozvoljeni potezi ove igre su sledeći: igrači naizmenično sklanjaju pozitivan broj šibica iz koje god gomile žele. Dakle, dozvoljeno je uzeti koliko god šibica želeli sa gomile koju odaberete, ali za vreme jednog poteza nije dozvoljeno uzimati šibice sa različitih gomila. Pobednik je onaj koji uzme i poslednju šibicu. Poziciju u igri ćemo označavati sa $(x_1, x_2, \dots, x_k)$. Ovo znači da postoji k gomila šibica i da se u prvoj gomili nalazi x_1 šibica, u drugoj x_2 šibica, i tako dalje. Nim-zbir brojeva se nalazi predstavljanjem brojeva u bazi dva i korišćenjem sabiranja sa modulom dva na odgovarajućim komponentama[3].

Definicija 2 Nim-zbir brojeva $x = (x_m x_{m-1} \dots x_1 x_0)_2$ i $y = (y_m y_{m-1} \dots y_1 y_0)_2$ je broj $z = (z_m z_{m-1} \dots z_1 z_0)_2$. Pišemo $(x_m x_{m-1} \dots x_1 x_0)_2 \oplus (y_m y_{m-1} \dots y_1 y_0)_2 = (z_m z_{m-1} \dots z_1 z_0)_2$, gde je $z_k \equiv_2 x_k + y_k$, $k = 1, \dots, m$, $a \equiv_2$ ostatak pri deljenju sa dva.

Teorema 2 Pozicija $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ igre Nim je P-pozicija ako i samo ako je Nim-zbir njenih komponenti jednak nuli, tj. ako je $x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_k = 0$.

Primer 1



Slika 1: Pobeda igrača II u igri Nim

Na stolu se se 16 šibica raspoređenih u 4 gomile. Stavimo se u ulogu igrača II i pokušajmo da dobijemo ovu igru konstantnim prelaženjem na P-pozicije, odnosno pozicije čije je Nim-zbir jednak nuli. Na slici 1 je predstavljen tok cele partije igre Nim, potezi igrača I su u potpunosti slučajni, dok su potezi igrača II prelazi na P-pozicije.

4. GRAFIČKO PREDSTAVLJANJE IGARA I SPRAG-GRANDIJEVA FUNKCIJA

Pojedine kombinatorne igre možemo predstaviti i uz pomoć usmerenog grafa. To se postiže identifikovanjem pozicija u igri sa čvorovima grafa i poteza igre sa putevima u grafu. Dakle, za usmereni graf $G = (X, F)$ skup X će biti skup pozicija u igri, dok će F biti funkcija i za svako $x \in X$, $F(x) \subset X$ će predstavljati pozicije na koje igrač može da se pomeri sa pozicije x . Pozicije koje pripadju skupu $F(x)$ nazivamo sledbenicima pozicije x . Ukoliko je $F(x) = \emptyset$ pozicija x je terminalna pozicija. Kao i do sada imamo dva igrača, igrača I i igrača II, oni se naizmenično smenjuju u potezima i uzmimo da prvi igra igrač I. Kod igara na grafovima potrebno je najpre odrediti početnu poziciju $x_0 \in X$, dalje se sledi sledeće pravilo: na poziciji x igrač koji je na redu da igra bira poziciju $y \in F(x)$. Onaj igrač koji se nađe na terminalnoj poziciji u svom potezu i stoga ne može dalje da igra, gubi.

4.1. Sprag-Grandijeva funkcija

Pored P- i N- pozicija za analizu igara na grafovima može se koristiti i Sprag-Grandijeva funkcija.

Definicija 3 Sprag-Grandijeva funkcija grafa $G = (X, F)$ je funkcija g definisana na X , koja uzima nenegativne celobrojne vrednosti tako da:

$$g(x) = \min\{n \geq 0 : n \neq g(y) \text{ za } y \in F(x)\}.$$

Funkciju g možemo definisati i preko minimalnog isključnog elementa kao:

$$g(x) = \text{mex}\{g(y) : y \in F(x)\}.$$

Način na koji se Sprag-Grandijeva funkcija koristi za analizu igara na grafovima je sledeći: sve pozicije x za koje važi da je $g(x) = 0$ su P-pozicije, sve pozicije za koje to ne važi su N-pozicije. Pobednička strategija jeste pri svakom potezu izabrati put koji vodi do čvora sa vrednošću Sprag-Grandijeve funkcije jednakoju nuli[1].

Pretpostavimo da imamo dato n progresivno ograničenih grafova: $G_1 = (X_1, F_1), G_2 = (X_2, F_2), \dots, G_n = (X_n, F_n)$. Kombinacijom ovih grafova dobijamo novi graf $G = (X, F)$, u oznaci $G = G_1 + G_2 + \dots + G_n$, koji nazivamo sumom grafova $G_1, G_2, \dots, G_n$.

Teorema 3 Ako je g_i Sprag-Grandijeva funkcija grafa G_i , $i = 1, \dots, n$, tada i suma grafova $G = G_1 + G_2 + \dots + G_n$ ima Sprag-Grandijevu funkciju i ona je definisana kao $g(x_1, \dots, x_n) = g_1(x_1) \oplus \dots \oplus g_n(x_n)$.

5. IGRE OKRETANJA NOVČIĆA

Posebnu klasu *impartial* kombinatornih igara čine igre okretanja novčića. U ovim igrama imamo dat konačan niz novčića, od kojih svaki pokazuje glavu ili pismo. Potezi ove igre se sastoje u okretanju novčića sa glave na pismo i obrnuto. Kako bi postojala garancija da će se igra završiti u

konačnom broju poteza imamo završni uslov koji kaže da krajnji desni novčić prilikom okretanja mora preći sa glave na pismo. Konačni cilj igre je postići da su svi novčići okrenuti na istu stranu, bila to glava ili pismo, i onaj igrač koji povuče poslednji potez pobeđuje.

Jedan od primera ovakvih igara jeste igra pod nazivom Lažne kornjače (eng. *Mock Turtle*). Horizontalni red od n novčića raspoređen je tako da neki od njih pokazuju glavu, a neki pismo. Igraču je dozvoljeno da preokrene jedan, dva ili tri novčića, pri čemu krajnji desni novčić prelazi sa glave na pismo. U primerima ćemo koristiti latinično slovo H za glavu (eng. *head*) i latinično slovo T za pismo (eng. *tails*). Ukoliko, imamo 9 novčića raspoređenih na sledeći način:

T	H	T	T	H	T	T	T	H
0	1	2	3	4	5	6	7	8

dozvoljeni potez za igrača je da na primer okrene novčić na poziciji 4 sa glave na pismo i novčić na poziciji 0 sa pisma na glavu. U vezi traženja SG-vrednosti pozicija koristimo sledeće. Pozicija sa k glava na mestima $x_1, x_2, \dots, x_k$ može se predstaviti kao (disjunktna) suma k igara od kojih svaka ima na tačno jednom mestu novčić koji pokazuje glavu, pri čemu je za $j = 1, 2, \dots, k$ glava u igri j na mestu x_j . Napisaćemo koje su to SG-vrednosti pozicija ove igre kada postoji tačno jedan novčić koji pokazuje glavu i on se nalazi krajnje desno. Ukoliko je glava na mestu 0, ona se može okrenuti na pismo i time preći na terminalnu poziciju pa je SG-vrednost jednaka 1. Glava na mestu 1 može se okrenuti i time dobiti terminalna pozicija ili se nakon okretanja tog novčića može okrenuti i onaj na mestu 0 sa pisma na glavu. Dobija se da je SG-vrednost jednaka 2. Kada novčić na mestu 2 prikazuje glavu nakon okretanja može se dobiti glava na mestu 1, glava na mestu 0, glave na mestima 1 i 0, ili terminalna pozicija. Tada dobijamo da je $g(2) = \text{mex}\{g(1), g(0), g(1) \oplus g(0)\} = \{2, 1, 3\} = 4$.

Primer 2 Igrajmo igru Lažnih kornjača. Zamislimo da se na stolu nalazi 11 novčića okrenutih na sledeći način:

Ovo predstavlja početnu poziciju igre. Određujemo da li je u pitanju P- ili N-pozicija, odnosno određujemo Nim-zbir vrednosti SG-funkcije za mesta na kojima novčići pokazuju glavu. Za računanje koristimo tabelu ???. Kako se u početnoj poziciji novčići koji pokazuju glave nalaze na mestima 2, 3, 4, 6 i 10 računamo Nim-zbir za:

$$g(2) \oplus g(3) \oplus g(4) \oplus g(6) \oplus g(10) = 4 \oplus 7 \oplus 8 \oplus 13 \oplus 21 = 19.$$

Dakle, ovo je N-pozicija, pa po teoremi ??? sledi da igrač I ima pobedničku strategiju. Dajemo primer mogućeg toka igre u kojoj su potezi igrača II u potpunosti slučajni, dok su potezi igrača I takvi da stalno prelazi na pozicije sa Nim-zbirom jednakim nula, tj. na P-pozicije.

Početna pozicija:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	T	H	H	H	T	H	T	T	T	H

$$g(2) \oplus g(3) \oplus g(4) \oplus g(6) \oplus g(10) =$$

$$4 \oplus 7 \oplus 8 \oplus 13 \oplus 21 = 19$$

Igrač I okreće novčiće 10, 3 i 0:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	T	H	T	H	T	H	T	T	T	T

$$g(0) \oplus g(2) \oplus g(4) \oplus g(6) =$$

$$1 \oplus 4 \oplus 8 \oplus 13 = 0$$

Igrač II okreće novčiće 6, 3 i 1:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	H	H	H	H	T	T	T	T	T	T

$$g(0) \oplus g(1) \oplus g(2) \oplus g(3) \oplus g(4) =$$

$$1 \oplus 2 \oplus 4 \oplus 7 \oplus 8 = 8$$

Igrač I okreće novčić 4:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	H	H	H	T	T	T	T	T	T	T

$$g(0) \oplus g(1) \oplus g(2) \oplus g(3) =$$

$$1 \oplus 2 \oplus 4 \oplus 7 = 0$$

Igrač II okreće novčić 0:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	H	H	H	T	T	T	T	T	T	T

$$g(1) \oplus g(2) \oplus g(3) =$$

$$2 \oplus 4 \oplus 7 = 1$$

Igrač I okreće novčiće 3, 2 i 1:

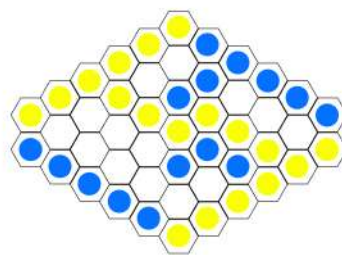
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Svi novčići pokazuju pismo, igrač I je pobednik!

6. HEKS

Kombinatorne igre koje spadaju u grupu *partizan* igara najčešće se prikazuju preko skupa čvorova X koji predstavljaju pozicije igre i preko dva skupa usmerenih grana koje predstavljaju dozvoljene poteze za dva igrača. Jedna od najmlađih ovakvih igara je igra Heks.

Heks se igra na ploči u obliku romba prekrivenog šestouglovima tj. heksagonima. Šestougli od kojih se ploča sastoji se nazivaju ćelije, polja ili heksovi. Igračima se dodeljuju kamenčići, jedan igrač dobija kamenčiće plave boje, a drugi kamenčiće žute boje. Takođe im se dodeljuju i po dve suprotne strane ploče. Igrači naizmenično postavljaju jedan kamenčić svoje boje na prazna polja. Jednom kada se kamenčić postave oni ne smeju da se pomeraju, zamenjuju niti uklanjaju sa ploče. Cilj svakog igrača je da formira niz kamenčića u svojoj boji tako da taj niz poveže njegove dve strane ploče, odnosno da napravi monohromatski prelaz[4].

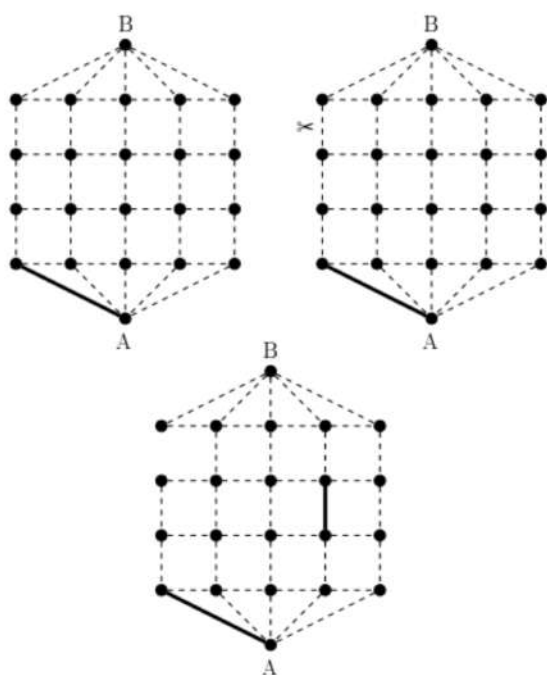


Slika 2: Primer igre u kojoj pobeđuje žuti igrač

Pronalazak poredničke strategije u igri Heks je za sada ostao nerešen problem, osim kada je tabla mala. Ono što se može pokazati jeste da igrač koji prvi pravi potez ima poredničku strategiju i da na ploči prekrivenoj kamenčićima mora postojati tačno jedan niz kamenčića koji spaja naspramne strane prekrivene kamenčićima jednakih boja kao i kamenčići koji prave niz.

7. ŠENONOVA IGRA PREKLAPANJA

Šenonovu igru preklapanja igraju dva igrača, njihova imena na engleskom glase *Cut* i *Short*. Igra se igra na povezanom grafu sa dva izdvojena čvora, ove čvorove obeležimo velikim latiničnim slovima A i B. Dozvoljen potez za igrača *Short* jeste "učvršćivanje" grane u grafu, čime je čini otpornom na sečenje. Dozvoljen potez za igrača *Cut* je da seče granu grafa koja nije učvršćena. *Short* pobeđuje ako uspe da poveže čvorove A i B putem pojačanih grana. *Cut* pobeđuje ako uspe da razdvoji čvorove A i B. Na sledećoj slici dat je prikaz moguća prva tri poteza Šenonove igre preklapanja, u kojoj je prvi na redu *Short*. Sve grane u grafu su predstavljene isprekidanim linijama. Podebljanim linijama prikazane su one grane koje *Short* učvrsti, dok grane koje *Cut* iseče imaju sa svoje leve strane simbol makazica.



Slika 3: Prva tri poteza Šenonove igre preklapanja

Ova igra spada u grupu *partizan* kombinatornih igara. Šenonova igra preklapanja se mora završiti nakon konačnog broja poteza tj. ona je progresivno ograničena i jedan od dvojice igrača mora pobediti. Za ovu igru takođe važi da poredničku strategiju ima onaj igrač koji je prvi na potezu, bilo da je to *Short* ili *Cut*[5].

8. ZAKLJUČAK

U poređenju sa drugim oblastima matematike teorija igara se smatra relativno mladom disciplinom. Kombinatorne igre predstavljaju posebnu grupu matematičkih igara. U radu smo uveli važne alate koji pomažu pri određivanju poredničkih strategija, kao što su Nim-zbir i Sprag-Grandijeva funkcija, čija je upotreba u poredničkim strategijama pojedinih igara ilustrovana u radu.

9. LITERATURA

- [1] T. S. Ferguson, "A Course in Game Theory", World Scientific, 2020.
- [2] A. R. Karlin, Y. Peres, "Game Theory, Alive", *American Mathematical Society*, vol. 101, 2016.
- [3] E. R. Berlekamp, J. H. Conway, R. K. Guy, "Winning ways for your mathematical plays", AK Peters/CRC Press, vol.4, 2004.
- [4] C. Browne "Hex Strategy: Making the right connections", AK Peters/CRC Press, 2009.
- [5] Kimberly Wood, "Switching the Shannon switching game", Bard College, 2012.

Kratka biografija:



Jelena Ljiljanić rođena je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Matematika u tehnici odbranila je 2024. god.

Kontakt: ljiljaniceva@gmail.com



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке – зборници

Година: XL

Број: 2/2025

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XL Свеска: 1

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 Милена Кркљеи

Проф. др Андрија Рашета

Проф. др Гордан Стојић

Проф. др Небојша Ралевић

Проф. др Миодраг Жигић

Проф. др Немања Кашиковић

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

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Доц. др Драгана Гак, преводилац

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН, проф. др Селена Самарџић 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
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 друга 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 17. 9. 2024. до 30. 9. 2024. 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 свесци са редним бројем 2, објављени су радови из области:

- машинства,
- грађевинарства,

- саобраћаја,
- архитектуре,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- мехатронике и
- математике у техници.

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.

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

Садржај

Машинство

Азра Селимовић АНАЛИЗА ГЕНЕРИСАЊА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ У НУКЛЕАРНИМ РЕАКТОРИМА	1–4
Бојан Јокић ПРЕГЛЕД СТАЊА ТЕХНИКЕ СОЛАРНИХ КОЛЕКТОРА СА ТЕХНОЕКОНОМСКОМ АНАЛИЗОМ	5–8
Владимир Козомора УЛОГА МИКРОМЕШАЧА У ОБЛАСТИ МИКРОФЛУИДИКЕ	9–12
Марко Јеремић ПРОЈЕКАТ СИСТЕМА ЗА АУТОМАТИЗАЦИЈУ ИНДУСТРИЈСКИХ ПРОЦЕСА	13–16

Грађевинарство

Немања Дакић ИЗРАДА АЛГОРИТМА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ТОКОВА САОБРАЋАЈА	17–20
Ана Стојаковић МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ СТРУКТУРА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ	21–24
Никола Лаловић УПОТРЕБА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ПРИ АНАЛИЗИ БЕТОНСКИХ СТРУКТУРА	25–28

Саобраћај

Љубомир Јелић УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ КОРИШЋЕЊЕМ ADAS СИСТЕМА	29–33
Душан Савић АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА КОРИШЋЕЊЕМ ГИС СОФТВЕРА	34–37

Графичко инжењерство и дизајн

Јована Бошњаковић, Иван Пинђер ИЗРАДА АНИМАЦИЈЕ ГРАФИЧКОГ СИСТЕМА ДИГИТАЛНЕ UV ШТАМПЕ ЗА ПРИМЕНУ У СИСТЕМИМА ЗА УЧЕЊЕ НА ДАЉИНУ	38–41
---	-------

Тамара Илић, Бојан Бањанин, Јелена Керац РЕДИЗАЈН И КОНСТРУКЦИЈА ДИГИТАЛНОГ ПОЗОРИШНОГ КОСТИМА	42–45
Маша Драгојлов, Ивана Јурич ЕВАЛУАЦИЈА И УПОРЕДНА АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРА ЗА БРИСАЊЕ И ЗАМЕНУ ПОЗАДИНЕ НА ФОТОГРАФИЈАМА	46–49
Драгана Агбаба, Ивана Јурић АНАЛИЗА И ПРОВЕРА КВАЛИТЕТА КОРИГОВАНИХ ЗАМУЋЕНИХ ФОТОГРАФИЈА ПОМОЋУ СОФТВЕРА НА БАЗИ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ	50–53
Милош Дудуковић, Саша Петровић УПОТРЕБА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ПРИ ИЗРАДИ КЊИГЕ ГРАФИЧКИХ СТАНДАРДА	54–57
Огњен Тимотијевић ДИЗАЈН ПЛАКАТА У СИНТВЕЈВ СТИЛУ	58–60
Саша Шећеров, Савка Адамовић ФОРМАЛДЕХИД ЕМИТОВАН ТОКОМ ПРОЦЕСА ФЛЕКСО ШТАМПЕ	61–65
 <i>Архитектура</i>	
Александра Поповић ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА КУЋЕ НА ПРОСТОРУ ПАРЦЕЛЕ ТЕМЕРИНСКЕ 38	66–70
Бранко Дрчелић ОПТИМИЗАЦИЈА МОДЕЛОВАЊА ОБЈЕКТА УЗ ПОМОЋ POINT CLOUD ПОДАТАКА КОРИШЋЕЊЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЈЕ	71–74
Анђела Марковић АРХИТЕКТОНСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И КУЛТУРНИ КОНТЕКСТ ТРАДИЦИОНАЛНИХ КУЋА НА ПРОСТОРУ СЕВЕРОИСТОЧНЕ ЦРНЕ ГОРЕ	75–78
Анђела Самарџић ПРОЈЕКАТ ГИМНАЗИЈЕ У НОВОМ САДУ	79–82
Ана Марић ПРИНЦИПИ ЕНТЕРИЈЕРА КОКТЕЛ БАРА ПРИКАЗАНИ КРОЗ ИЗРАДУ БАРА У БЕОГРАДУ	83–86
Нина Чегар, Миљана Зековић ГРАЂЕЊЕ НА СЛОЈЕВИМА НАРАТИВНОГ ТАЛОГА: ПРОЈЕКАТ МЕМОРИЈАЛНОГ ПАРКА "СТАРО САЈМИШТЕ"	87–90

Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду

Јована Чугаљ

91–94

**СВЕСТ И ПЕРЦЕПЦИЈА СТАНОВНИКА ВОЈВОДИНЕ О
УТИЦАЈУ ИСКОРИШЋЕНИХ БАТЕРИЈА ИЗ ДОМАЋИНСТВА
НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ**

Мехатроника

Милош Радовић

95–99

**МОДЕРНИЗАЦИЈА АУТОМАТСКОГ ПОСТРОЈЕЊА ЗА
ДЕОДОРИЗАЦИЈУ УЉА У ФАБРИЦИ ДИЈАМАНТ**

Дејан Мутавцић

100–103

**ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА *IoT* ПЛАТФОРМЕ ЗА ДАЉИНСКИ
НАДЗОР И УПРАВЉАЊЕ ПАМЕТНИМ КУЋНИМ СИСТЕМОМ**

Математика у техници

Јелена Љиљанић

104–107

КОМБИНАТОРНЕ ИГРЕ



ANALIZA GENERISANJA TOPLOTNE ENERGIJE U NUKLEARNIM REAKTORIMA

ANALYSIS OF HEAT GENERATION IN NUCLEAR REACTORS

Azra Selimović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Rad je namjenjen analizi uticaja moderatora na mogućnost održavanja lančane reakcije unutar nuklearnog reaktora. Analiziran je lakovodni pritisni reaktor (PWR) za tri najčešće vrste moderacije: obična voda, teška voda i grafit.. Cilj analize je prikazati kako izbor moderatora utiče na sigurnost i performanse nuklearnih elektrana. Korištena metoda za određivanje samoodrživosti lančane reakcije je putem faktora kritičnosti reaktora konačnih dimenzija.

Ključne reči: nuklearni reaktor, generisanje toplote, moderator, samoodrživa lančana reakcija

Abstract – The work is aimed at analysing the impact of moderators on the ability to sustain a chain reaction within a nuclear reactor. A pressurized water reactor (PWR) was analysed for the three most common types of moderation: ordinary water, heavy water, and graphite. The objective of the analysis is to demonstrate how the choice of moderator affects the safety and performance of nuclear power plants. The method used for determining the self-sustainability of the chain reaction is through the criticality factor of a reactor of finite dimensions.

Keywords: nuclear reactor, heat generation, moderator, self-sustaining chain reaction

1. ŽIVOTNI CIKLUS NUKLEARNE ELEKTRANE

Nuklearna elektrana je energetska postrojenja u kojem uz pomoć toplote generisane reakcijom fisije dobijamo paru, a kasnije konvencionalnom konverzijom i električnu energiju. Princip rada elektrane zasnovan je na Rankinovom ciklusu. Elektrana se sastoji iz primarnog i sekundarnog kruga. Primarnom krugu pripadaju reaktor sa pratećim komponentama i parogenerator kao veza između primarnog i sekundarnog kruga, u sekundarni krug pripadaju komponente za pretvorbu toplotne u električnu energiju tj. turbina, kondenzator i pumpa kondenzatora. Životni ciklus nuklearne elektrane sa može podijeliti u četiri osnovne faze a to su: predizgradnja, izgradnja, operativna faza i zatvaranje i dekomisija. Svaka od navedenih faza sa sobom nosi specifične zahtjeve i izazove kao i detaljnu procjenu sigurnosti, tehnički standarda i operativnih procedura koji se moraju unapređivati shodno najnovijim standardima ili regulativama sigurnosti [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđije Doder, doc.

2. ATOM

Broj elementarnih čestica koje se nalaze u atomskom mikrosvijetu je veoma velik, ali za razumjevanje procesa fisije potrebno je poznavati osnovne elementarne čestice: nukleoni (proton i neutron), foton, neutroni i elektron. Atom koji sadrži isti broj protona a različit broj neutrona u jezgri su izotopi. Osnovne sile koje određuju stabilnost atomskih jezgri su nuklearne sile (privlačna sila) i elektrostatska sila (odbojna sila) koja raste s brojem protona u jezgri. Nuklidi koji se nalaze u pobuđenom stanju su nestabilni i kod tih nuklida postoji prirodna težnja da se putem unutrašnjih transformacija i/ili putem emisija suvišnih čestica vrate u područje stabilnosti i ovaj proces nazivamo radioaktivnost. Odvajanje nukleona i protona iz jezgre zahtjeva utrošak energije koji je za protone znatno veći, svaka promjena kojom se oslobađa energija rezultira većom energetsom stabilnosti. Promjena energije sistema kod postizanja veće stabilnosti nuklearnog sistema potiče iz činjenice da je materija neuništiva i da se ona javlja u dva osnovna vida koja se međusobno mogu transformisati a to su masa i energija. Povećanje energije mora dovesti do smanjenja mase i obrnuto, Einstein-ova specijalna teorija relativnosti je odredila kvantitativan izraz ekvivalenosti odnosno uslov pretvorbe mase u energiju:

$$\Delta E = \Delta mc^2 \quad (1)$$

Oslobađanje potencijalne energije atomskog jezgra može se ostvariti preko dvije vrste nuklearnih reakcija: fisija (cijepanje teških jezgri) i fuzija (spajanje lakših jezgri). Obje nuklearne reakcije rezultuju nastankom atomskih jezgri sa većom energijom po nukleonu. Budući da su nuklearne reakcije pojave u mikrosvijetu svaka se kvantifikacija tih pojava mora zasnivati na principima vjerovatnoće. Parametar koji kvantificira učestalost pojave pojedinih nuklearnih reakcija naziva se udarni presjek. Udarni presjeci bitni za analizu su: udarni presjek za elastični sudar i udarni presjek za nelaastičan sudar, a pored fisije bitna je i nuklearna reakcija zarobljivanja neutrona [1].

3. SAMOODRŽIVA LANČANA REAKCIJA

Proces fisije atoma praćen je emisijom neutrona, gdje postoji mogućnost da će sit neutroni iskoristiti za izazivanje daljih fisija i time proces nastaviti bez unošenja dodatnih neutrona u nuklearno gorivo. Taj proces je poznat kao lančana reakcija. Analiza mogućnosti ostvarenja samoodržive lančane reakcije unutar određenog sistema je osnova za funkcionisanje nuklearnog reaktora. S obzirom da je najčešće korišteno gorivo unutar nuklearnih reaktora za dobijanje električne energije U-235 ili U-238 sa određenim postotkom obogaćenja tj udjelom U-235 možemo reći da će samoodrživa lančana reakcija biti ostvarena ako je ispunjen uslov za efikasno usporenje

neutrons do termičkih energija (0.025 eV). Efikasnost usporenja neutrona zavisi od izbora moderatora, najčešće korišteni moderatori su obična voda, teška voda i grafit. Efikasnost moderatora se ogleda u vrijednosti parametra ξ koji predstavlja broj obrnutno razmjernan potrebnom broju sudara neutrona od fisije energije (2 MeV) do termičke energije.

4. DIFUZIJA NEUTRONA

Poznavanje raspodjele neutronske toke u prostoru je bitno za određivanje prostorne raspodjele nuklearnih reakcija izazvanih neutronima. Neutroni difundiraju kroz čvrste tvari u cik cak putanjama sudarajući se sa jezgrama materijala. Iako su putanje pojedinih neutrona sasvim nepravilne najveća je vjerovatnoća rezultantnog kretanja neutrona od mjesta njihove veće gustine prema mjestu manje. Granični uslovi difuzije neutrona se najčešće odnose na:

1. rasprostiranje neutronske toke na granici materijala i
2. rasprostiranje neutronske toke na granici dva materijala različitih svojstava.

Iz prvog uslova dobijamo definiciju ekstrapolirane dužine koja predstavlja zamišljenu udaljenost van materijala kod koje bi neutronska tok, kad bi opadao istim gradijentom kao na graničnoj površini postao jednak nuli.

Ekstrapolirana dužina neovisna je o neutronske toke na graničnoj ploči i koristi se za neposrednu primjenu kod izračunavanja kritičnih dimenzija nuklearnog reaktora. Iz drugog graničnog uslova dobijamo podatak da u neposrednoj blizini granične ploče neutronska tok i neutronska struja iznose isto za oba medija/materijala [1].

Tabela 1. *Difuzijske konstante i ekstrapolirane dužine termičkih neutrona*

Moderator	Difuzijska konstanta [m]	Ekstrapolirana dužina [m]
Obična voda	0.0016	0.0034
Teška voda	0.0085	0.0181
Grafit	0.0084	0.0179

Difuzijska konstanta ovisi o svojstvima materijala kroz koji se neutroni kreću.

5. STATIČKA ANALIZA KRITIČNOSTI REAKTORA

Faktor multiplikacije/kritičnosti reaktora k_{ef} određuje odnos broja proizvedenih neutrona i osnova je statičke analize kritičnosti reaktora. Faktor k_{∞} predstavlja multiplikacijski faktor neograničenog reaktora tj. bijeg neutrona je zanemariv. Faktor kritičnosti reaktora konačnih dimenzija određujemo preko relacije:

$$k_{\infty} = \epsilon p f \eta \quad (2)$$

Gdje je :

- faktor ϵ predstavlja faktor brze fisije, kod lakovodnih reaktora zbog gustog pakovanja goriva dolazi do interakcija brzih neutrona sa susjednim gorivnim šipkama, pa je ovaj faktor uvijek veći od jedinice.

- faktor f predstavlja faktor iskorištenja termičkih neutrona, koji zavisi od razmaka gorivnih šipki tj koraka šipke gorivnog sklopa gdje će faktor f biti povoljniji ako je razmak između gorivnih šipki znatno veći od njihovih poluprečnika. Faktor f raste ako poluprečnik šipke pada, gdje je povišenje faktora povoljno ako iz iste količine urana napravimo više tanjih gorivnih šipki umjesto manje debljih šipki. Ako iz istu debljinu gorivne šipke, raste odnos zapremine moderatora i urana u jezgri faktora f opada, jer se povećava zahvat termičkih neutrona u moderatoru.
- faktor p predstavlja vjerovatnoću izbjegavanja rezonantne apsorpcije, apsorpcija neutrona rezonantne energije u nuklearnom gorivu, kao i odnos prosječnih neutronske tokova u gorivnoj šipki i moderatoru zavisi od vrste nuklearnog goriva i odnosa površine i mase gorivne šipke, ova pojava određuje pomoću empirijskog izraza i nazvamo je efektivni rezonantni integral. Efektivnim rezonantnim integralom obuhvata se odnos tokova neutrona u gorivu i moderatoru pa se faktor p također dobija iz empirijskih izraza.
- faktor η predstavlja broj fisijih neutrona koji se dobija po apsorbovanom neutronu u nuklearnom gorivu, tj. faktor umnožavanja neutrona u procesu fisije zavisi samo od vrste nuklearnog goriva, a ne o vrsti moderatora ili načinu na koji je gorivo pomiješano sa moderatorom. Faktor η je uvijek manji od broja neutrona dobijenih u fisiji jer svaka apsorpcija neutrona u nuklearnom gorivu ne dovodi do fisije.

Kritičnost reaktora konačnih dimenzija se iskazuje kroz uslov da je $k_{ef} = 1$, što je k_{∞} bliži jedinici to možemo dozvoliti manji bijeg neutrona iz reaktora, tj. moramo graditi veći reaktor.

$$k_{ef} = k_{\infty} L_b L_t \quad (3)$$

gdje faktore L_b i L_t definišemo kao faktore bijega brzih i termičkih neutrona [2].

5.1 Dimenzije kritičnog reaktora

Najčešći geometrijski oblik reaktora je cilindričan, tako da se sve empirijske formule za izračun dimenzija reaktora i faktora zakrivljenja dobijaju iz niza matematičkih sistema sa cilindričnim koordinatama osnih simetrija. Najjednostavniji princip dobijanja empirijskih formula jeste da zamislimo da je centar koordinatnog sistema postavljen na polovinu visine cilindra jer tada možemo zanemariti aksijalnu raspodjelu toka neutrona jer će biti simetrična. Faktor zakrivljenja neutronske toke određujemo kao geometrijski faktor zakrivljenja B_g kako bi se razlikovao od onog iz kojeg proizlazi na osnovu bilanse neutrona tj. materijalnog faktora zakrivljenja B_m . Kritičnost reaktora se postiže kada je $B_g = B_m$ i faktor zakrivljenja kritičnog reaktora se dobija na osnovu relacije:

$$B^2 = \left(\frac{2.405}{R}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{H}\right)^2 \quad (4)$$

Zavisnosti minimalne zapremine cilindričnog reaktora i faktora zakrivljenja neutronskog toka B dobijamo optimalni odnos između visine i poluprečnika kritičnog cilindričnog reaktora sa stanovništa najmanjeg utroška materijala. Odnos između poluprečnika i visine cilindričnog reaktora možemo pisati kao:

$$R^2 = \frac{2.405^2 H^2}{B^2 H^2 - \pi^2} \quad (5)$$

Zapremina cilindra:

$$V = \pi R^2 H = \frac{\pi 2.405^2 H^3}{B^2 H^2 - \pi^2} \quad (6)$$

Diferenciranjem i sređivanjem izraza dobija se minimalna zapremina i poluprečnik cilindra reaktora, dok odnos visine i poluprečnika koji daje minimalnu zapreminu je 1.85.

$$R = \frac{2.945}{B} \quad \text{i} \quad V_{min} = \frac{148.2}{B^3} \quad (7)$$

Dimenzije reaktora se mogu smanjiti vraćanjem dijela odbjeglih neutrona u reaktorsku jezgru što se postiže oblaganjem jezgre reaktora slojem materijala koji nazivamo reflektor. Dobar reflektor mora imati svojstvo male apsorpcije i efikasnog usporavanja neutrona kao i moderator [1].

6. KINETIČKA ANALIZA KRITIČNOSTI REAKTORA

Kritičnost reaktora u slučaju stacionarnog stanja može izraziti pretpostavkom da je efektivni multiplikacijski faktor reaktora jednak jedinici. Kod kinetičke analize reaktora efektivni multiplikacijski faktor može biti veći ili manji od jedinice, u slučaju $k_{ef} > 1$ reaktor je nadkritičan i u slučaju $k_{ef} < 1$ reaktor je podkritičan. Brzina promjene neutronskog toka je funkcija veličine odstupanja k_{ef} od jedinice i mjera za to odstupanje je nazvana reaktivnost na koju utiču razni faktori: temperatura, zatrovanje fisionuklearnim produktima, izgaranje nuklearnog goriva, reglacijske šipke, otopljeni apsorberi... Osnovna zadaća kinetike reaktora je odrediti zavisnost promjene neutronskog toka u reaktoru a time i generisane snage, izraz po kojem računamo reaktivnost reaktora je:

$$\rho = \frac{k_{ef} - 1}{k_{ef}} \quad (8)$$

Ako je reaktivnost veoma mala i ω_0 (frekvencija promjena u neutronskom fluksu tj. brzina kojom se reaktor prilagođava promjenama reaktivnosti) će biti veoma mala i kod takvih promjena stabilni period reaktora zavisi od karakteristika zakašnjelih neutrona a ne o trajanju ciklusa. Kod veoma velike promjene

reaktivnosti period reaktora (koji je pokazatelj brzine promjene neutronskog toka) zavisan je samo o trajanju ciklusa promptnih neutrona i takav reaktor nazivamo promptno kritičan reaktor. Reaktor postaje promptno kritičan kada može održavati kritičnost bez zakašnjelih neutrona. Udio zakašnjelih neutrona zavisi o tipu nuklearnog reaktora [1].

6.1 Temperaturni koeficijent reaktivnosti

Promjenom temperature u jezgri reaktora mijenja se i reaktivnost. Najbitniji razlozi za uticaj temperature na reaktivnost su:

- broj atoma moderatora po jedinici zapremine se mijenja zbog termičke ekspanzije;
- mikroskopski udarni presjeci su ovisni od prosječne energije termičkih neutrona i
- rezonantni zahvat neutrona u uranu mijenja se sa intenzitetom oscilatornog kretanja atoma urana pod djelovanjem temperature.

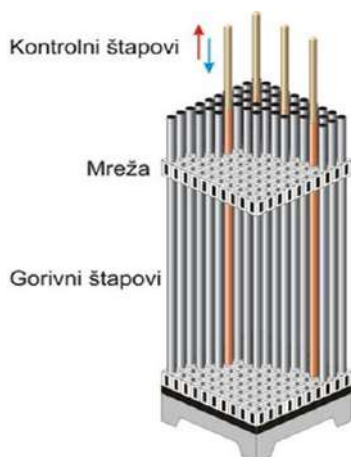
Odziv snage reaktora na promjene temperature zavisi od predznaka temperaturnog koeficijenta reaktivnosti α_T . U slučaju da je α_T pozitivan reaktor na povišenje reaktivnosti reaguje povišenjem neutronskog toka i generisane snage. Povećanje snage dovodi do daljnje povećanja temperature i proces se nastavlja do obustave reaktora djelovanjem zaštitnog sistema, odnosno razaranjem reaktora ako taj sistem otkáže. Ako je α_T negativan svako unošenje pozitivne reaktivnosti u reaktor dovodi do povišenja temperature koja generiše negativnu reaktivnost ismanjuje snagu i temperaturu reaktora. Budući da je negativni temperaturni koeficijent reaktivnosti od bitnog značaja za sigurnost pogona reaktora u propisima za pogon nuklearnih energetske postrojenja, dozvoljen je pogon reaktora samo u takvom slučaju. Najveći broj nuklearnih reakcija odvija se u nuklearnom gorivu i moderatoru iz tog razloga razlikuju se temperaturni koeficijent reaktivnosti goriva i temperaturni koeficijent reaktivnosti moderatora. Temperature prilike u nuklearnom gorivu i moderatoru se razlikuju sa dva aspekta:

1. Nivo temperature i brzina temperaturnih promjena su mnogo veće u gorivu
2. Odziv temperature goriva na promjenu snage je znatno brži nego odziv temperature moderatora.

6.2 Reaktivnost po unošenju apsorbera u jezgru

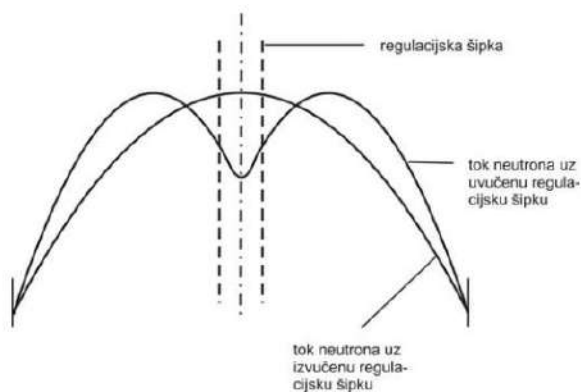
Apsorberi su materijali koji služe da kontrolišu brzinu lančane reakcije. Hemijski elementi koji se koriste kao apsorpcijski materijal su: bor (B), kadijum (Cd), indijum (In), srebro (Ag) i hafnijum (Hf). Najčešća izvedba upotrebe apsorpcijskih materijala jeste u obliku kontrolnih šipki, koje se pomjeraju tj. ulaze ili izlaze iz jezgre reaktora kako bi se omogućila potpuna kontrola brzine. Pored kontrolnih šipki postoji još metoda korištenja apsorbera u reaktoru kod kojih se apsorber ubacuje u vidu borne kiseline u rashladno sredstvo ili tzv. zonskim punjenjem goriva čiji je princip ubacivanja goriva sa različitim nivoom obogaćenja raspoređuje u različitim zonama reaktorskog jezgra radi prostorne distribucije. Ovi načini su dodatni slučajevi apsorpcije, u svakom reaktoru kontrolne šipke su glavni vid apsorpcije tj. kontrole

reaktivnosti reaktora, nalaze se u gorivom sklopu između gorivnih šipki radi maksimalne sigurnosti i garancije da će apsorpcija biti izvršena [3].



Slika 1. Jednostavni prikaz gorivnog sklopa [3]

Tok neutrona u reaktoru prije i nakon uranjanja šipke prikazat ćemo na slici 2.



Slika 2. Tok neutrona u zavisnosti od položaja šipke

Detaljnju analizu efikasnosti regulacijskih/kontrolnih šipki u zavisnosti od položaja dobijamo iz teorije petrubacije. Iz iskustvenih izvora znamo da je efikasnost šipke najveća kad se vrh šipke nalazi u sredini jezgre a najmanja kada se on nalazi u gornjem ili donjem dijelu jezgre reaktora [1].

7. UTICAJ MODERATORA NA KRITIČNOST

Izvršena je analiza APR1000 reaktora koji pripada trećoj generaciji lakovodnih pritisnih reaktora (PWR). Reaktor je napravljen prema svim mogućim sigurnosnim standardima i mjerama predostrožnosti i pravi je primjer konstantnog unapređenja. Analiza je rađena za tri vrste moderacije, gdje se kao rezultat mogućnosti samoodržive lančane reakcije obična i teška voda pokazale kao dobar način moderacije iako je reaktor predviđen samo za moderaciju običnom vodom. Dok za slučaj moderacije grafitom samoodrživa lančana reakcija nije bila moguća, reaktor se nalazio u podkritičnom stanju. Ovakvi rezultati su bili i očekivani s obzirom da reaktorski gorivni sklopovi i veličina gorivnih šipki nije prilagođena za moderaciju grafitom. Moderacija grafitom se vrši preko ploča C-12 koje se nalaze u gorivnom sklopu između gorivnih šipki, dok voda (obična i teška) opstrujava gorivni sklop, a po samoj prirodi tečnog fluida, znamo da će voda opstrujati gorivni sklop u cjelini [4].

8. ZAKLJUČAK

Nuklearna elektrana predstavlja jedan o najefikasniji i najčistijih izvora električne energije, ali zbog svoje prošlosti (nesreća u Černobilu i Fukušimi) kao i povezanosti sa nuklearnim oružjem često nepreavedno percipirana kao opasna i destruktivna. Međutim, u posljednjih nekoliko decenija, napredak u kompjuterskoj tehnologiji omogućio je detaljno praćenje i preciznu regulaciju lančane reakcije u realnom vremenu čime je značajno smanjena mogućnost incidenta. Savremene regulative i zakoni koji uređuju rad nuklearnih elektrana postaju sve strožiji, čime se dodatno osigurava sigurnost u njihovom radu. Ove promjene vode ka razvoju četvrte generacije nuklearnih reaktora koji obećavaju još veću sigurnost, efikasnost i ekološku prihvatljivost. Uz pravilnu edukaciju javnosti i nastavak stroge regulacije, nuklearna energija može postati ključni element u globalnoj tranziciji ka održivim izvorima energije.

4. LITERATURA

- [1] Feretić, D. (2007). *Uvod u nuklearnu energetiku*. Zagreb: Školska knjiga.
- [2] Popović, D. (1970). *Osnovi nuklearne tehnike*. Beograd: Naučna knjiga.
- [3] Augustin A. (2012). *Infrastructure And Methodologies For The Justification Of Nuclear Power Programmes*
- [4] APR100 – Advanced Power Reactor 1000, Preuzeto 13.08.2024 godine sa aris.iaea.org

Kratka biografija:



Azra Selimović rođena je u Tuzli 1998. godine. Diplomirala je 2022. na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Tuzli na smjeru Energetika i termofluidni inženjering gdje je odbranila završni rad na temu „Karakteristike kotlovskih postrojenja u okviru nuklearne elektrane“. Master rad je završila na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Analiza generisanja toplotne energije u nuklearnim reaktorima.
Kontakt: azselimovicra@gmail.com

PREGLED STANJA TEHNIKE SOLARNIH KOLEKTORA SA TEHNOEKONOMSKOM ANALIZOM**AN OVERVIEW OF THE TECHNICAL STATE OF SOLAR COLLECTORS WITH TECHNOECONOMIC ANALYSIS**Bojan Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je ekonomska analiza, različitih sistema za grejanje tople potrošne vode i grejanje prostora, korišćenjem solarnih kolektora u Srbiji. Korišćenjem "F chart" metode možemo dobiti visoku tačnost proizvodnje tople vode u procentima na godišnjem nivou.

Ključne reči: Solarni termički sistemi, kolektori, f chart metoda, solarni sistemi za grejanje vode, solarni sistemi za grejanje vazduha

Abstract – This paper presents the economic analysis, of different systems for hot water heating and space heating, using solar collectors in Serbia. By using the "F chart" method, we can obtain a high accuracy of hot water production in percentages on an annual basis.

Keywords: Solar thermal systems, collectors, f chart method, solar water heating systems, solar air heating systems

1. UVOD

Zbog zagađenja životne sredine, povećanja cene energenata kao i nesigurnosti snabdevanja čisti i obnovljivi izvori energije dobijaju na značaju. Srbija je zemlja sa jednim od najzagađenijih vazduha i Evropi, ali i sa iznad prosečnom insolacijom, i dok su, manje efikasni, fotonaponski sistemi dobili na značaju, solarni termički sistemi nisu dovoljno zastupljeni.

Kao što na slici 1 možemo videti Srbija nije ni u prvih 15 zemalja po broju postavljenih solarnih kolektora po glavi stanovnika, iako od većina istih zemalja ima veću insolaciju.

U Evropi, ali i u Srbiji se oko 15 % od ukupne potrošene energije troši na zagrevanje vode, najčešće korišćenjem električne energije [1]. Solarni kolektori predstavljaju sjajan način smanjenja potrošnje energije, kao i jedan od najčistijih načina. Solarni termički sistemi ne zahtevaju mnogo održavanja, retko dolazi do kvarova i imaju dug životni vek, ali se postavlja pitanje isplativosti, uticaja na životnu sredinu i energetske duga.

Postoji više vrsta kolektora i sistema za grejanje potrošne vode u kojima se mogu koristiti, najčešće korišćeni je ravan pločasti kolektor u termosifonskom direktnom sistemu. Za grejanje tople vode se često se koriste i

vakuumski kolektori, ali oni su najčešće u indirektnom sistemu, odnosno koriste fluide za prenos toplote jer običnu vodu mogu zagrejati na više od 100 °C. Solarni kolektori se mogu koristiti i za grejanje vazduha, direktno ili zagrevanjem tečnog fluida koji nakon toga predaje toplote vazduhu.

Zemlja	Postavljeni kolektori na 1000 stanovnika u kvadratnim metrima
Austrija	288.89
Grčka	283.43
Danska	60.63
Nemačka	45.13
Švajcarska	36.11
Portugal	25.00
Švedska	25.00
Holandija	13.48
Španija	11.42
Francuska	9.90
Finska	5.87
Italija	5.45
Ujedinjeno Kraljevstvo	3.49
Belgija	2.35
Irska	0.87

Slika 1-Evropske zemlje po broju kolektora po glavi stanovnika [2]

2. POTREBE ENERGIJE ZA GREJANJE VODE I PROSTORA

Količina tople vode koje koristi jedno domaćinstvo zavisi od mnogo faktora, i ne može se izračunati sa 100% tačnosti. Najveće opterećenje je kada se sva mesta istovremeno koriste. Kako to nije čest slučaj onda iz dnevnog grafikona za celu nedelju treba uzeti kao merodavne srednje vrednosti dužih iskorišćenja a ne maksimume. Takođe, vrednost koju dobijemo zavisi i od standarda koji koristimo, dok su različite studije dolazile do različitih rezultata. Najčešće dobijena vrednost u studijama je 60 litara tople vode po danu za 1 osobu. U ovom slučaju posmatraćemo četvoročlanu porodicu. Pretpostavljamo da je voda u bojleru ili rezervoaru zagrejana na 60 °C, koji koristi električni grejač efikasnosti 99 %, i da je temperatura vode iz gradskog cevovoda 15 °C. Prema tome, utrošena energija po danu je (jednačina 1):

$$Q = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta t}{n} \quad (1)$$

$$Q = \frac{4 \cdot 60 \cdot 4,2 \cdot (60 - 15)}{0,99} = 45818 \text{ kJ}$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Đordije Doder.

Dok utrošena energija po mesecu možemo dobiti prema jednačini 2:

$$Q_{\text{mesec}} = 30 \cdot Q \quad (2)$$

$$Q_{\text{mesec}} = 1374540 \text{ kJ ili približno } 380 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{god}} = 12 \cdot Q_{\text{mesec}} = 4560 \text{ kWh} \quad (3)$$

gde je:

Q – Utrošena energija za grejanje vode [kWh]

n – Efikasnost električnog grejača [%]

C_p – Specifični toplotni kapacitet [$\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$]

Δt – Temperaturna razlika između vode koja ulazi i izlazi iz rezervoara [°C]

Q_{mesec} – Utrošena energija za grejanje vode na mesečnom nivou [kWh]

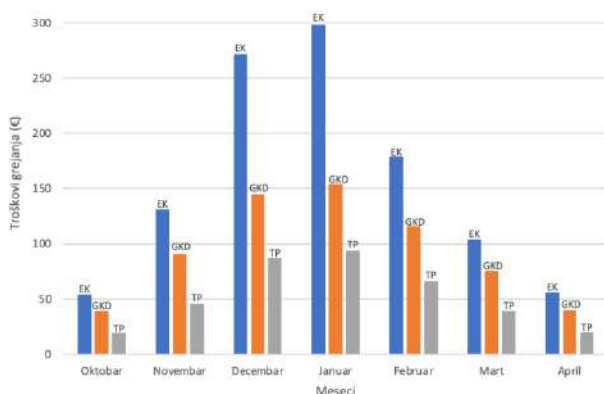
Q_{god} – Utrošena energija za grejanje vode na godišnjem nivou [kWh]

Pretpostavljeno je da se domaćinstvo nalazi u plavoj tarifnoj zoni i da plaća kWh 9,051 dinar. Cena korišćene električne energije prema tome na godišnjem nivou za zagrevanje vode je 41468 dinara. Cena električne energije preuzeta sa sajta countryeconomy.com [4].

Za analizu potrošnje energije za grejanje izabrana je porodična kuća u Beogradu koja se sastoji iz prizemlja i jednog sprata sa kosim krovom. U tabeli 1 možemo videti utrošenu toplotnu energiju za zagrevanje prostora, dok na slici 2 možemo videti poređenje troškova za tri najčešće korišćena načina grejanja.

Mesec	Utrošena energija u kWh
Oktobar	956
Novembar	2351
Decembar	3743
Januar	3979
Februar	2997
Mart	1918
April	983

Tabela 1 - Utrošena energije za grejanje kuće [3]



Slika 2 - Poređenje troškova za grejanje kuće [3]

Na svakom spratu se nalaze dnevna soba, kuhinja, tri spavaće sobe, dva kupatila i ostave, dok je mašinska sala smeštena u prizemlju.

Ukupni trošak grejanja na godišnjem nivou:

- Električni kotao 128 198,55 RSD (1094 €)

- Gasni kotao 77 452,37 RSD (661 €)

- Toplotna pumpa 38 784,77 RSD (331 €)

3. "F CHART" METODA

Metoda F-grafikona ili metoda "F-Chart" zasniva se na korelacijama velikog broja simulacija u zavisnosti od bezdimenzionalnih promenljivih X i Y [5]. X je povezan sa odnosom gubitka kolektora i toplotnog opterećenja, a drugi se odnosi na odnos apsorbovanog sunčevog zračenja i toplotnog opterećenja [5]. Uslovi simulacije varirali su u odgovarajućim rasporedima parametara praktičnih dizajnerskih sistema. Dobijene korelacije daju f , razlomak mesečnog grejnog opterećenja (u ovom slučaju grejanje prostora i tople vode) i proizvedene toplotne energije dobijene sunčevim zračenjem. Rezultat simulacije sistema za koje se primenjuje f grafikoni su korišćeni za razvoj korelacije između bezdimenzionalnih promenljivih f i X , mesečnog udela toplotnog opterećenja zadovoljenog solarnom energijom [5]. Bezdimenzionalni parametri X i Y su definisani kao (formule broj 4 i 5):

$$X = \frac{A_c \cdot F'_R \cdot U_L \cdot (T_{\text{ref}} - T_a) \cdot \Delta t}{L} \quad (4)$$

$$Y = \frac{A_c \cdot F'_R \cdot (\overline{\tau \sigma})}{L} \cdot H_t \cdot N \quad (5)$$

gde je:

A_c – Površina [m^2]

F'_R – Efikasnost kolektora [%]

Δt – Broj sekundi u mesecu

L – Toplotno opterećenje po mesecima [J]

T_a – Prosečna mesečna ambijentalna temperatura [°C]

$\overline{\tau \sigma}$ – Bezdimenzioni proizvod transmitivnosti i apsorpcije

U_L – Toplotni gubitak kolektora [$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$]

H_t – Prosečno dnevno zračenje po mesecima [$\frac{\text{J}}{\text{m}^2}$]

N – Broj dana u mesecu

T_{ref} – Empirijski Izvedena temperatura [100 °C]

Tačnost metode „F Chart“ je prikazana u poređenju sa simulacijom u programu "TRNSIS" gde je razlika bila 3,3 % za sisteme za grejanje vode i 3,7 % za vazdušne sisteme. U poređenju sa ostalim metodama kao što je "Barlei i Vinn's", metodom gde je razlika manja od 3 %, za stohastički pristup modela "Sfeirov" oko 2,5 %, "SLR Metod (Balcomb i McFarland, 1978)" razlika 9 %, dok se "Chang" i "Minard-ovom" optimizacijom, "Havas" i "Abou-Zeid R-Chart", "Ajona" i "Gordon" analitičkim modelom, "Tsilingirisov" jednostavnim kompjuterskim simulacionim modelom skoro u potpunosti slaže, dok je

najveća razlika pronađena tokom direktnog merenja performansi sistema, najveća je bila 15% [6].

“F udeo” ukupnog mesečnog toplotnog opterećenja koje obezbeđuje solarna energija za grejanje vode (tečni sistem) dat je kao funkcija (formula broj 6)[5]:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3 \quad (6)$$

Uslovi za primenu formule 6 su:

$$0 < Y < 3 \text{ i } 0 < X < 18$$

Uslovi su preuzeti iz rada “F-Chart Method for Designing Solar Thermal Water Heating Systems” [5].

Gde je godišnji “F udeo” dat kao (formula broj 7):

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} \quad (7)$$

Za sisteme koji zagrevaju vazduh koristi drugačija formula (formula broj 8):

$$f = 1.040Y - 0.065X - 0.159Y^2 + 0.00187X^2 - 0.0095Y^3 \quad (8)$$

4. TEHNOEKONOMSKA ANALIZA

U tehnoekeonomskoj analizi odrađeni su proračuni prostog perioda povratka investicije, interne stope povrata, kao i neto trenutne vrednosti. Proračuni su rađeni u programu “Microsoft Excel” prema knjizi “Microsoft Excel 2013: Data Analysis and Business Modeling” [7]. Pretpostavljeno je da će ugradnja koštati 10 % od investicije i da će troškovi održavanja biti zanemarljivi. Pretpostavljeni radni vek sistema je 25 godina.

U slučajevima grejanja vode, pretpostavljeno je da se kolektori koriste u kombinaciji sa električnim grejačem.

U slučajevima grejanja prostora dobijamo više rezultata, jer je rađena analiza za tri različite vrste grejanja, odnosno kombinacija kolektora sa električnim kotlom, gasnim kotlom ili toplotnom pumpom. Troškovi grejanja su uzeti za objekat naveden u poglavlju 2. Analizirani kolektori za grejanje prostora koriste vazduh kao grejni fluid.

4.1. Ravan pločasti kolektor “SOL 27 Premium W”

Ravan pločasti kolektor za grejanje vode:

Godišnji “F udeo” :

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,5709$$

$$SPB = 13,74 \text{ godina}$$

$$IRR = 5,2 \%$$

$$NPV = 333707,69 \text{ RSD}$$

4.2. Vakuumski kolektor “TZ58-1800”

Vakuumski kolektor za grejanje vode:

Godišnji “F udeo”:

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,3301$$

$$SPB > 25 \text{ godina}$$

Period povratka investicije je duži od predviđenog radnog veka sistema.

$$IRR = 9 \%$$

$$NPV = 190511,52 \text{ RSD}$$

4.3. Vakuumski kolektor “Solar Master SHA50”

Vakuumski kolektor za grejanje prostora

Godišnji “F udeo”:

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,148$$

Kada se koristi sa gasnim kotlom:

$$SPB_{gk} = 4,86 \text{ godina}$$

$$IRR_{gk} = 20\%$$

$$NPV_{gk} = 162115 \text{ RSD}$$

Kada se koristi sa električnim kotlom:

$$IRR_{ek} = 34 \%$$

$$NPV_{ek} = 268331,5 \text{ RSD}$$

$$SPB_{ek} = 2,94 \text{ godine}$$

Kada se koristi sa toplotnom pumpom:

$$IRR_{tp} = 9 \%$$

$$SPB_{tp} = 9,72 \text{ godina}$$

$$NPV_{tp} = 81118 \text{ RSD}$$

4.4 Vazdušni kolektor “FCB-120-1V”

Kolektor za grejanje prostora

Godišnji “F udeo”:

$$f = \frac{\sum f_i \cdot Li}{\sum Li} = 0,047182$$

Kada se koristi sa gasnim kotlom:

$$SPB_{gk} = 16,69 \text{ godina}$$

$$IRR_{gk} = 3 \%$$

$$NPV_{gk} = 51504,66 \text{ RSD}$$

Diskontni period povratka je duži od predviđenog radnog veka sistema.

Kada se koristi sa električnim kotlom:

$$SPB_{ek} = 10,8 \text{ godina}$$

$$IRR_{ek} = 9 \%$$

$$NPV_{ek} = 85250,11 \text{ RSD}$$

Kada se koristi sa toplotnom pumpom:

$$SPB_{tp} > 25 \text{ godina}$$

Period povratka investicije je duži od predviđenog radnog veka sistema.

$$IRR_{tp} = 1 \%$$

$$NPV_{tp} = 25791,29 \text{ RSD}$$

gde je:

SPB_{gk} – Period otplate u kombinaciji kolektor i gasni kotao

SPB_{ek} – Period otplate u kombinaciji kolektor i električni kotao

SPB_{tp} – Period otplate u kombinaciji kolektor i toplotna pumpa

IRR_{tp} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa toplotnom pumpom

IRR_{ek} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa električnim kotlom

IRR_{gk} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa gasnim kotlom

IRR_{gk} – Interna stopa povrata kada koristimo kolektor sa gasnim kotlom

NPV_{gk} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa gasnim kotlom

NPV_{ek} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa električnim kotlom

NPV_{tp} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa toplotnom pumpom

NPV_{tp} – Vrednost u upotrebi kada se kolektor koristi sa toplotnom pumpom

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata, vidimo da, u slučaju zagrevanja vode za date kolektore, isplativije nam je korišćenje ravnog pločastog kolektora u odnosu na vakuumski. Prilikom grejanja prostora, dati vakuumski kolektor je značajno isplativiji od ravnog kolektora.

Solarni kolektori predstavljaju sjajan način povećanja energetske nezavisnosti, smanjenje emisija gasova staklene bašte ali period povratka investicije je relativno dug. Imaju veoma dug radni vek i ne zahtevaju previše održavanja, a mogu se koristiti i za grejanje prostora i za grejanje vode. Imaju veoma visoku efikasnost, a uz napredak izolacionih materijala, kao i materijala za apsorber i zastakljenje, fluida za prenos i skladištenje energije, mogu značajno povećati svoj udeo u grejanju vode ili prostora.

6. LITERATURA:

[1] State and perspective of individual household heating in Serbia: A survey-based study, Boban Pavlović, Dejan Ivezić, Marija Živković, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Djusina 7, 11000 Belgrade, Serbia, Energy and Buildings Volume 247, 15 September 2021, 111128

[2] Geographic Variation of Solar Water Heater Performance in Europe, June 2006, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A Journal of Power and Energy 220(4):395-407

[3] 53. Međunarodni kongres i izložba KGH – Analiza potrošnje energije stambenog objekta korišćenjem časovnih simulacija – KGH – Klimatizacija, grejanje, hlađenje, [S.l.], v. 52, n. 2, p. 29-35, jul 2023. ISSN 2560-340X.

[4] energy-and-environment, Serbia - Household electricity prices, countryeconomy.com pristupljeno 3.3.2024.

[5] F-Chart Method for Designing Solar Thermal Water Heating Systems I. F. Okafor, G. Akubue, International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 3, Issue 9, September-2012 1 ISSN 2229-5518 IJSER © 2012

[6], Literature Review of uncertainty of analysis methods (F-Chart Program) ,Jeff S. Haberl, P.E. Soolyeon Cho, Report to the Texas Commission on Environmental Quality, ESL-TR-04/08-04, August 2004 Revised October 2004, Energy systems Laboratory, Texas Engineering Experiment Station Texas A&M University System

[7] Microsoft Excel 2013: Data Analysis and Business Modeling ,Wayne L. Winston ,ISBN: 978-0-7356-6913-0

Kratka biografija:



Bojan Jokić rođen je u Šapcu 1999. god. Završio Srednju Tehničku školu u Šapcu, nakon čega 2018. god. upisuje Fakultet tehničkih nauka u oblasti Energetske tehnologije – Čiste energetske tehnologije. Bachelor rad odbranio je 2022. god. a master rad 2024. god. kontakt: bjokic436@gmail.com



ULOGA MIKROMEŠAČA U OBLASTI MIKROFLUIDIKE **THE ROLE OF MICROMIXERS AS MICROFLUIDIC DEVICES**

Vladimir Kozomora, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Mašinstvo – ENERGETIKA I PROCESNA
TEHNIKA**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada dat je kratak uvod o mikrofluidici kao naučno tehnološkoj disciplini sve prisutnijoj u različitim oblastima nauke i tehnike. Poseban akcenat stavljen je na mikromešače, kao tip mikrofluidnih uređaja. Izvršena je detaljna podela pasivnih mikromešača i objašnjen je princip njihovog rada.

Ključne reči: mikrofluidika, pasivni mikromešači

Abstract – In this paper, a brief introduction to microfluidics as a scientific and technological discipline is given. In addition, micromixers as a type of microfluidic devices are presented. And as the main topic of the paper, a detailed division of passive mixers and an explanation of their principle of operation is given

Keywords: microfluidics, passive micromixers

1. UVOD

Kontrola fluida na mikroskali zastupljena je u svim aspektima života. U prirodi drveće hiljade svojih listova hrani uz pomoć ogromne mreže kapilara prečnika nekoliko desetina mikrometara i pora reda veličina nekoliko desetina nanometara usisavajući nutritivne materije iz zemljišta. Ljudsko telo je još jedan odličan primer mikrofluidnog sistema. Cirkulatorni sistem čoveka sastoji se od mreže arterija, vena i kapilara čija je ukupna dužina sto hiljada kilometara. Čovek nastoji da rekreira prirodne procese i implementira ih u svoj život. Na taj način razvila se mikrofluidika čija se značajna primena nalazi u uređajima nazvanim MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) koji su se pojavili sedamdesetih godina prošlog veka. U okviru MEMS tehnologije u sistemima koji se nazivaju mikro sistemi za totalnu analizu ili μ TAS (eng. Micro Total Analysis System) postojala je potreba za upotrebom fluida za razne primene. Ovo je uslovalo smanjivanje fluidnih sistema čime se otvorilo novo poglavlje u mehanici fluida - mikrofluidika koja se bavi strujanjem i manipulacijom fluida na mikro skali.

2. MIKROFLUIDIKA I MIKROMEŠAČI

Mikrofluidika je naučno-tehnološka disciplina koja se bavi izučavanjem, manipulacijom i kontrolom malih količina tečnosti reda mikro, nano i pikolitara unutar kanala i drugih struktura, veličina od nekoliko mikrometara do milimetra [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bila prof. dr Maša Bukurov.

Tehnološki aspekt mikrofluidike ogleda se u metodologiji proizvodnje i minijaturizacije uređaja koji se sastoje od ovih struktura, poput komora, tunela i kanala koji ograničavaju fluid u sebi [2]. Najveće prednosti mikrofluidnih uređaja prvenstveno su sposobnost da koriste veoma male količine uzoraka i reagenasa, da vrše separaciju ili detekciju sa visokom preciznošću i osetljivošću; vreme potrebno za ove procese je kratko, a uz to, dimenzije uređaja su male dok je cena niska [3]. Značaj mikrofluidike dolazi do izražaja integracijom različitih procesa poput mešanja, filtracije, sortiranja, separacije i kontrole biohemijske okoline na jednoj platformi. Jedna od nalogičnijih primena mikrofluidnih sistema je u oblasti medicine za dijagnostiku bolesti, pogotovo infektivnih, predotkrivanje ili skrining, testiranje na mestu zbrinjavanja, gde ovi sistemi ne samo što povećavaju efikasnost testova, nego i smanjuju rizik od kontaminacije uzorka [5].

Mikrofluidni mikromešači su uređaji projektovani za mešanje tečnosti na mikroskopskom nivou [6]. Mikromešači mogu biti integrisani u mikrofluidni sistem ili biti zasebni uređaji [7]. Oni su jedna od najbitnijih komponenti mikrofluidnih sistema i imaju velik uticaj na njihovu efikasnost i osetljivost. Kako su vrednosti protoka u mikromešačima generalno veoma male, režim strujanja u mikrokanalima je praktično laminaran. Tako da se mešanje u mikromešačima oslanja na tri osnovna principa [6-8]: molekularnu difuziju, haotičnu konvekciju i Tejllovu disperziju.

Mikromešači se u zavisnosti od principa rada dele u dve kategorije, na aktivne i pasivne [6-8]. Aktivni mikromešači koriste spoljašnje izvore energije, pored energije pumpi koje služe za pokretanje fluida, kako bi u proces mešanja uveli vremenski zavisne poremećaje i time mešajući i uznemiravajući fluid ubrzali proces mešanja [6,9]. Uopšteno aktivni mikromešači imaju veći stepen efikasnosti mešanja od pasivnih, ali takođe zahtevaju integraciju perifernih uređaja poput aktuatora potrebnih za spoljne izvore energije [9]. Sa druge strane pasivni mikromešači ili, kako se drugačije nazivaju, statični mikromešači, oslanjaju se isključivo na energiju pumpanja fluida za mešanje i koriste specijalno projektovane mikrokanaile kako bi restruktuirali tok na način na koji se smanjuje difuziona dužina i povećava kontaktna površina između fluida [6-10]. Pasivni mikromešači mogu da se svrstaju u dve grupe. Prvu grupu čine dvodimenzionalni mešači koji koriste jednostavne ravanske strukture poput konvergentno-divergentnih kanala, spiralnih kanala, cik-cak kanala itd [8]. Druga grupa pasivnih mikromešača su trodimenzionalni mešači koji koriste kompleksne prostorne strukture da bi proizveli vrtloge, sekundarne struje, Dinove vrtloge i haotičnu konvekciju, ali su nužno teži za proizvodnju baš zbog svoje geometrije [8].

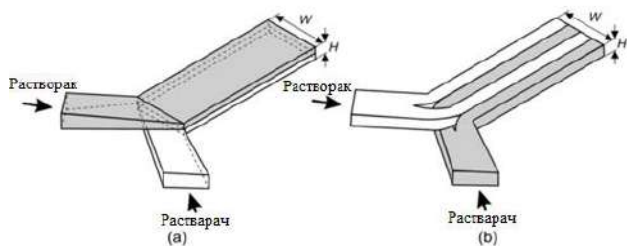
3. PASIVNI MIKROMEŠAČI ZASNOVANI NA MOLEKULARNOJ DIFUZIJI

Strujanje fluida u mikrofluidnim sistemima je okarakterisano malim zapreminama, malim vrednostima protoka i malim dimenzijama kanala, što usledjuje dominantnost viskoznih sila u odnosu na zanemarljivo male inercijalne sile [11]. Usled ovog u mikromešačima, dolazi do laminarnog mešanja. Ovo je fenomen pri kom dva fluida teku jedan pored drugog sa jasnom međusobnom granicom, bez mešanja, stvarajući difuzionu površinu između sebe [6, 11]. Samo difuziono mešanje zavisi od površine kontakta između rastvorka i rastvarača, kao i od debljine slojeva pojedinih faza. Visok difuzioni fluks može se ostvariti pri gradijentu koncentracije, velikoj površini kontakta između faza i visokom koeficijentu difuzije [6].

U slučaju mikromešača kratka dužina mešanja dovodi do visokog koncentracionog gradijenta koji je vrlo povoljan za efektivno mešanje [6, 11]. Sa druge strane, kako je koeficijent difuzije konstanta nekog materijala, on može da se koriguje samo povišenjem temperature i snižavanjem viskoznosti [6]. Poboľjšanja koja se dobijaju korekcijom temperature i viskoznosti veoma su mala tako da u slučaju mikromešača zasnovanih na molekularnoj difuziji optimizacija se vrši prvenstveno promenom same geometrije mešača ili smanjenjem debljine sloja faza [6]. Smanjenjem debljine sloja faza može se vršiti na nekoliko načina: paralelnom laminacijom, sekvencijalnom laminacijom, sekvencijalnom segmentacijom, segmentacijom na osnovu ubrizgavanja i hidrodinamičkim fokusiranjem [6].

Paralelna laminacija

Poboľšanjem kontaktne površine između fluida, tj. njenim povećanjem, smanjuje se dužina difuzionih ruta [6,7]. Ova poboľšanja se postižu tako što se rastvorak i rastvarač podele u n podtokova koji se kasnije rekombinuju i spajaju u jedan tok [6].



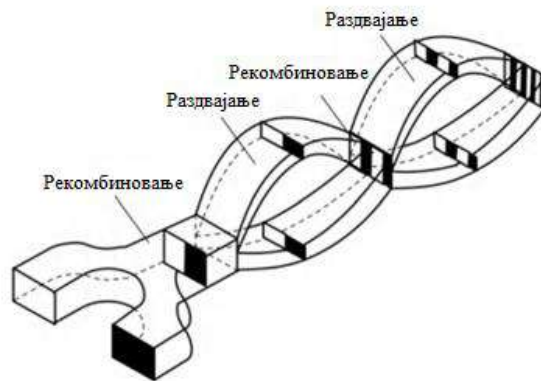
Slika 1. a) Laminacija duž visine; b) Razdvajanje i rekombinovanje [6]

U poređenju sa paralelnim mikromešačima sa dva podtoka, primenom principa paralelne laminacije vreme mešanja ili potrebna dužina kanala da bi se mešanje ostvarilo se može smanjiti sa faktorom n^2 [6]. Primer jedne izvedbe ovakvog mikromešača dat je na slici 1 [6]. U ovoj izvedbi površina kontakta fluida povećava se sa faktorom W/H .

Sekvencijalna laminacija

Princip rada sekvencijalne laminacije sličan je paralelnoj laminaciji, sa razlikom u metodi koja se koristi da bi se ostvarila laminacija fluida koji se mešaju [6, 10]. Sekvencijalna laminacija je proces gde se već spojeni tok razdvaja u dva kanala i onda se opet rekombinuje [6]. Razdvajanje i

rekombinovanje može da se odvija i više puta. Ovaj princip se još naziva i SAR (eng. *split and recombine*) [6]. Na slici 2 dat je primer jednog SAR mikromešača kod kog se primenjuje horizontalna laminacija i vertikalno razdvajanje, ovo naravno može biti i obrnute orijentacije [6]. SAR mikromešači ostvaruju mnogo brže mešanje u poređenju sa konceptom paralelne laminacije [6]. Upravo ova trodimenzionalna struktura i kompleksan postupak proizvodnje je i glavna mana SAR mikromešača [6, 10].



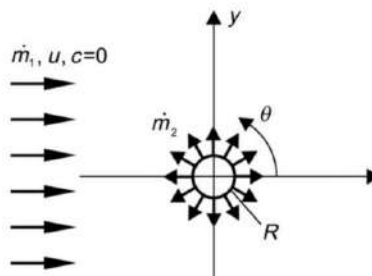
Slika 2. Koncept sekvencijalne laminacije [6]

Sekvencijalna segmentacija

Jednostavni mikromešači obično podrazumevaju strujanje dva laminarna toka duž mikrokanala. Ovde je kontaktne površina za molekularnu difuziju između fluidnih tokova duž cele dužine kanala, pa za adekvatno mešanje dužina može biti prevelika za praktičnu primenu [6,12]. Ukoliko bi kontaktne površina za molekularnu difuziju bila duž širine mikro kanala, ukupna dužina kanala za adekvatno mešanje se može značajno smanjiti, ovakav pristup se naziva sekvencijalna segmentacija [6]. Sekvencijalna segmentacija ostvaruje se naizmeničnom promenom protoka kroz ulazne kanale [6, 12]. Promena protoka kroz ulaze ostvaruje se ili pomoću dva ventila ili pomoću regulacije pumpe.

Segmentacija na osnovu ubrizgavanja

Koncept segmentacije na osnovu ubrizgavanja je veoma sličan paralelnoj laminaciji. Segmentacija na osnovu ubrizgavanja umesto razdvajanja oba ulazna toka uvodi rastvarač u rastvorak pomoću reda mlaznica [6, 7]. Ovakav pristup takođe povećava kontaktne površinu fluida uz smanjenje dužine mešanja.



Slika 3. Princip segmentacije na osnovu ubrizgavanja [6]

Jednostavan primer ovakvog mikromešača dat je na slici 3 u obliku dvodimenzionalnog modela gde se rastvorak kreće masenim protokom $\dot{m}_1$ dok se rastvarač kreće masenim protokom $\dot{m}_2$ [6].

Hidrodinamičko fokusiranje

Sve prethodno navedene metode imaju zadatak da poboljšaju procese mešanja, a kako se one primarno oslanjaju na geometrijske promene, može doći do rasta cene proizvodnje. Alternativa za ove metode je hidrodinamičko fokusiranje, koje je, u suštini, dugačak mikrokanal sa tri ulaza [6]. Princip rada je da fluidi (rastvarač i rastvorak) koji se dovode spoljnim granama budu stisnuti između dva tanka toka. Stiskanjem se ostvaruje manji tok kao i tanja laminaciona širina, pri čemu se širina fokusiranog toka kontroliše odnosom protoka srednjeg i spoljnih tokova [6]. Što je razlika protoka između unutrašnjeg i spoljašnjih tokova veća time je veće suženje, a kako je vreme mešanja proporcionalno kvadratu difuzione dužine, koja je u ovom slučaju širina fokusiranog toka, time je i vreme mešanja manje [10, 13].

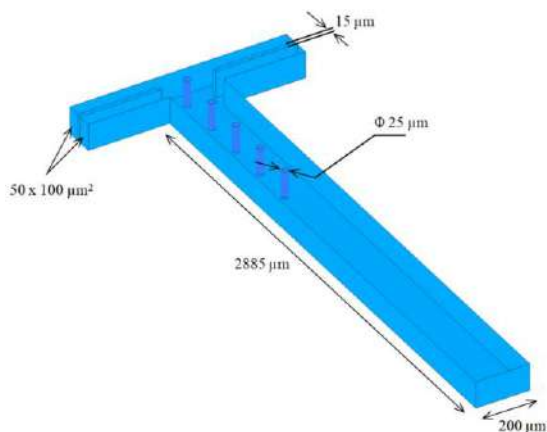
4. PASIVNI MIKROMEŠAČI ZASNOVANI NA HAOTIČNOJ KONVEKCIJI

Transport molekula unutar fluida u pokretu naziva se konvekcija. Konvekcija omogućava mešanje fluidnih tokova pri niskim Reynoldsovim brojevima, ali kako je u mikromešačima konvekcija u pravcu strujanja, transverzalni transport oslanja se isključivo na molekularnu difuziju [6, 10, 14]. U slučaju kada konvekcija ima trodimenzionalnu putanju naziva se haotična konvekcija i proizvodi sekundarni transverzalni transport i drastično poboljšava mešanje [6]. U suštini, osnovni koncept za stvaranje konvekcije je modifikacija oblika mikrofluidnog kanala kako bi došlo do razvlačenja, savijanja i lomljenja laminarnog toka. Usled različitih geometrija mikromešača haotična konvekcija se posmatra pri različitim Reynoldsovim brojevima i klasifikuje se prema njima. U zavisnosti od operativnog opsega postoji sledeća klasifikacija [6]:

- visok opseg, $Re > 100$
- srednji opseg, $100 > Re > 10$
- nizak opseg, $Re < 10$.

„T“ Mikromešači pri visokim Reynoldsovim brojevima

Usled oštre krivine od 90° kroz koju fluidi moraju da prođu, javljaju se dovoljno velike inercijalne sile za formiranje vrtloga [6]. U opštem slučaju, u „T“ mikromešačima se laminarni režim sastoji od tri podrežima: stratifikacija, vrtloženje i progutavanje [6]. Stratifikacija se javlja pri $Re < 50$ i oba ulazna toka teku jedan pored drugog, a transverzalni transport se odvija molekularnom difuzijom [6].



Slika 4. „T“ mikromešač [15]

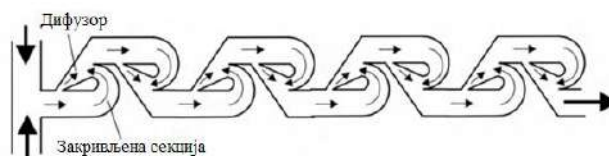
Čak i pri niskom Reynoldsovom broju postoji formiranje vrtloga u kanalu ali oni su malog intenziteta i veoma brzo dolazi do njihove disipacije usled viskoznosti fluida. U vrtložnom režimu, pri $50 < Re < 150$, pojavljuju se Dinovi (Dean) vrtlozi koji su tad potpuno simetrični. U režimu progutavanja, pri $Re > 150$, vrtlozi postaju asimetrični i pojavljuje se prava haotična konvekcija [6]. U stvari, u ovom režimu dolazi do uvijanja kontaktne ravni između fluida. Upravo ovaj režim se koristi za mešanje. Izgled jednog „T“ mikromešača je dat na slici 4.

Mikromešači sa preprekama u kanalu pri visokim Reynoldsovim brojevima

Kako tok u mikromešačima postaje nestabilan pri visokim vrednostima Reynoldsovog broja, slično turbulizatorima koji se koriste na makro nivou, postavljene prepreke u mikrokanalima mogu da ubrzaju ove nestabilnosti, ujedno i da omoguće da se javi pri nižim vrednostima Reynoldsovog broja, time čineći mešače prikladnijim za praktičnu upotrebu [6]. U ovakvoj izvedbi delimično izmešana tečnost prolazi kroz nekoliko prepreka koje generišu vrtloge pri velikim Reynoldsovim brojevima [6, 15, 16]. Ovi vrtlozi remete laminaran tok i uvode transverzalni transport u kanalima [6]. Čak i sa preprekama brzina strujanja je dovoljno velika da se stvore vrtlozi, ali prepreke uvode i porast pada pritiska u kanalu [6, 15, 16]. Uopšteno važi da što je veći broj prepreka postavljeno u kanal time se ostvaruje bolje mešanje [6, 16]. Uprkos tome, pokazalo se da postavljanje prepreka asimetrično duž kanala za mešanje izaziva bolje mešanje nego jednostavno povećavanje broja prepreka, gde je najbitniji faktor koji utiče na mešanje faktor začepljenja i međusobna rastojanja između prepreka [16].

Haotična konvekcija u kanalima različitih oblika pri srednjim Reynoldsovim brojevima

Mešanje pri srednjim vrednostima Reynoldsovog broja može biti poboljšano kombinacijom Tejllove disperzije i Dinovih vrtloga [6, 10]. Tejllova disperzija i Dinovi vrtlozi se najbolje koriste u mikromešačima koji imaju kanale u obliku krivina ili skretanja kombinovano sa promenom brzine [6]. Jedan takav mikromešač je dat na slici 5 i ima strukturu Tesla ventila gde kanal ima zakrivljene i difuzorske sekcije [6]. Zakrivljene sekcije mikrokanala omogućavaju da se fluid razdvoji pre nego što se opet sudari pod uglom od 180° koristeći Koanda efekat (tendencija fluida da ostane pripojen uz konkavnu površinu) [6, 17].

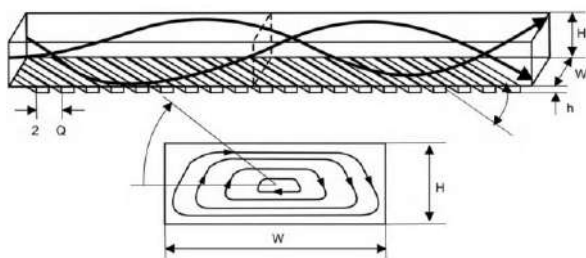


Slika 5. Tesla mikromešač

Haotična konvekcija sa strukturama za usmeravanje toka pri niskim Reynoldsovim brojevima

Sekundarno strujanje slično Dinovim vrtlozima može se formirati usled aksijalnog gradijenta pritiska ako se na zidove kanala postave grebeni pod nekim uglom θ [6, 7]. Pri niskim Reynoldsovim brojevima ovi grebeni su anizotropan otpor strujanju, i otpor je minimalan pri uglu od 0° dok je maksimalan pri uglu od 90° [6]. Taj anizotropan

otpor usmerava tok preko ovih grebena. Ovakva konstrukcija se naziva SGM (eng. *slanted groove micromixer*) mikromešač [6]. Na slici 6 data je tipična putanja strujnica sekundarnog toka u SGM mikromešačima usled niza grebena [6]. Usled niza grebena putanja strujnica će dobiti helikoidalnu strukturu. Sekundarno strujanje generisano grebenima koristiti se za dobijanje efekta haotične konvekcije usled ponavljajućeg niza rotacionog i ekstenzionog strujanja izazvanog vrtlozima [6]. Ekstenziono strujanje je pojava pri kojoj dolazi do izdužavanja fluidnih delića pri delovanju neke sile na njih [18, 19].



Slika 6. Putanja strujnica usled niza grebena [6]

5. ZAKLJUČAK

Iako je oblast mikrofluidike relativno nova već je značajno utemeljena na akademskoj sceni sa skoro eksponencijalnim rastom istraživanja. Pored naučnog aspekta, mikrofluidni uređaji poput mikromešača postaju nezamenljivi elementi u raznim kompleksnim sistemima inženjerske prakse, a pogotovo u oblasti biomedicine gde nagoveštavaju revoluciju u oblastima laboratorijske analize i prevencije. Pokazana je fleksibilnost ove tehnologije i mogućnost njene adaptacije da specifično odgovori željenim zahtevima. Sa druge strane prikazane su i poteškoće sa kojima se mikromešači susreću u pogledu učestale i masovne primene usled raznih ograničenja koja se pretežno ogledaju u ekonomskoj isplativosti ali i tehničkim ograničenjima u okviru konvencionalnih postupaka proizvodnje i kontrole sa kojim bi morali biti komplementarni zarad ispunjenja ovih ciljeva. U ovom radu je kroz razne primere i podvrste mikromešača objašnjene su elementarne zakonitosti funkcionisanja mikromešača ali i mogućnosti i tehnike za poboljšanje procesa mešanja u zavisnosti od tipa uređaja.

6. LITERATURA

- [1] Ivana Podunavac, Realizacija mikrofluidičnog čipa za separaciju mikročestica po veličini na principu uštinutog toka, Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-Matematički fakultet, 2019.
- [2] Sanja Kojić, Realizacija i testirawe mikrofluidnih čipova za primene u biomedicine, Univerzitet u Novom Sadu Fakultet Tehničkih Nauka, 2021.
- [3] George M. Whitesides, The origins and the future of microfluidics, NATURE vol. 442, 2006.
- [4] Jose M. Ayuso, Maria Virumbrales-Munoz, Joshua M. Lang, David J. Beebe, A rol for microfluidic systems in precision medicine, NATURE COMMUNICATIONS, 2022.
- [5] Catherine Rivet, Hyewong Lee, Alison Hirsch, Sharon Hamilton, Hang Lu, Microfluidics for medical diagnostics and biosensors, Elsevier Ltd., 2010.
- [6] Nam-Trung Nguyen, Micromixers, Elsevier Inc., 2021.
- [7] Nam-Trung Nguyen, Zhigang Wu, Micromixers—a review, J. Micromech. Microeng. 15, 2005.
- [8] Gaozhe Cai, Li Xue, Huilin Zhang, Jianhan Lin, A Review on Micromixers, Micromachines, 8, 2021.
- [9] Chia-Yen Lee, Chin-Lung Chang, Yao-Nan Wang, Lung-Ming Fu, Microfluidic Mixing: A Review, Interantional Journal of Molecular Sciences, 12, 2011.
- [10] Lorenzo Capretto, Wei Cheng, Martyn Hill, Xunli Zhang, Micromixing Within Microfluidic Devices, Springer-Verlag Bernil, 2011.
- [11] Clement Kleinstreuer, Microfluidics and Nanofluidics: Theory and Selected Applications, Wiley, 2013.
- [12] Yap Kah Fai David, Design and analysis of a sequential segmentation two phase gas-liquid micromixer, University of Toronto, 2007.
- [13] Arman Sadeghi, Micromixing by two-phase hydrodynamic focusing: A 3D analytical modeling, Chemical Engineering Science vol. 179., 2018
- [14] Yonas Desta Bizuallem, Amare Gashu Nurie, Talbachew Tadesse Nadew, A review on biodiesel micromixers: Types of micromixers, configurations, and flow patterns, Elsevier Ltd., 2024.
- [15] T. Manoj Dundi, V.R.K. Raju, V.P. Chandramohan, Characterization of mixing in an optimized designed T-T mixer with cylindrical elements, Chinese Journal of Chemical Engineering, 2019.
- [16] S.M.H. Mirkarimi, M.J. Hosseini, Y. Pahamli, Numerical, Investigation of a curved micromixer using different arrangements of cylindrical obstacles, Elsevier BV, 2023.
- [17] Aleksandar Saljnikov, Koanda efekat i njegova primena u klimatizaciji, KGH Br. 2, 1980.
- [18] Y. C. Lam, H. Y. Gan, N. T. Nguyen, H. Lie, Micromixer based on viscoelastic flow instability at low Reynolds number, Biomicrofluidics 3, 2009.
- [19] S. Gupta, C. Sasmal, On designing a wavy sinusoidal micromixer for efficient mixing of viscoelastic fluids harnessing elastic instability and elastic turbulence phenomena, Elsevier Inc. 2024

Kratka biografija:



Vladimir Kozomora rođen je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetike i procesne tehnike - Računarsko modeliranje mikromešača softverom „Comsol“ odbranio je 2024.god.
kontakt:
vladimirkozomora.private@gmail.com



Maša Bukurov rođena je u Novom Sadu 1968. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2004. god., a od 2018. god. je dobila zvanje redovnog profesora. Oblasti interesovanja je teorijska i primenjena mehanika fluida.

ПРОЈЕКАТ ПАСИВНЕ ГРАДЊЕ СА ПРИМЕНОМ ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ И СОЛАРНИХ СИСТЕМА**PROJECT OF PASSIVE BUILDING WITH APPLICATION OF HEAT PUMPS AND SOLAR SYSTEMS**

Младен Јеремич, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – Машинство

Кратак садржај – Предмет овог рада јесте приказ о начину градње, могућностима уштеде енергије, опису коришћених обновљивих извора енергије те количини смањења емисија штетних гасова, изградњом пасивних у односу на класичан начин градње. На почетку рада се говори о производњи енергије, њеном утицају на околину, те изградњи пасивних грађевина. Наставак приказује преглед извора енергије и детаљнији опис обновљивих извора коришћених у пасивном начину градње. Даље су дати прорачуни потрошње примарне енергије и система за њену дистрибуцију за пасивну грађевину овог пројекта. Завршни део односи се на еколошку свест о изградњи пасивних грађевина у сврху смањења потрошње енергије односно емисија штетних гасова у односу на класичан начин градње са приказаном економском анализом пројекта. На самом крају, дат је закључак.

Abstract – The subject of this paper is a description of the method of construction, the possibilities of energy saving, the description of the used renewable energy sources and the amount of reduction of harmful gas emissions, the passive construction method in relation to the classes. At the beginning of the paper, we talk about energy production, its impact on the environment, and the construction of passive buildings. The continuation shows an overview of energy sources and a more detailed description of renewable sources useful in passive construction. Further, the calculations of primary energy consumption and the system for its distribution for the passive building of this project are given. The final part refers to the ecological awareness of the construction of passive buildings in order to reduce energy consumption, i.e. emissions of harmful gases compared to the classic construction method shown by the economic analysis of the project. At the very end, a conclusion is given.

Кључне речи: Пасивна грађевина, уштеда енергије, обновљиви извори енергије.

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др. Ђорђе Додер.

1. УВОД

Развојем нових технологија, растом броја становника, те њиховом активношћу, живот на планети Земљи се у последњих 50-ак година значајно променио. Све то узрокује велике потребе за енергијом, највећим уделом конвенционалне, без које се данашњи начин живота не може ни замислити.

Главни кривац насталој ситуацији је сагоревање фосилних горива које узрокује испуштање гасова са ефектом стаклене баште у атмосферу од којих је најзаступљенији CO₂ (угљен-диоксид).

Називи нискоенергетска грађевина и пасивна грађевина не означавају директно начин саме градње објекта, већ првенствено означавају потрошњу енергије за грејање.

Данас постоји пет главних категорија енергетски ефикасних кућа:

- нискоенергетске куће (low energy house)
- пасивне куће (passive house, ultra-low energy house)
- куће нулте енергије (zero energy house or net zero energy house)
- аутономне куће (autonomous building, house with no bills)
- куће са вишком енергије (energy-plus-house)

2. ОБНОВЉИВИ ИЗВОРИ ЕНЕРГИЈЕ У ПАСИВНИМ ГРАЂЕВИНАМА

Након стотина година кориштења енергије фосилних горива, данас се глобална слика мења, а обновљиви извори се све више сматрају једним од кључних фактора будућег развоја Земље.

Развој обновљивих извора енергије (посебно од ветра, воде, сунца, биомасе и геотермалне енергије) важан је због неколико разлога:

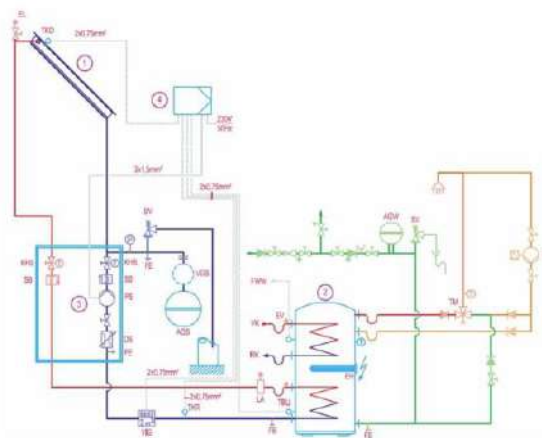
- обновљиви извори енергије имају врло важну улогу у смањењу емисије угљендиоксида (CO₂) у атмосферу
- повећање удела обновљивих извора енергије повећава енергетску одрживост система.
- очекује се да ће обновљиви извори енергије у даљој будућности постати економски конкурентни конвенционалним изворима енергије.

Обновљиви извори енергије на земљи потичу од три главна примарна извора:

- од распадања изотопа у дубини земље (геотермелна енергија и сл.)
- од гравитационог деловања планета (енергија морских мена и сл.)
- од термонуклеарних конверзија на сунцу (Сунчева и енергија ветра)

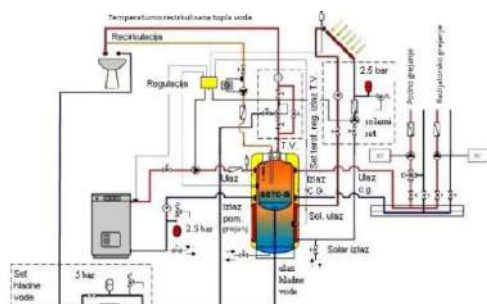
Начини коришћења сунчеве енергије се могу поделити на пасивне, активне и оне за производњу ел. енергије.

Сунчева енергија се активно прикупља уз помоћ соларних колектора, у нашим крајевима првенствено у сврху загревања ТПВ и у мањој мери грејања простора. Соларни колектори се уграђују у склопу соларног система (Слика 2.4.).



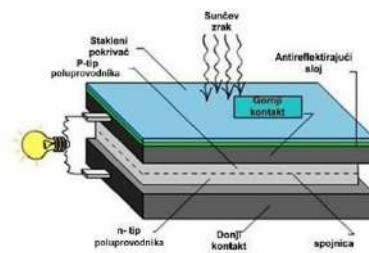
Слика 2. 4. Соларни систем за припрему ТПВ [4]

Уз припрему топле потрошне воде соларни системи се користе и за грејање простора у виду нискотемпературног система грејања као што је подно или зидно грејање. Системи који су намењени и за загревање ТПВ и за грејање простора захтевају већу површину колектора и већу запремину резервоара



Слика 2. 10. Шематски приказ система соларног грејања и припреме ТПВ [4]

Фотонапонске ћелије су заправо полупроводнички елементи који директно претварају енергију Сунчевог зрачења у електричну енергију. Ако затворимо струјни круг између соларног колектора и неког потрошача, нпр. светиљке, струја ће протећи и потрошач ће бити снабдевен ел. енергијом, односно наша светиљка ће засветлити (слика 2.13.).



Слика 2. 13. Принципом рада фотонапонске ћелије [2]
Топлотне пумпе су уређаји који доводе енергију (топлотну), са нижи на виши температурни ниво, уз додатну енергију (рад), левокретним кружним процесом са одговарајућим медијумом.

За свој рад захтевају два топлотна резервоара:

- топлотни извор: простор или медијум ниже температуре од којег се топлота одводи.
- топлотни понор: простор или медијум више температуре којем се топлота доводи.

2.1. Топлотне пумпе земља-вода:

Температура Земље током године је прилично једнолична, на око 2 m износи од 7 до 13 °C, па представља добар резервоар топлоте. Та се топлота може искористити постављањем земних хоризонталних колектора и вертикалних сонди (слика 2.21.).

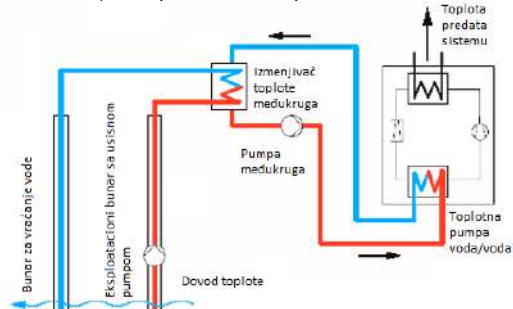


Слика 2. 21. Искоришћење земљине топлоте (вертикалне сонде и хоризонтални колектори) [2]

2.2. Топлотне пумпе вода-вода:

Температура подземних вода креће се од 7 до 12 °C током целе године па је погодна као резервоар топлоте за топлотне пумпе.

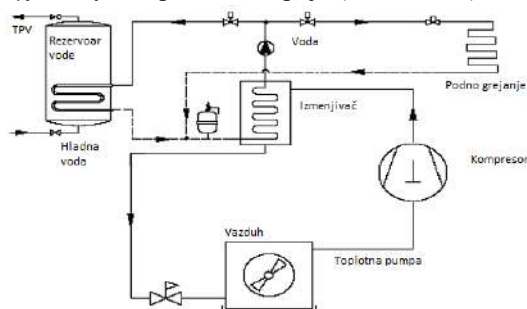
Вода се из експлоатационог бунара доводи до измењивача топлоте међукруга (противструјни), где се топлота воде преноси на медијум међукруга (расолина-вода), тако „загрејан“ медијум се доводи у испаривач где се загрева вода у секундарном кругу топлотне пумпе (слика 2.22.)



Слика 2. 22. Принципом рада топлотне пумпе, вода/вода, применом експлоатационог бунара [1]

2.3. Топлотне пумпе ваздух-вода:

Највећи и најприступачнији огревни резервоар топлоте за топлотне пумпе представља околни ваздух. Оребрени измењивач топлоте са принудном циркулацијом ваздуха користи се за измену топлоте између ваздуха и радне материје (слика 2.23.).



Слика 2. 23. Принципа рада топлотне пумпе ваздух/вода [1]

3. ПРОРАЧУН

Прорачун је израђен према норми СРПС ЕН 13790 која описује прорачун годишње месечне потрошње енергије за грејање и хлађење.

Овде ћемо приказати прорачунате вредности месечних трансмисионих и вентилационих топлотних губитака објекта с обзиром на спољну и унутрашњу пројектну температуру, искоришћење принудне механичке вентилације са регенерацијом путем рекуператора. За вентилацију је претпостављено 0,5 измена ваздуха по сату. [3]

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ						
Површине	A	k	H _{TRAN}	t _{eks}	t _{int}	Φ _{TRAN}
	m ²	W/m ² K	W/K	°C	°C	W
Спољни зид	184,65	0,11	20,44	-18,00	21,00	797,35
Кров	125,00	0,13	16,83	-18,00	21,00	656,39
Под	117,00	0,13	15,72	-18,00	21,00	613,26
Балкон	22,51	0,14	3,21	-18,00	21,00	125,37
Остакљења	33,72	0,82	27,65	-18,00	21,00	1078,37
Спољна врата	2,40	1,00	2,40	-18,00	21,00	93,60
			86,26			3364,33

Таблица 3.10. Трансмисиони губици објекта

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ							
ρ	c _p	n	V _A	V	V _{int}	U _{вазоз}	H _{vent}
kg/m ³	J/kgK	h ⁻¹	m ³ /(h m ²)	m ³	m ³ /h	m ³ /h	W/K
1,20	1005,00	0,50	1,20	470,83	235,41	47,08	94,64
							322,099

Таблица 3.11. Вентилациони губици објекта

Добици од унутрашњих извора зависе од активности које се обављају унутар објекта, колико особа борави у простору, као и у зависности од рада различитих уређаја и сл., али се за просек узима вредност од око 5 W/m² површине пода. [3]

У табели 3.13. приказане су прорачунате вредности добитак топлоте од сунчевог зрачења по месецима за целу годину.

ГОДИШЊИ – МЕСЕЧНИ ДОБИЦИ ТОПЛОТЕ				
Месец	Q _{ms}	Q _{mt}	Q _{dob}	Q _{dob}
	kWh	kWh	kWh	MJ
Јануар	525,59	730,92	1256,51	4523,44
Фебруар	663,16	660,19	1323,35	4764,04
Март	985,87	730,92	1716,80	6180,47
Април	874,95	707,35	1582,29	5696,26
Мај	233,57	730,92	964,49	3472,17
Јун	229,68	707,35	937,03	3373,29
Јул	252,59	730,92	983,51	3540,64
Август	244,69	730,92	975,62	3512,22
Септембар	233,27	707,35	940,61	3386,20
Октобар	227,90	730,92	958,83	3451,78
Новембар	483,66	707,35	1191,01	4287,62
Децембар	313,08	730,92	1044,00	3758,42
ГОДИШЊЕ	5268,00	8606,04	13874,04	49946,55

Таблица 3.13. Годишње вредности унутрашњих добитак од сунца

3.1. Годишња енергија за грејање:

У табели 3.14. приказане су месечне вредности енергије за грејање објекта добијених према вредностима губитака и добитак топлоте.

Месец	Q _{H,gr}	Q _{H,va}	Q _{H,bl}	Q _{H,ol}	Q _{H,int}	Q _{H,ra}	γ _H	η _{H,ra}	α _{rad,H}	Q _{H,rad}
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	-	-	-	kWh
МЕСЕЧНО										
Јануар	1463	201	1664	526	731	1257	0,76	0,838	1	611
Фебруар	1125	172	1297	663	660	1323	1,02	0,737	1	321
Март	1059	187	1246	986	731	1717	1,38	0,616	1	188
Април	634	400	1033	875	707	1582	1,53	0,572	1	127
Мај	347	298	644	234	731	964	1,50	0,582	1	83
Јун	143	61	203	230	707	937	4,61	0,215	1	2
Јул	39	46	85	253	731	984	11,58	0,086	1	0
Август	96	50	146	245	731	976	6,66	0,150	1	0
Септембар	323	189	512	233	707	941	1,84	0,498	1	44
Октобар	680	429	1109	228	731	959	0,86	0,796	1	346
Новембар	1056	152	1207	484	707	1191	0,99	0,750	1	315
Децембар	1309	190	1499	313	731	1044	0,70	0,860	1	601
УКУПНО										2638
Q _{H,ra}	kWh/m ² a год									13,42

Таблица 3.14. Годишња потребна енергија за грејање објекта

3.2. Годишња енергија за хлађење:

У табели 3.16. приказане су месечне вредности енергије за хлађење објекта добијених према вредностима губитака и добитак топлоте.

Месец	Q _{C,gr}	Q _{C,va}	Q _{C,bl}	Q _{C,ol}	Q _{C,int}	Q _{C,ra}	γ _C	η _{C,ra}	α _{rad,C}	Q _{C,rad}
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	-	-	-	kWh
МЕСЕЧНО										
Јануар	1463	201	1664	526	731	1257	0,8	0,7	1	
Фебруар	1125	172	1297	663	660	1323	1,0	0,8	1	
Март	1059	176	1775	986	731	1717	1,0	0,8	1	
Април	634	400	1033	875	707	1582	1,5	1,0	1	479
Мај	347	298	644	234	731	964	1,5	1,0	1	274
Јун	143	404	547	230	707	937	1,7	1,0	1	363
Јул	39	309	348	253	731	984	2,8	1,0	1	632
Август	96	334	431	245	731	976	2,3	1,0	1	536
Септембар	323	189	512	233	707	941	1,8	1,0	1	408
Октобар	680	429	1109	228	731	959	0,9	0,8	1	
Новембар	1056	152	1207	484	707	1191	1,0	0,8	1	
Децембар	1309	190	1499	313	731	1044	0,7	0,7	1	
УКУПНО										2692
Q _{C,ra}	kWh/m ² a год									13,7

Таблица 3.16. Годишња потребна енергија за хлађење објекта

4. ЕКОНОМСКО-ЕКОЛОШКА АНАЛИЗА

У таблицама 6.3. и 6.4. приказане су вредности потрошње примарне енергије за објекат овог пројекта, израђене по стандарду класичне градње и конвенционалног система са гасом као енергентом за грејање и припрему ТПВ, исте оријентације са двоструким ПВЦ остакљењима, истих димензија,

енергетског броја за грејање од 66 kWh/m² годишње, те дајемо поређење са вредностима за пасивну кућу овог пројекта на основу чега добијамо износ годишње уштеде.

Потрошња енергије							
Месец	ТПВ	Системи		Е.л. уређаји	Трошкови енергије		
		Грејање	Хлађење		Уређаји	Системи	Укупно
	kWh	kWh	kWh	kWh	РСД	РСД	РСД
Јан	376	3658		581	32151	4631	36782
Феб	340	2465		525	22356	4184	26540
Мар	376	1364		581	13868	4631	18498
Апр	364	600	206	562	9325	4479	13804
Мај	376	38	387	581	6384	4631	11015
Јун	364	0	866	562	9803	4479	14282
Јул	376	0	1757	581	17000	4631	21631
Авг	376	0	1115	581	11883	4631	16514
Сеп	364	26	440	562	6615	4479	11094
Окт	376	473		581	6767	8400	15167
Нов	364	1987		562	18737	4479	23217
Дец	376	3450		581	30493	4631	35124
Укупно	4428	14061	4771	6840	185382	58285	243667

Таблица 6.3. Потрошња и трошкови енергије класичног начина градње

Месец	ТПВ	Системи		Е.л. уређаји	УКУПНО	Разлика енергије	Трошкови енергије
		Грејање	Хлађење				
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	РСД
Јан	376	3658	0	582	4616	4500	35865
Феб	340	2465	0	525	3330	3330	26540
Мар	376	1364	0	582	2322	2324	18522
Апр	364	600	206	563	1733	1736	13836
Мај	376	38	387	582	1383	1385	11038
Јун	364	0	866	563	1793	1795	14306
Јул	376	0	1757	582	2715	2716	21647
Авг	376	0	1115	582	2073	2074	16530
Сеп	364	26	440	563	1393	1395	11118
Окт	376	473	0	582	1431	1432	11413
Нов	364	1987	0	563	2914	2853	22738
Дец	376	3450	0	582	4408	4025	32079
Укупно					30111	29565	235633

Таблица 6.4. Смањење потрошње и трошкова енергије путем пасивне градње

На основу годишње потрошње енергије добијене су вредности у таблицама 6.5. и 6.6. за количине емисија CO₂ пасивне и класичне градње на основу којих долазимо до вредности смањења од 9.125 t CO₂ годишње пасивним начином градње

Потрошена енергија					Добитак	Разлика	Емисије CO ₂
Месец	ТПВ	Грејање	Хлађење	Уређаји			
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kg
Јан	40	153	0	492	685	569	44
Феб	17	80	0	446	544	744	
Мар	2	47	0	498	546	1094	
Апр	0	32	120	485	517	1241	
Мај	0	21	68	503	524	1505	
Јун	0	0	91	488	488	1531	
Јул	0	0	159	505	505	1679	
Авг	0	0	134	503	503	1505	
Сеп	0	11	102	486	497	1647	
Окт	9	87	0	496	591	957	
Нов	39	79	0	476	595	533	62
Дец	65	150	0	491	706	323	144
Σ НС	172	659	674	5868	6699	13329	211

Таблица 6.5. Количине емисија CO₂ пасивне градње

Емисије CO ₂					
Месец	ТПВ	Грејање	Хлађење	Уређаји	Укупно
	kg	kg	kg	kg	kg
Јануар	99	966	0	223	1288
Фебруар	90	651	0	201	942
Март	99	360	0	223	683
Април	96	159	79	216	550
Мај	99	10	148	223	481
Јун	96	0	332	216	644
Јул	99	0	673	223	995
Август	99	0	427	223	749
Септембар	96	7	169	216	488
Октобар	99	125	0	223	447
Новембар	96	525	0	216	837
Децембар	99	911	0	223	1233
Укупно	1171	3713	1828	2623	9336

Таблица 6.6. Емисије CO₂ класичног начина градње

5. ЗАКЉУЧАК

Овим смо радом показали како се, градњом и коришћењем савремених пасивних и ниско

енергетских грађевина односно начином њиховог пројектовања, извођењем али и коришћењем обновљивих извора, добија најбољи однос између екологије и енергетске ефикасности.

Пасивне куће применом соларних система и топлотних пумпи као главним изворима енергије уз јако добру изолацију и остакљење, правилном локацијом и оријентацијом троше врло мало енергије, односно „штеде“ и уједно увелико смањују штетне емисије, пре свега CO₂, као најзаступљенијег гаса са ефектом стаклене баште и смањују истоимени ефекат који је последица дугогодишњег коришћења-сагоревања фосилних горива. Прорачунима губитака и добитака добијамо потребну количину топлотне енергије за грејање која је у оквиру граница за пасивне куће те према томе пројектујемо потребне системе.

Даљим прорачунима показали смо да пасивна кућа „троши“ знатно мање енергије од класичне па тако мање угрожава природу.

Дакле, пасивна градња задовољава два главна услова енергетске ефикасности, минимални трошак енергије и угрожавање природе, уз све строжије мере у погледу потрошње енергије и испуштања штетних емисија у природу.

6. РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Рецкнагел, Шпренгер, Шрамек, Чеперковић, „Грејање и климатизација“, Врњачка Бања, 2004
- [2] Бранислав Живковић, Зоран Стајић, „Мали термотехнички приручник“, СМЕИТС Београд, 2011.
- [3] ***, Енергетске перформансе зграда - Прорачун енергије која се користи за грејање и хлађење простора, СРПС ЕН ИСО 13790:2010, 2010. Година
- [4] Званични сајт компаније “Rehau”, www.rehau.com, доступно у septembru 2024. godine

Кратка биографија:



Младен Јеремић, рођен је у Шапцу 1994. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства – Термоенергетика одбранио је 2024. год.



АНАЛИЗА, ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА ПОДАТАКА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ПОДУЖНЕ И ПОПРЕЧНЕ РАВНОСТИ НЕДЕСТРУКТИВНОМ МЕТОДОМ

ANALYSIS, COLLECTION AND PROCESSING OF DATA FOR THE DETERMINATION OF LONGITUDINAL AND TRANSVERSE FLATNESS USING A NON-DESTRUCTIVE METHOD.

Дејан Дакић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У мастер раду је дат кратак приказ различитих метода прикупљања података подужне и попречне равности, као и обраде истих. Након тога приказани су каталози који дефинишу граничне вредности (ком интервалу припадају срачунате вредности подужне, односно попречне равности). Такође је приказано дефинисање хомогених потеза. На крају, дат је практичан пример како би се што лакше и боље приближила теоријска дискусија о прикупљању и обради података за подужну и попречну равност.

Кључне речи: Анализа и обрада података, подужна и попречна равност, недеструктивне методе

Abstract

In the master's thesis, a brief presentation of various methods of data collection of longitudinal and transverse flatness, as well as their processing, is given. After that, catalogs are shown that define the limit values (to which interval do the calculated values of longitudinal and transverse flatness belong). The definition of homogeneous sections is also shown. In the end, a practical example is given in order to approach the theoretical discussion on the collection and processing of data for longitudinal and transverse flatness as easily and better as possible.

Keywords: Data analysis and processing, longitudinal and transverse flatness, non-destructive methods

1. УВОД

Иако равност коловоза подразумева директно мерење на терену, за многе стручњаке који користе ове податке је важнији фактор стопа промене равности током времена. Праћење промена вредности током животног века коловоза даје битан увид у то како поједина техничка решења коловоза одговарају јединственим климатским и саобраћајним условима. Истраживања појединачних индикатора подужне равности у склопу научног пројекта Европске фондације за науку [1] такође показују да се параметар IRI употребљава у већини држава Европске уније и САД-у.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био проф. Др. Милош Шешлија

Мерење индекса равности ради праћења стања коловозне површине трасе с аспекта планирања захвата одржавања саме коловозне конструкције један је од важнијих параметра који се примењују у рачунарским програмима за управљање путном мрежом [2] (нпр. HDM-4 модел).

2. КРИТЕРИЈУМИ ЗА НЕРАВНОСТ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗА

2.1. Критеријуми за неравност површине коловоза у Србији

Равност планума асфалтног носећег и хабајућег слоја треба утврдити у произвољном правцу у односу на осовину пута као одступање испод положене 4м дугачке мерне летве или друкчијим адекватним поступком мерења. Висину појединачних мерних места на плану битуменизиране мешавине уграђене у асфалтни носећи и хабајући слој, треба одредити нивелисањем. Граничне вредности одступања планума битуменизираних мешавина уграђених у хабајући или носећи слој од мерне летве наведене су у табели број 1.

Табела 1 - Граничне вредности одступања равности планума асфалтних слојева

Саобраћајно оптерећење / услови извођења	Гранична вредност одступања равности планума		
	хабајући слојеви	везни или горњи носећи слојеви (мм)	доњи носећи слојеви
- изузетно тешко, врло тешко и тешко саобраћајно оптерећење: - машинско уграђивање: - у једном слоју - у два слоја (на доњем слоју)	≤ 4 -	≤ 8 ≤ 10	≤ 10 ≤ 15
- средње, лако и врло лако саобраћајно оптерећење: - машинско уграђивање	≤ 6	≤ 10	≤ 15
- уграђивање на постојећим коловозима уз уграђивање у сливнике и дилатације, као и ручно уграђивање	≤ 10	≤ 15	≤ 20

2.2. Подужна неравност површине коловоза

Перформанса подужне неравности коловоза – Интернационални Индекс Неравности (IRI) представља меру удобности вожње и утврђује се континуалним мерењем на одговарајућем растојању. За поделу на хомогене деонице по параметру подужне неравности користи се метода кумулативних разлика сходно смерницама AASHTO GUIDE for DESIGN of Pavement Structures.

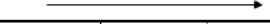
2.3. Попречна неравност површине коловоза(колотрази)

Колотрази представљају трајну деформацију у траговима точкова која настаје услед саобраћајног оптерећења услед:

- 1) Додатног збијања
- 2) Структурне деформације
- 3) Пластичне деформације
- 4) Хабања од гума са клиновима

За оцену поперечне неравности примењује се следећи критеријум, приказан у табели бр. 2:

Табела 2 - Критеријум за оцену поперечне неравности коловоза

	Врло добар					Врло лош
Индекситет	I	II	III	IV	V	
Колотрази [мм]	<4.5	4.5-9.3	9.3-14.5	14.5-20.1	20.1-26.4	

2.4. Дефинисање хомогених деоница

Хомогени одсек је одређен помоћу одабраног коефицијента варијације, тј. односом између стандардног отклона измерених угиба и њихове средње вредности.

Главни критеријуми коришћени за дефинисање хомогених секција су:

- Саобраћајно оптерећење
- Геометрија (брзина, хоризонтална и вертикална геометрија и ширина пута)
- Тип коловоза (дебљина слојева) и старост конструкције
- Стање (IRI, пукотине, дубина колотрага, текстура, итд.)

2.5. Метода кумулативних разлика

Статистичка методологија често кориштена за идентификацију хомогених деоница је метода кумулативних разлика. Она је релативно једноставна за дефинисање статистички хомогених потеза на бази различитих параметара. Смернице које заступа водич за пројектовање коловозних конструкција AASHTO, дефинише промену параметра дуж одређене деонице у односу на просечну вредност параметра на деоници. У принципу, потребан нам је прорачун кумулативних разлика између стварних и просечних вредности примењеног параметра.

3. ФУНКЦИОНАЛНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗА

Када анализирамо стање коловозне конструкције, постоје два кључна фактора:

- 1) Стање носивости (структуре коловоза) и
- 2) Стање функционалних карактеристика, које даље можемо поделити на две кључне категорије:
 - а) Стање оштећености и
 - б) Стање површинских карактеристика коловоза

3.1. Међународни индекс равности (International Roughness Index - IRI)

IRI се узима у обзир и као конструктивни и као површински показатељ због своје важности у моделирању код HDM-4. Базира се на просечном нагибу који представља однос укупних померања вешања стандардног возила и дужине пређеног пута. Неколико су година тестиране прорачунске методе за различите поступке снимања профила коловоза и њихових параметара. Као коначни резултат објављен је рачунарски алгоритам за прорачун референтне величине IRI-ја.

$$IRI = \frac{1}{L} \int_0^{L/v} |\dot{z}_1 - \dot{z}_2| dt \quad (1)$$

4. ТИПОВИ МЕРНИХ УРЕЂАЈА ЗА МЕРЕЊЕ РАВНОСТИ КОЛОВОЗА

Постоје бројни уређаји (типови) за мерење равности путева- од обичне мерне летве до уређаја који се користе ласерском технологијом. Током пола века развоја, инжењери и научници измислили су неколико техника и метода за мерење равност путева. Мерни уређаји се могу поделити у четири општа типа:

1. Систем за мерење равности путева типа одзива (Responsive Type Road Roughness Meters),
2. Директно мерење профила,
3. Индиректно мерење профила и
4. Панели за субјективну оцену.

4.1. Интегратор неравнина (Bump Integrator)

Интегратор неравнина јесте уређај који се састоји од једноосовинске приколице с мерним точком и масивним металним оквиром који представља референтну раван. Мерење се обавља тако да се приколица с мерним точком вуче по мерном профилу коловоза вучним возилом при брзини од 30 до 50 км/ч (препоручљива брзина је 32 ± 1 км/ч). Бројчани резултат добијен мерењем интегратором неравнина користи се за прорачун индекса равности површине пута (R), који се добије из односа вредности интегрисаних помака точка и пређеног размака у односу на време путовања, а изражава се у м/км (или инч/миљу). У оквиру AASHTO теста [3] успостављен је однос између индекса равности (P) и индекса нивоа услуге коловоза (PSI) који се у неким државним управама користи за процену потреба одржавања коловоза.

4.2. Принцип рада профиломера

Профиломери су уређаји којима се мери подужни профил коловозне површине коловоза. Вредности измереног подужног профила мерног правца подлога је за симулирање кретања нормираног динамичког модела четвртине аутомобила, а према ASTM E 1926-98(2003) [4], који се "провезе" по филтрираном (изравнаном тј, математички трансформисаном) [5] претходно снимљеном подужном профилу коловоза брзином 80 км/ч.

4.3. Инерцијални (ласерски) профиломери

Возила за тестирање квалитета вожње опремљена су акцелерометром и једноставним дволасерским профиломером који може да мери равност и текстуру. Акцелерометар је уређај који мери убрзање у једној, две или три ортогоналне осе и нашироко се користе у областима грађевинарства. Такође имају најмање једну камеру која помаже у прегледу података у канцеларији и помаже корисницима да разумеју добијене резултате. Из података о убрзању возила рачунар двоструким интегрисањем прорачунава вертикалне помаке возила у односу на референтну раван односно дефинише тренутну висину акцелерометра смештеног у самом возилу.

4.4 Возила за истраживање путне мреже-дигитални ласерски профиломери (Hawkeye 1000)

Мерење функционалних карактеристика коловозне конструкције обавља мултифункционално возило ARRB Hawkeye H1000 [6] дигитални ласерски профилер. Опремљена су или са тринаест ласерских профилера или 3D ласерским системом за мерење пукотина. Ова возила су дизајнирана за испитивање већих мрежа локалних самоуправа или државних путева. Осим неравности и макротекстуре, она такође могу прикупљати податке о подужној равности односно колотразима.

5. ЧИНИОЦИ КОЈИ УТИЧУ НА РАВНОСТ КОЛОВОЗНЕ ПОВРШИНЕ ОБЈЕКТА ПУТНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

- Утицаји саобраћаја

Саобраћај је најважнији фактор који утиче на перформансе коловоза

- Хидролошки утицаји

Вода може значајно ослабити механичке карактеристике отпорности природних шљунчаних материјала, посебно подтла.

- Утицаји подтла

Врсте земљишта од ког може бити сачињено подтло су класификована за изградњу коловоза како би се предвидела својства подлоге.

- Утицај квалитета израде коловоза

Недостатак одговарајућег збијања, затим неодговарајући хидролошки услови током изградње, незадовољавајући квалитет материјала и тачна дебљина слоја (након збијања) директно утичу на перформансе коловоза.

6. АНАЛИЗА ПРИКУПЉЕНИХ ПОДАТАКА

6.1. Анализа трошкова и користи / cost benefit анализа

Cost-benefit анализа представља веома користан инструмент за вредновање и избор јавних пројеката, првенствено оних са животним веком 30 [7] и више година. Она даје информације државним органима и пословним банкама о исплативости улагања, без којих они не могу донети одлуку о финансијској подршци реализације пројекта. Избор најбоље инвестиционе алтернативе остварује се на бази финансијске и економске анализе, као два интегрална дела cost-

benefit анализе. Она обезбеђује процену нето друштвено-економских утицаја јавног пројекта.

ПРАКТИЧАН ДЕО РАДА

7. МЕРЕЊЕ РАВНОСТИ НОВОИЗВЕДЕНЕ КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

7.1. Методе мерења и технички захтеви

Метода мерења дефлексија је дата следећим стандардом:

- SRPS EN 13036-6:2012 – Мерење подужне равности коловоза

Мерење је извршено помоћу колица STPZ-3 Continuous Eight-wheel Viameter која су приказана на слици 1.

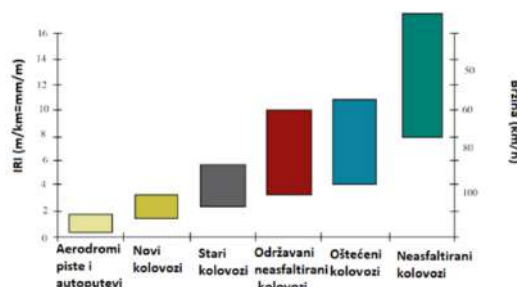


Слика 1- Изглед мерних колица

7.2. Подаци о измереним вредностима и обрада резултата

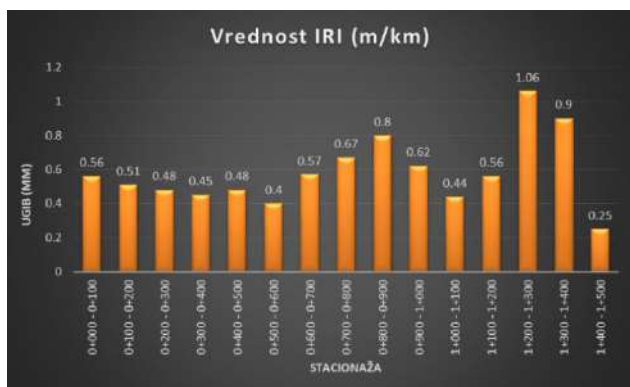
Мерење подужне равности извршено је у улици Светог Николе у Жабљу - II ФАЗА, чија је укупна дужина 1,5 км. Мерење је вршено у обе саобраћајне траке.

Добијене вредности су анализирале и прерачунате у IRI. IRI означава International Roughness Index (Међународни индекс равности) и изражава се у м/км или мм/м. Оријентационе вредности су приказане на слици бр. 2.

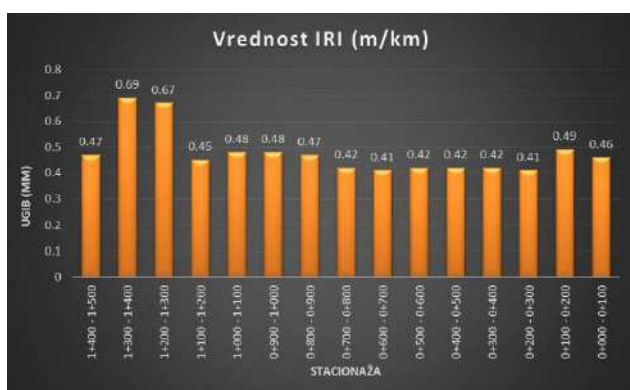


Слика 2- IRI вредности

Измерене IRI вредности приказане су на дијаграмима бр. 1 и 2.



Дијаграм 1- Дијаграм измерених IRI вредности у смеру Жабаљ – Зрењанин



Дијаграм 2- Дијаграм измерених IRI вредности у смеру Зрењанин – Жабаљ

7.3. Квалитативна оцена хомогених потеза

На основу табеле 3, као и података приказаних у претходном поглављу можемо урадити квалитативну анализу хомогених потеза за предметну деоницу. У следећој табели приказаћемо средње вредности за IRI и 85% вредности по хомогеним одсечима, као и квалитативну оцену стања у односу на поменути критеријум:

Табела 3 - Оцена стања коловозне конструкције по хомогеним потезима - IRI

Стационажа	Смер	Хомогени потез	IRIsr (m/km)	IRI 85% (m/km)	Оцена стања
0+000 - 1+200 км	Жабаљ - Зрењанин	I	0,89	0,63	врло добар
1+200 - 1+500 км	Жабаљ - Зрењанин	II	1,21	1,01	добар
0+000 - 1+500 км	Зрењанин - Жабаљ	I	0,78	0,50	врло добар

8. ЗАКЉУЧАК

Коловозна конструкција непосредно утиче на брзину возила, оптерећење мотора, избор преноса, услове рада коционог система. Изучавање одступања равности профила пута подразумева употребу експерименталних и теоријских истраживања, у која улази разрада начина записа стања реалног профила и њихова накнадна обрада. Резултати који се притом добијају треба да буду статистичке карактеристике основних типова путева, који показују промене параметара коловозног застора у условима реалне

експлоатације под дејством возила, времена, климатских и атмосферских услова.

Прикупљање података и повезане аутоматизоване методе су један од главних градивних елемената текуће контроле у систему управљања саобраћајницама. Један од главних проблема повезаних са методама аутоматизованог прикупљања података је висока цена опреме која је укључена. Циљ овог истраживања је да се развије исплатив систем за равности асфалтног коловоза, када су у питању локалне саобраћајнице нижег значаја односно ранга.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] COST 354 Action: Performance Indicators for Road Pavements (WG2: Selection and Assessment of Individual Performance Indicators - Draft Final Report, Brussels, November 2006)
- [2] Сршен, М.: Нови приступ пословном саставу за одржавање грађевина - Примјена ХДМ-4 модела у оптималном одржавању и господарству цестама, Семинар о одржавању цеста, ДГИЗ, Загреб, 2004
- [3] AASHTO test –American Association of State Highway Officials, Washington DC, 1978
- [4] Sayers, M. W.; Gillespie, T. D.; Paterson, W.D.O.: Guidelines for Conduction and Calibrating Road Roughness Measurement, World Bank Technical Paper Number 46, 1986.
- [5] Sayers, M. W.; Karamihas, S. M.: The Little Book of Profiling, University of Michigan Transportation Research Institute, 1997
- [6] Hawkeye 1000 series datasheet: Automated Road Rehabilitation Business Systems Pty. Ltd. Trading as ARRB Systems, 2018.
- [7] Примена cost-benefit анализе у вредновању и избору јавних пројеката (финансијски аспект), Драгана Н. Петровић, Бранко Н. Ђедовић, Никола Ч. Петровић, Vol. 61 Бр. 2 (2013)

Кратка биографија:



Дејан Дакић рођен је у Новом Саду 1992.год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћајница - Управљање путном мрежом одбранио је 2024. године.
контакт: dakic.civileng@gmail.com

Кратка биографија:



Милош Шешлија Рођен је 1987. године у Новом Саду. У звање истраживача приправника на Факултету техничких наука у Новом Саду изабран је 2011.године, након тога прелази у звање асистента-мастер изабран 2015. године. Ванредни професор на катедри за геотехнику и саобраћајнице је од 2024. године.
контакт: sele@uns.ac.rs

ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ГРАЂЕЊА И БИМ**INDUSTRIALIZATION OF CONSTRUCTION AND BIM**Радомир Стојаковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област– ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Кратак садржај– Процес Индустријализације грађења је дуготрајан и непрестан. У данашње време на индустријализацију највише имају утицаја нове дигиталне технологије. Ове БИМ технологије обезбеђују бољу организацију грађења, пројектовање, контролу као и кључну повезаност са осталим инжењерским дисциплинама.

Кључне речи: Индустријализација, БИМ

Abstract –. Process of Industrialization of construction is extended and continual. In today day and age most influence on industrialization have new digital technologies. This BIM technologies insure better organization of construction, designing, control as well as key link with other engineering fields.

Keywords: Industrialization, BIM.

1. УВОД

Предмет овог рада јесте анализа везе између индустријализације грађења и БИМ технологије. Рад садржи кратка објашњења везана за области индустријализације и БИМ технологије. Такође у поглављу МОНТАЖНЕ ХАЛЕ и БИМ представљени су елементи за изградњу хала од армиранобетонских префабрикованих елемената у БИМ програму Revit. Типови ових елемената представљени су кроз каталоге производа. Склопом ових елемената може се пројектовати хала од армиранобетонских префабрикованих елемената. Циљ овог рада је да представи потенцијалну и практичну примену БИМ технологије у процесу пројектовања грађевинских монтажних елемената. Праве се озбиљни кораци у Европи и свету да примена БИМ технологије буде обавезна алатка при пројектовању, изградњи и одржавању јавних објеката. Планирају се измене и допуне правних аката које се везују за грађевинарство тако да се у Србији нпр. планира обавезно коришћење БИМ технологије до 2028. године за све грађевинске фирме.

Коришћене су метода анализе и синтезе, алати за тродимензионално пројектовање и консултације. За поглавље Индустријализација грађења и за поглавље БИМ углавном су коришћена најрелевантнија изабрана поглавља из дела различитих аутора. За поглавље Монтажне хале и БИМ одабрана је форма приказа практичног примера из праксе. Ово је

поразумевало и рад у софтверу Revit зарад стварања слике о процесу пројектовања елемената хале као и каталог елемената произвођача.

2. ИНДУСТРИЈАЛИЗАЦИЈА ГРАЂЕЊА

Индустријализација (Комитет Уједињених нација за индустријски развој) “је процес економског развоја у којем се највећи део ресурса привреде мобилише у развоју и примени савремене технологије, формирању привредне структуре коју карактерише динамички прерађивачки сектор са високом заступљеношћу производње средстава за производњу и потрошњу добара, чиме се осигурава висока стопа привредног раста у целини и успешно остварују циљеви економског и друштвеног напретка”.



Слика 1. Развој индустријализације (преузето из [1])

2.1. Методе грађења и индустријализација

- Основне методе грађења
- класичне – примена универзалне механизације и велика количина живог рада, припрема свих (или већине) материјала на самом градилишту,
- рационални класични системи – измештање великог броја послова са градилишта у погоне,
- индустријске – виши степен производње најчешће за мањи број различитих производа

2.2. Индустријализација–примена индустријских метода у грађевинарству

1. могућности примене индустријске производње у грађевинарству:
 - производња грађевинских материјала,
 - извођење радова на монтажни начин уз префабрикацију (бетонских, челичних, дрвених и сл. Елемената код изградње кућа, мостовских носача др.)

2. предуслов за увођење:

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Милан Тривунић, ред. проф.

- утврђивање обима производње који ће дати економски оправдану производњу – уз исти квалитет нижа цена производа,
- дужи временски период за припрему индустријализације технолошког процеса и детаљну разраду техничке документације.

2.3. Проблеми у вези са индустријализацијом

- **у вези са паралелизацијом**
 - организационо техничким мерама смањити број и обим ових радова (применом глатке оплате избећи малтерисање),
 - обезбеђењем дугорочне сарадње и довољно великих серија омогућује се префабрикација и израда у погонима (столарски, браварски, инсталатерски и др. радови),
 - применом нових материјала (за обраду подова, зидова, плафона, фасада)
 - код монтажних система грађења – производњом префабрикованих елемената са уграђеним свим потребним деловима,
- **у вези са стандардизацијом, типизацијом и модуларном координацијом производа**
 - **основни предуслов за индустријализацију**
 - типизација у систему пројектовања – једнообразност производа, (нпр. Пројектовање БИМ – каталози елемената....)
 - типизација у систему префабрикације – уједначене тежине префабрикованих елемената,
- **у вези са финализацијом – давање коначног облика, изгледа завршним елементима:**
 - све што може треба и да се потпуно заврши у погонима, фабрикама, а да се за градилиште остави само оно што се знатно може оштетити приликом манипулације, транспорта и монтаже,
 - пројектовати што мањи број спојева,
 - примена нових материјала, ради избегавања „мокрех спојева“.

2.4. Могућност примене ланчане производње

- **основне карактеристике – тактне производње у грађевинарству**
 - ✓ производ остаје на месту, а радници се померају са једног на друго радно место обављајући при томе исте операције,
 - ✓ ток извођења операција континуалан – по завршетку на једном радном месту иста се операција обавља на другом,
 - ✓ синхронизовано обављање технолошког процеса – након завршетка једне операције, на том радном месту се наставља друга – без непотребних пауза на радном месту,
 - ✓ поједини радници или бригаде врше увек исти рад,
 - ✓ рад се одвија у једнаким временским интервалима (такт или корак),
 - ✓ трајање операција је усаглашено са водећом, кључном операцијом
- **услови за примену**
 - ✓ постоји могућност поделе технолошког процеса на операције,

- ✓ могућност поделе објеката на већи број једнаких, или приближно једнаких делова,
 - ✓ могућност непрекидног укључивања појединих радних места,
 - ✓ време за детаљну припрему организације рада.
- предност**
- ✓ убрзање радова,
 - ✓ снижавање трошкова грађења

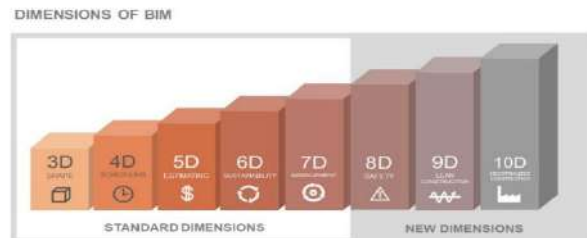
2.5. Промене у складу са елементима индустријске револуције 4.0

Свеобухватан приступ процесу грађења, од пројектовања до изградње и одржавања.

У складу са надолazeћим елементима надолazeће четврте индустријске револуције мењаће се и елементи грађевинарства.

Примена елемената:

- вештачке интелигенције,
- роботике,
- 3D штампања,
- нанотехнологије,
- наука о материјалима,
- квантног рачунања,



Слика 2. Димензије развоја процеса грађења у БИМ-у (преузето из [2])

3. БИМ

BIM (Building information modeling) је нови универзални језик архитектуре, грађевинарства и инфраструктуре, и покретач дигиталне трансформације грађевинског сектора у Европи и свету. На BIM не треба гледати искључиво као на нову дигиталну технологију, већ као на стратешку и свеобухватну методологију за ефикасније управљање грађевинским и инфраструктурним пројектима, уз знатно мање трошкове. Кроз рад на заједничкој платформи, BIM омогућава учесницима на пројекту да сагледају свеукупну ефикасност како великих, тако и малих пројеката, оптимизују време и ефикасније управљају трошковима и то у свим фазама животног циклуса објекта: од идејног решења, преко главног пројекта, изградње до експлоатације, одржавања и рушења на крају века трајања.

3.1. Како функционише БИМ?

BIM је скуп алата и технологија које се користе за генерисање и управљање дигиталним приказом објекта на основу информација из свих пројектантских дисциплина, а које се складиште у једном једином документу. Захваљујући томе, на пројекту може да ради истовремено више корисника, додајући и мењајући информације о материјалима, конструкцији, енергетским карактеристикама, инсталацијама итд.

За разлику од традиционалног CAD пројектовања које се заснива на дводимензионалном техничком цртежу, BIM функционише по принципу интуитивног, информативног, виртуелног модела зграде, захваљујући коме се могу лако уочити конфликти (нпр. између архитектуре и инсталација, инсталација и конструкције итд.) и отклонити грешке, чак и у најранијим фазама пројектовања.

3.2. Имплементација БИМ-а у пракси

За имплементацију БИМ технологије се може слободно рећи да је у питању неминован, незаустављив и неповратан процес. Како је својевремено CAD технологија заменила ручно цртање, тако се у архитектонским бироима и грађевинским фирмама све већи број корисника опредељује за BIM. Директивом о јавним уговорима број 2014/24/EU, Европска унија је предвидела да сви учесници на пројектима у јавном сектору морају користити БИМ технологију. Ова директива је у фази имплементације.

3.3. Законска обавеза

На конференцији „БИМ и инфраструктура“ која се одржала у Привредној комори Србије истакнуто је да је дат одложени рок како би пројектантске фирме имале довољно времена за припрему набавке потребне опреме. БИМ технологија, која се већ користи у изградњи станице Прокоп и београдског метроа, омогућава дигитализацију и ефикасније одржавање инфраструктуре.

Министар је такође нагласио да ће се изменама Закона о планирању и изградњи дати већа улога пројектантским бироима, пребацујући издавање грађевинских и употребних дозвола на њих, чиме ће се растеретити секретеријати који тренутно издају ове дозволе.

Поред тога, у плану је и доношење Закона о одржавању инфраструктуре, који ће увести регистар свих инфраструктурних објеката у Србији и законску обавезу издавања буџетских средстава за њихово одржавање.

4. МОНТАЖНЕ ХАЛЕ И БИМ

У овом поглављу биће приказана примена БИМ технологије у процесу индустријске производње стандардизованих елемената. Примери ће обухватити аразман префабрикованих аб елемената (каталог) потребан за изградњу хала овог типа: темељи, стубови, греде и плоче.

Каталоге елемената обично формирају произвођачи са циљем да своје производе учине лако доступним потенцијалним пројектантским сарадницима у БИМ окрижењу. Дизајнирање и пројектовање монтажних армиранобетонских елемената се у овом примеру врши у БИМ софтверу Revit.

Revit је Autodesk CAD софтвер за архитектонско и грађевинско пројектовање заснован на технологији Building Information Modeling (BIM). Софтвер CAD система скројен за информационо моделирање зграда. Један од најстаријих компјутерских програма на тржишту и један од најпопуларнијих.

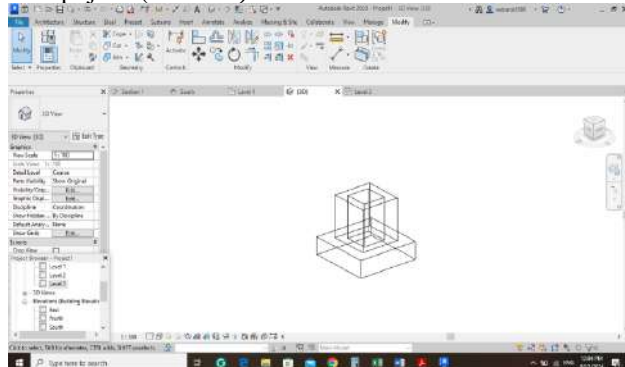
Важна ствар везана за наредни пример је да програм Revit подржава различите врсте модела – Templates – а у којима је омогућен рад на елементима.

У овом примеру су коришћени Architecture Template (углавном због опција намештања изгледа префабрикованих елемената) и Structural Analysis Template (погоднији за цртање арматурних склопова). Поред ова два која су коришћена постоји велики број других који су намењени осталим дисциплинама инжењерске праксе.

4.1. Темељна чаша

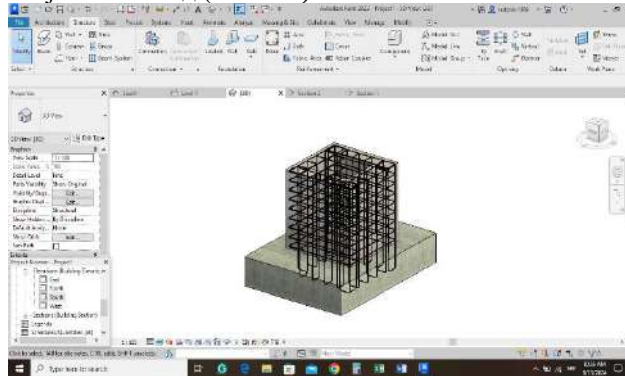
Темељне чаше се изводе као монтажне висине 80-120cm и монолитизују се са темељном стопом на лицу места. Темељи су међусобно повезани темељним гредама на које се ослањају фасадни панели. Спој стуб-темељна чаша се у статичком прорачуну моделира као упрти ослонац. (Слике 16 до 19)

Коришћењем команде Wall у картици Architecture могу се изабрати врсте зидова које ће се користити у цртању елемента. Сваки од ових врста зидова са собом носе и све специфичне особине материјала. (Слика 3)



Слика 3. Пројектовање темељне чаше – усвајање главних димензија

Елементу који је формиран може се помоћу опције Rebar у картици Structure додати арматурни склоп. Бира се пречник и врста арматуре, дебљина заштитног слоја бетона итд. (Слика 4)

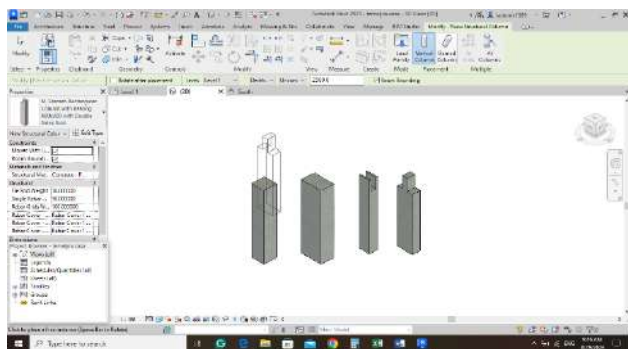


Слика 4. Пројектовање темељне чаше – додавање арматуре и материјала

4.2. Стубови

Унос елемената стубова у пројекат у програму Revit врши се преко команде Column у картици Architecture. Након активације ове команде бира се опција Load

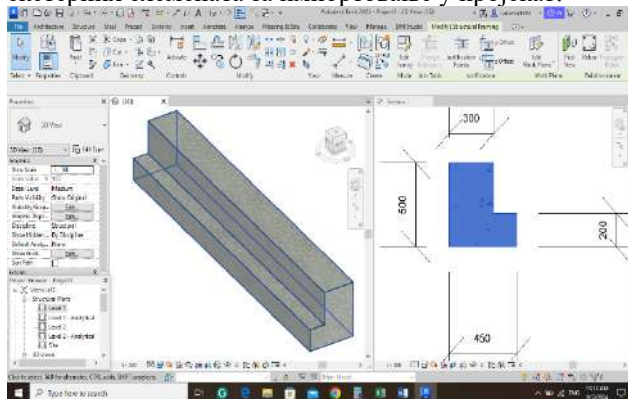
Family помоћу које се врши избор екстерних елемената за импортовање у пројекат. (Слика 5)



Слика 5. Унос префабрикованих стубова из каталога

4.3. Међуспратни носачи

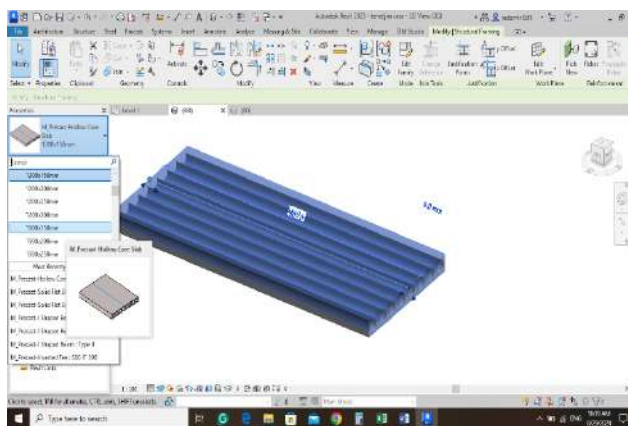
Унос елемената греда- носача у пројекат у програму Revit врши се преко команде Beam у картици Structure. Након активације ове команде бира се опција Load Family помоћу које се врши избор екстерних елемената за импортовање у пројекат.



Слика 6. L носач – слика у изгледу и попречни пресек

4.4. Међуспратне плоче

Код додавања површинских елемената као што је ошупљена плоча димензија која није фиксна је дужина елемента. Модели елемента су овом фамилијом везани за димензије висине и ширине. (Слика 7)

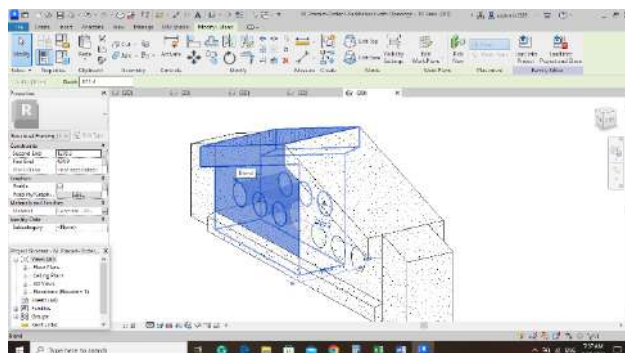


Слика 7. Додавање димензије дужине ошупљене плоче

5.5. Кровни носачи

Импортовани елементи који су модификовани у програму опцијом Edit Type могу се касније тако измењени сачувати командом Create Family. Овим се

ствара фамилија нових елемената која се чува на екстерној локацији. Она постаје приступачна за рад како на овом тако и на осталим сличним пројектима. (Слика 8)



Слика 8. Модификација импортованог кровног носача

5. ЗАКЉУЧАК

Оно што је важно напоменути је да сви елементи који се моделују у програму Revit могу да се примене и у осталим БИМ софтверима. Ова чињеница омогућава несметану сарадњу између учесника пројеката који имају различите софтвере у којима раде. Неки од ових програма су Archicad, Navisworks, AutoCAD Arch., AutoCAD MEP, AutoCAD P&ID, STAAD.Pro., Tekla Structures итд.

Овако формиране каталоге све више користе извођачи у сарадњи са пројектантима. Они у каталозима у дигиталној форми описују дијапазон својих производа и они су лако доступни пројектним бироима. Последица овога је та да је пројектант у могућности да отпочне пројектовање са јасно дефинисаним елементима које извођач може одмах да почне да производи.

6. ЛИТЕРАТУРА :

- [1] Тривунић, М., Дражић, Ј.: “Индустријализација у грађевинарству” – предавања, шк 2021/2022.
- [2] <https://biblus.accasoftware.com/en/what-is-10d-bim/>

Кратка биографија:



Радомир Стојаковић рођен је у Новом Саду 1995.год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – „Индустријализација грађења и БИМ“ одбрао је 2024.год.

контакт: radomir.stojakovic123@gmail.com

PRIKUPLJANJE PODATAKA ZA FORMIRANJE BAZE PODATAKA NA DRŽAVNOM PUTU II-A REDA, BROJ 120, DEONICA ŠID - KUZMIN**DATA COLLECTION FOR THE FORMATION OF A DATABASE ON THE STATE ROAD II-A, NO. 120, ROAD SECTION ŠID - KUZMIN**

Vladana Lalović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazane su metode i uređaji za prikupljanje podataka o karakteristikama kolovoza. Akcenat je stavljen na podatke koji se odnose na strukturno mehaničke karakteristike kolovoza. Dat je osvrt na teorijske osnove metodologije za projekovanje pojačanja i rekonstrukcije kolovoznih konstrukcija kao i analiza metoda za dimenzionisanje pojačanja kolovoznih konstrukcija pomoću izmerenih defleksija / ugiba kolovoznih konstrukcija. Dat je i osvrt na princip rada sledećih ugibomera kao i odogovarajuću metodologiju analize nosivosti kolovoznih konstrukcija. Primer je urađen na deonici Šid – Kuzmin.

Gljučne reči: kolovozna konstrukcija, rehabilitacija, defleksija.

Abstract – Within this paper, methods and devices for collecting data on pavement characteristics are presented. Emphasis is placed on the data related to the structural and mechanical characteristics of the pavement. An overview of the theoretical foundations of the methodology for designing reinforcement and reconstruction of roadway structures is given, as well as an analysis of methods for dimensioning the reinforcement of roadway structures using measured deflections / bends of roadway structures. An overview of the working principle of the following flexometers is given, as well as the corresponding methodology for the analysis of the bearing capacity of pavement structures. The procedure itself is shown on the example of a State road Šid – Kuzmin.

Keywords: pavement construction, rehabilitation, deflection.

1. UVOD

Posle određenog perioda eksploatacije kolovozne konstrukcije javlja se potreba za analiziranjem iste sa aspekta nosivosti, a sve u cilju određivanja trenutne / efektivne nosivosti i projektovanja tehničkih mera rehabilitacije. Dat je i osvrt na prikaz metoda i uređaja za prikupljanje podataka o karakteristikama kolovoza te je akcenat stavljen na karakteristike koje se odnose na strukturno – mehaničke karakteristike kolovoza:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof.dr Miloš Šešlija.

- Benkelmanova greda
- Lakroa – defektograf
- FWD.

Zatim, prikazano je Idejno-inženjersko rešenje projekta kolovozne konstrukcije za potrebe rekonstrukcije državnog puta II-A reda, broj 1, deonica Šid - Kuzmin. Analiza nosivosti kolovozne konstrukcije je izvršena prema defleksijama merenim padajućim tegom – FWD uređajem te je dat zaključak o stanju postojeće kolovozne konstrukcije kao i projektna rešenja na osnovu kojih je izvršena tehnička mera rekonstrukcije.

2. PRIKAZ METODA ZA ISPITIVANJE STRUKTURNO - MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA**2.1. Benkelmanova greda**

Benkelmanova greda predstavlja mehanički merni uređaj koji prenosi vertikalne pokrete (ugib) površine kolovozne konstrukcije na merni sat (slika 1). Sastoji se od sledećih komponenti:

- prenosnog ili pokretnog držača sa tri oslonca; visinu oslonaca je moguće prilagođavati,
- vertikalnog pokretnog kraka senzora, koji je moguće blokirati,
- mernog sata (prečnika 100 mm), opsega merenja od 30 mm, sa podelom skale od 0,01 mm,
- vibratora koji je moguće podesiti u cilju uklanjanja trenja kraka senzora kao i trenja na mestu mernog sata.

Benkelmanova greda omogućava merenje:

- ukupnog, odnosno elastičnog i plastičnog ugiba površine kolovozne konstrukcije metodom „pri dolazećem opterećenju”) i,
- samo elastičnog ugiba (metodom „pri odlazećem opterećenju”), za koji se uglavnom smatra da određuje stvarno stanje kolovozne konstrukcije.

Benkelmanovu gredu treba postaviti na odabrano merno mesto, kako bi se obezbedio dobar kontakt sva tri nosača držača i kako bi se postigla poprečna horizontalnost držača. Pre početka merenja ugiba potrebno je izmeriti temperaturu asfaltnog zastora. Prilikom merenja ugiba, u skladu sa metodom „pri dolazećem opterećenju”, vozilo mora da se kreće unazad brzinom od 0.5 m/s, i mora pažljivo da se približi vrhu senzora na kraku Benkelmanove grede. Par zadnjih točkova na vozilu mora, na početku merenja, biti 3 m udaljen od vrha

senzora. U toku izvođenja ispitivanja, na određenim udaljenostima propisno opterećene osovine vozila od vrha senzora (2, 1, 0,5; i 0,25 m), i ukoliko se vrh senzora nalazi ispod osovine zadnjih točkova vozila, vrednosti ugiba treba očitavati na mernom satu.

Po isteku oko dva minuta, vozilo treba da se vrati nazad na polaznu tačku, brzinom od oko 0,5 m/s. Ugib treba izmeriti kada je opterećena osovina vozila 1 m i 3 m udaljena od vrha senzora [1].



Slika 1: Benkelmanova greda

2.2. Lakroa - deflektograf

Lakroa-deflektograf se sastoji iz sledećih osnovnih komponenti (slika 2):

- Vozila, koje prenosi mernu spravu, i predstavlja opterećenje za izvođenje merenja
- merne sprave koja se sastoji od fiksnog nosivog okvira, pokretnog nosivog okvira sa dva kraka senzora, dva induktivna merača pokreta kraka senzora, sistema sa računarskom podrškom za nadzor nad merenjem, kontrolu pokreta pokretnog nosivog okvira, automatsko evidentiranje ugiba, i prenos podataka na računar
- računara sa programima za evidentiranje svih potrebnih podataka izvedenim merenjima i dobijenim rezultatima

Kako bi se izvršilo opterećenje mernog sata, zadnja osovina vozila mora da bude spravljena sa dva para točkova. Osovinsko opterećenje treba da iznosi do 100 kN. Opterećenje je moguće podešavati regulišući količinu vode koja se nalazi u rezervoaru postavljenom na vozilu. Pritisak u gumama točkova na mernoj osovini mora biti isti / konstantan i iznositi 0.7 do 0.8 MPa. Za merenje temperature asfaltnog zastora upotrebljava se termometar u opsegu od 0 °C do 50 °C [1].



Slika 2: Lakroa deflektograf

2.3. FWD uređaj

FWD uređaj (deflektometar sa padajućim tegom) se sastoji od sledećih delova:

- jednoosovinske prikolice, koja služi za prevoz sprava za dinamičko opterećenje (slobodno padajući tegovi, senzori, sistem gumenih opruga, kružna ploča sa čelijom za

opterećenje) i za prevoz merne sprave (merači ugiba – geofoni),

- sistema sa računarskom podrškom za nadzor nad merenjem i prenos podataka na računar,
- računara sa programima za kontrolu čitavog postupka i sprava za beleženje i obradu svih potrebnih podataka o izvedenim merenjima ugiba i dobijenim rezultatima. [1]

Trenutno u svetu najzastupljeniji ugibomer sa padajućim teretom je FWD (Falling Weight Deflectometer) danskog proizvođača „DYNATEST“ (slika 3).

Ugibomer sa padajućim teretom se sastoji od tega mase od 150 kg za puteve i 400+250 kg za aerodrome – HWD), koji vertikalno pada (visina varira od 0.04 do 0.4 m) na ploču prečnika 300 ili 450 mm, spregnutu sa oprugom. Maksimalna veličina tereta može da varira (od 15 do 150 kN) uz pomoć:

- promene mase tereta,
- promene visine pada (najparaktičniji način za promenu sile),
- promene konstantne opruge.



Slika 3: FWD

Način merenja ugiba površine kolovozne konstrukcije zasniva se na dinamičkom opterećenju kružne ploče padajućim teretom. Trajanje i sila opterećenja treba da budu isti kao i u slučaju opterećenja pomoću točkova vozila.

Pre početka merenja ugiba potrebno je osigurati savršeno naleganje kružne ploče kao i grede sa geofonima na površinu kolovozne konstrukcije, izmeriti temperaturu asfaltnog zastora, postaviti pojedine osnovne i moguće dodatne parametre za merenje (način opterećenja, broj sprava za merenje) [1].

3. TEORIJSKE OSNOVE METODOLOGIJE ZA PROJEKTOVANJE POJAČANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Nosivost kolovoznih konstrukcija se utvrđuje laboratorijskim i terenskim istaživanjima. U laboratoriji se pod kontrolisanim uslovima utvrđuju čvrstoće materijala (modul krutosti – elastičnosti, čvrstoća na zatezanje pri savijanju, otpornost na zamor i Poasonov koeficijent), a na terenu „krutost“ kolovoza (odnos opterećenja i odgovarajućeg elastičnog ugiba).

U ovom radu prikazana je ocean nosivosti na osnovu ugibomera sa padajućim teretom, FWD (Falling Weight Deflectometer) danskog proizvođača „DYNATEST“.

4. IDEJNO-INŽENJERSKO REŠENJE PROJEKTA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE ZA POTREBE REKONSTRUKCIJE DRŽAVNOG PUTA II-A REDA, BROJ 120, DEONICA OD 5+524 DO 20+916 (ŠID-KUZMIN)

4.1. Postojeće stanje

Podaci o oštećenosti površine kolovoza su prikupljeni kontinualnim i detaljnim vizuelnim pregledom predmetne deonice uz odmeravanje i stacioniranje. Oštećenja su prikupljena u skladu sa katalogom oštećenja dostavljenom od strane JP Putevi Srbije. Karakterističnih oštećenja koja su uočena na predmetnoj deonici (slika 4) :

(1) mrežaste-aligator pukotine, (2) kolotrazi, (3) intervencije, (4) izlučivanje bitumen, (5) pojedinačne-random pukotine, (6) podužne pukotine, (7) pojedinačne pukotine koje su reflektovane, (8) uleguća.

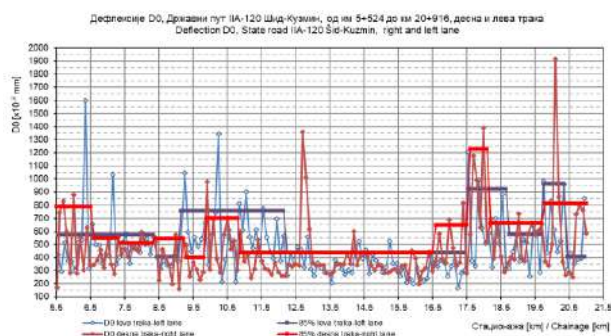


Slika 4: Karakteristična oštećenja

4.2. Struktura kolovozne konstrukcije

Merenje nosivosti postojeće kolovozne konstrukcije je izvršeno deflektometrom sa padajućim teretom Danskog proizvođača Dynatest FWD. Merenje je izvršeno izborom odgovarajućeg tereta i visine pada, nanošenjem sile od ~50 kN na kružnu ploču prečnika Ø300 mm, koja je bila postavljena na površinu kolovoza. Na svakoj mernoj tački na kolovozu, izvršena su 3 udarca. Merenje defleksije pri svakom udarcu je vršeno geofonima postavljenim na sledećim udaljenostima od centra kružne ploče: r=0 mm, 300 mm, 600 mm, 900 mm, 1200 mm, 1500 mm i 1800 mm. Defleksije površine kolovoza merene su u desnom tragu točka obe saobraćajne trake uz ivicu kolovoza na svakih 100m, odnosno naizmenično na svakih 50m deonice puta. Merna mesta na levoj saobraćajnoj traci su smaknuta za po 50 metara u odnosu na merna mesta na desnoj saobraćajnoj traci.

Deflektogram izmerenih defleksija sa prikazanim vrednostima na svim senzorima (geofonima) dat je na sledećoj slici za desnu, odnosno, za levu saobraćajnu traku, respektivno:



Slika 5: Deflektogram izmerenih defleksija na svim senzorima

Definisanje homogenih poteza vrši se na osnovu metode kumulativnih razlika na bazi maksimalnog ugiba u centru opterećenja d_0 , odnosno definiše se promena ugiba duž deonice u odnosu na prosečnu vrednost ugiba na deonici.

Број хомогене деонице	Меро давна трака	Хомогене деонице		Дефлексије Do(μm)				
		Стациона жа Од (км)	Стационажа До (км)	Сре дња вред -	85 %.	85% (20 ⁰ C)	Дужи на (m) ¹	
I	Д	5+524	6+500	510	789	907	976	
II	Л	6+500	8+360	513	573	642	1860	
III	Д	8+360	9+150	381	543	624	790	
IV	Л	9+150	12+150	580	757	871	3000	
V	Д	12+150	16+500	380	437	494	4350	
VI	Д	16+500	17+500	465	650	734	1000	
VII	Л	17+500	18+700	613	921	1068	1200	
VIII	Д	18+700	19+800	511	660	759	1100	
IX	Л	19+800	20+916	618	811	932	550	

Slika 6: Homogeni potezi

4.3. Zaključak o stanju postojeće kolovozne konstrukcije

Na osnovu analiziranih parametara:

- defleksija površine kolovoza,
- nosivosti posteljice kolovozne konstrukcije,
- postojeće strukture kolovozne konstrukcije,
- karakteristika pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije,
- stanja oštećenosti površine kolovoza,
- podužne ravnosti površine kolovoza,
- poprečne ravnosti površine kolovoza
- nivelacionih odnosa kroz četiri naseljena mesta.

Definisani su sledeći homogeni potezi za koja će biti primenjena određena projektna rešenja:

Број хомогене деонице	Поčetна стационажа	Крајња стационажа	Дужина (m)
1.	5+524	6+500	976
2.	6+500	8+360	1860
3.	8+360	9+500	1140
4.	9+500	12+150	2650
5.1	12+150	12+550	400
5.2	12+550	14+240	1690
5.3	14+240	15+800	1560
5.4	15+800	16+400	600
6.	16+400	17+600	1200
7.	17+600	18+500	900
8.	18+500	19+500	1000
9.	19+500	20+916	1416

5. UPOTREBA PRIKUPLJENIH PODATAKA O STRUKTURNO - MEHANIČKIM KARAKTERISTIKAMA NAKON DEFINISANJA HOMOGENIH POTEZA I USVOJENA PROJEKTNА REŠENJA

Nakon definisanja homogenih poteza analiziraju se uticajni parametri tj. saobraćajno opterećenje i klimatski parametara koji se koriste za proračun potrebnog ojačanja kolovozne konstrukcije te usvajanje projektnih rešenja za izdvojene homogene poteze.

Prilikom analize parametra saobraćajnog opterećenja neophodno je odrediti merodavno saobraćajno opterećenje za projektni period od 10 i 20 godina na osnovu Izveštaja o sedmodnevnom kontrolnom brojanju saobraćaja [2].

Sledeći uticajni parametri koji se analiziraju jesu klimatski parametri:

- izvrši se korekcija defleksija koje odgovaraju sili od 50 kN kao i korekcija defleksije d_0 za referentnu temperaturu od 20°C
- odrede se merodavne srednje mesečne temperature vazduha i u asfaltnim slojevima
- analizira se uticaj mraza u skladu sa standardom U.B9.012, tj. odredi se potrebna debljina kolovozne konstrukcije za delimičnu zaštitu materijala od uticaja mraza, za loše hidrološke uslove kao i za Indeks mraza od $I_m=300$ (stepeni x dana).

Kada se svi uticajni parametri odrede pristupa se proračunu potrebnog ojačanja kolovozne konstrukcije. Proračun čini definisanje nosivosti postojeće kolovozne konstrukcije i definisanje potrebne nosivosti kolovozne konstrukcije za buduće eksploatacione uslove. Potrebno pojačanje se proračunava po sledećoj jednačini:

$$d_{poj} = \frac{SN_{pot} - SN_{eff}}{a_1}$$

gde je:

SN_{pot} - potreban strukturni broj

SN_{eff} - efektivni strukturni broj postojeće kolovozne konstrukcije

a_1 - koeficijent zamene sloja za pojačanje

Proračun je sprovodi u dva osnovna koraka za sve homogene poteze:

- proračun efektivnog strukturnog broja postojeće kolovozne konstrukcije SN_{eff}
- proračun potrebnog strukturnog broja kolovozne konstrukcije za buduće eksploatacione uslove.

Nakon završetka proračuna potrebnog ojačanja usvajaju se konačna projektna rešenja.

4.4. Usvojena projektna rešenja

Primer usvojenog projektnog rešenja za homogen potez 1:

1. Projektno rešenje uključuje izradu pripremnih radova pre izrade slojeva ojačanja:
 - Uklanjanje/struganje postojećih asfaltnih slojeva u debljini $d=6.5\text{cm}$,
 - Popravka mrežastih pukotina intenziteta M i H – 750.5 m²,
 - Popravka ulegnuća svih intenziteta – 103.5 m²,
 - Popravka oštećenih intervencija kolovoza intenziteta M i H – 599.9 m²,
 - Popravka oštećene ivice kolovoza svih intenziteta – 24 m²,
2. Slojevi ojačanja uključuje izradu:
 - Bitumeniziranog nosećeg/izravnavajućeg sloja BNS 22sA sa PmB 45/80-65 debljine $d_{min}=8\text{cm}$,
 - Habajućeg sloja AB11s sa PmB 45/80-65 debljine $d=4\text{cm}$.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj analize nosivosti i projektovanja tehničkih mera rehabilitacije / sanacije, na osnovu izmerenih ugiba i drugih prikupljenih podataka, jeste produžetak eksploatacionog perioda kolovozne konstrukcije uz potrebno pojačavanje / zamenu slojeva kolovozne konstrukcije. Prema tome, značajno se smanjuju i finansijska sredstva potrebna za rehabilitaciju / sanaciju, obzirom da se preciznim proračunom uz poznavanje strukture kolovozne konstrukcije definišu potrebne debljine slojeva za pojačanje. Ispitivanju i analizi nosivosti, prethode istražni radovi sa ciljem definisanja kvaliteta materijala i fundamentalnih karakteristika kolovozne konstrukcije koje koreliraju sa ostalim parametrima prilikom donošenja konačnih zaključaka.

U ovom radu je obrađeno sledeće:

- metode i uređaji za prikupljanje podataka o karakteristikama kolovoza
- prikaz i analiza metoda za ispitivanje strukturno - mehaničkih karakteristika kolovoza
- teorijske osnove za projektovanje pojačanja kolovoznih konstrukcije,
- idejno-inženjersko rešenje rešenje državnog puta broj 120 Šid – Kuzmin, bazirano na analizi nosivosti postojećeg kolovoza prema izmerenim ugibima / defleksijama FWD uređajem, sa padajućim teretom.
- upotreba prikupljenih podataka o strukturno - mehaničkim karakteristikama nakon definisanja homogenih poteza i usvojena projektna rešenja.

6. LITERATURA

[1] „Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji” – JP „Putevi Srbije“

[2] „Kolovozne konstrukcije” – prof. dr Aleksandar Cvetanović

Kratka biografija:



Vladana Lalović rođena je u Istočnom Sarajevu 1995. god.. Posle studija građevinarstva na FTN-u u Novom Sadu, stiče zvanje diplomiranog inženjera građevine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju odbranio je 2024.god.
kontakt: vladnaalalovic1@gmail.com

**УПОТРЕБА MICROSOFT PROJECT-а ПРИ ПЛАНИРАЊУ И РЕАЛИЗАЦИЈИ
ПРОЈЕКТА ЗА ИЗВОЂЕЊЕ УЛИЦЕ ВАШАРИШТЕ У ЖАБЉУ****THE USE OF MICROSOFT PROJECT IN THE PLANNING AND IMPLEMENTATION
OF THE CONSTRUCTION PROJECT OF VASARIŠTE STREET IN ŽABALJ**

Драган Јелић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈНО ИНЖЕЊЕРСТВО

Кратки садржај – Овај рад представља пројекат за извођење улице Вашириште у Жабљу. Главни циљ пројекта јесте изградња нове саобраћајнице у улици Вашириште. Ова саобраћајница има за циљ да повеже улице Чурушку и Петра Коњевића. Пројекат обухвата анализу планираних активности на пројекту, као и праћење ресурса и трошкова на пројекту уз помоћ софтверског алата Microsoft Project.

Кључне речи: планирање, улица Вашириште, Жабљ, Microsoft Project, активности на пројекту, ресурси на пројекту, трошкови пројекта, изградња.

Abstract - This paper represents the construction project of Vašarište Street in Žabalj. The main goal of the project is the construction of a new road in Vašarište Street. This road aims to connect Čuruška and Petar Konjević streets. The project includes the analysis of the planned activities on the project, as well as the monitoring of resources and costs on the project with the help of the Microsoft Project software tool.

Keywords: Planning, Vašarište Street, Žabalj, Microsoft Project, activities on the project, resources on the project, costs of the project, Construction.

УВОД

Реч пројекат је настала од латинске речи *proiectum*, што значи бачен унапред. Пројекат се дефинише као сложен и непоновљив подухват који се реализује у будућности да би се постигли циљеви у предвиђеном времену, са предвиђеним ресурсима и предвиђеним трошковима са основним задатком да се створи нека нова употребна вредност. Према Керзеновој дефиницији пројекат се дефинише као подухват који има дефинисане циљеве, конзумира ресурсе и функционише под временским, трошковним и квалитативним ограничењима [2].

1. ЗАЈЕДНИЧКЕ ОСОБИНЕ ПРОЈЕКТА

Сваки пројекат има неке заједничке особине које пројекат чине научним, техничким и пројектним целинама. У заједничке особине спадају:

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био др Предраг Атанасковић, ред. проф.

1. Циљ пројекта
2. Рокови пројекта
3. Трошкови пројекта
4. Комплексност пројекта
5. Обим и природа задатка
6. Ресурси пројекта
7. Контролни системи на пројекту
8. Организациона структура пројекта

Основни циљ сваког пројекта јесте напредак у развоју и профит који се у различитим друштвено-економским околностима мери на различите начине. Задати циљеви пројекта су дефинисани пројектним задатком, задатком пројекта и пројектним захтевом. У саобраћају, циљеви пројекта су обично усмерени у циљу развоја и напретка везаних за технолошке операције, анализе и препоруке потребних саобраћајних система, постављање нове организације рада, подизања степена безбедности саобраћаја, нових технологија рада.

Сваки пројекат има дефинисан почетак и крај. То су кључни догађаји на пројекту и не постоји ни један успешан пројекат који се реализује без почетка и краја. Сваки пројекат са дефинисаним циљем мора да се спроведе у оквиру предвиђеног рока.

Трошкови пројекта су веома битна заједничка особина сваког пројекта. Са аспекта инвеститора, трошкови пројекта су веома битни, јер инвеститор финансира цео пројекат. Са аспекта извођача радова, увећани трошкови које остварује, директно умањују зараду и профит.

Комплексност пројекта је повезана са технологијом којом се остварују циљеви пројекта. Квалификована знања из области пројектовања или пројекта примењују се у фази израде или извођења пројекта, што их чини примењивим, јединственим, употребљивим и валидним.

Сваки пројекат се разликује према захтеву и обиму. Треба правити разлику између пројекта различитих струка и степена разраде пројекта (ниво детаљности). Такође треба правити разлику између пројекта по њиховој врсти, величини, намени и садржају.

Сваки пројекат користи ресурсе. Ресурси су увек ограничени, како са аспекта броја, тако и са аспекта технолошких и техничких могућности. Основни ресурси на сваком пројекту су:

1. људство,
2. опрема,
3. материјали,
4. техника.

За сваки пројекат неопходно је обезбедити и направити организациону структуру пројекта и одредити руководиоца пројекта са одговарајућим овлашћењима и одговорностима. Не постоји пројекат у коме сви учесници имају иста овлашћења и одговорности.

Степен овлашћења и одговорност учесника у пројекту дефинише се пре отпочињања реализације пројекта и дефинисан је од стране одговорних лица у компанијама или државним институцијама у случајевима када су пројекти од великог државног значаја.

Контрола рада на пројекту је процес праћења, провере и подешавања рада на активностима које је потребно реализовати како би пројекат остварио своје циљеве. Контрола на пројекту се спроводи за све време трајања једног пројекта.

2. MICROSOFT PROJECT

Један од најпознатијих софтверских пакета који се користе у управљању пројектима је *Microsoft Project*. Овај програмски пакет је намењен за планирање, праћење и контролу реализације различитих врста пројеката. Програм омогућава сагледавање веома сложених пројеката кроз рашчлањавање пројеката на поједине фазе и делове, као и повезивање појединих делова или више пројеката ради заједничког коришћења ресурса и ефикаснијег тимског рада.

Основне карактеристике и предности коришћења *Microsoft Project*-а су:

- Може да прати већи број пројеката у истом тренутку
- Праћење свих информација које корисник сакупља о предметном пројекту
- Прати, контролише и упозорава корисника о трајању активности и прекорачењима
- Прати, контролише и упозорава корисника о трошковима
- Даје могућност прављења пројектног плана у стандардним, добро дефинисаним форматима
- Даје могућност повезивања активности и ресурса на ефикасан начин
- Даје могућност кориснику пакета задржавања контроле над пројектом који се реализује или је у процесу димензионисања [5].

2.1 Активности на пројекту и њихово повезивање

Задаци-активности су основ за израду сваког пројекта. Активности описују рад на неком пројекту помоћу појмова: рок, трајање и потребни ресурси. Разликују се активности које се баве израдом техничке документације и активности које се баве реализацијом пројекта према техничкој документацији.

Према основној подели, активности могу бити:

1. сумарне активности
2. подактивности
3. кључни догађаји на пројекту-*milestone*

Сумарне активности на пројекту су оне активности које се реализују у функцији одређених временских рокова и које су описане ценама, извођачима задатака и временом трајања. Ове активности сумирају у цени и времену групу подактивности на једном пројекту.

Подактивности представљају већи број појединачних активности на пројекту које су обједињене у сумарне активности. Дакле, цели пројекат се састоји од одређеног броја сумарних активности, које се даље састоје од одређеног броја подактивности.

Кључни догађаји на пројекту указују на значајне датуме у реализацији неког пројекта. Они дефинишу почетак реализације пројекта, почетак реализације неке активности, време завршетка реализације пројекта и слично.

Везе – релације између активности:

Активности су осим временске одређености, одређене и начином повезивања, све у склопу техничко-технолошких планова, врсте пројекта и расположивих ресурса у датом тренутку.

Међу задацима – активностима постоје реализације које *Microsoft Project* може да прикаже. Релације-везе, у *Microsoft Project*-у могу се поставити:

- 1) између појединачних активности: активност - активност;
- 2) између групе активности и друге појединачне активности: група активности – активност
- 3) између појединачне активности и групе активности: активност – група активности

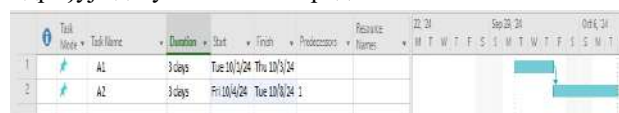
Microsoft Project се према активностима односи као:

- 1) Свака постојећа активност ако није прва има претходне активности;
- 2) Свака наредна активност ако није последња има наредну активност

Постоје 4 типа међусобних релација међу активностима на неком пројекту:

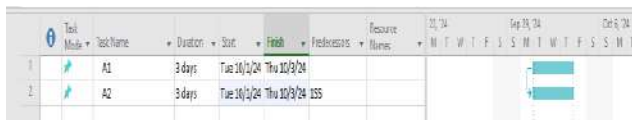
- *FINISH TO START* (FS) – заврши да би почео;
- *START TO START* (SS) – почни да би почео;
- *FINISH TO FINISH* (FF) – заврши да би завршио;
- *START TO FINISH* (SF) – почни да би завршио [5].

Релација *FINISH TO START* дефинише: кад се претходна активност заврши може почети наредна активност. Датум завршетка претходне активности одређује датум почетка наредне активности.



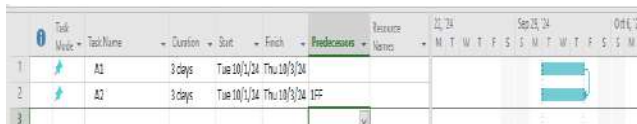
Слика 1: Веза *Finish to Start*

Релација *START TO START* међу активностима дефинише датум почетка претходне активности и одређује датум почетка наредне активности. Овај тип везе предвиђа могућност да наредна активност започне одмах по почетку претходне активности.



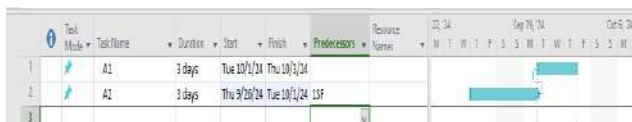
Слика 2: Веза Start to Start

Релација **FINISH TO FINISH** дефинише датум завршетка претходне активности и одређује датум завршетка наредне активности. Овај тип предвиђа могућност да се наредна активност заврши по завршетку претходне активности.



Слика 3: Веза Finish to Finish

Релација **START TO FINISH** дефинише датум почетка претходне активности и одређује датум завршетка наредне активности. Овај тип везе је најмање примењив и ретко се користи у реализацији пројекта, када су у питању типови везе међу активностима. На слици 5 можемо видети пример ове везе.



Слика 4: Веза Start to Finish

3. УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТИМА

Управљање пројектом представља научно заснован процес и у пракси потврђен концепт којим се уз помоћ одговарајућих метода организације, планирања и контроле врши рационално усклађивање свих потребних ресурса и координација обављања потребних активности, како би се одређени пројекат реализовао на најефикаснији начин. Пројекат је подухват који има дефинисане циљеве, конзумира ресурсе и функционисање по временском, трошковним и квалитативним ограничењима [2].

Концепт управљања пројектом се базира на коришћењу такве организационе форме која омогућава најефикаснију реализацију пројекта, односно најефикасније коришћење расположивих метода и ресурса у циљу постизања оптималних резултата у реализацији пројекта.

За сваки пројекат је неопходно обезбедити и направити организациону структуру пројекта и одредити руководиоца пројекта са одговарајућим овлашћењима и одговорностима.

3.1 Фазе пројекта

Управљање пројектом и дефинисање концепта управљања пројектом захтева четири фазе:

- постављање циљева пројекта,
- планирање реализације пројекта,
- реализација пројекта,
- контрола пројекта.

4. ОПИС ПРОЈЕКТА

Пројекат за извођење улице Вашариште у Жабљу, подељен је на 6 сумарних активности:

- припремни радови
- земљани радови
- израда коловозне конструкције
- одводњавање
- израда саобраћајне сигнализације
- остали радови

Свака од ових сумарних активности подељена је на већи број подактивности које су блиско повезане са датом сумарном активношћу.

4.1 Ресурси на пројекту

Да би се пројекат могао реализовати мора се располагати одговарајућим ресурсима. Сваки пројекат користи ресурсе, или више њих у исто време. Ресурси су углавном ограничени и улазе у укупне трошкове пројекта. У основне ресурсе на пројекту спадају:

- људство – инжењери, специјализовани извршиоци, помоћни извршиоци, менаџери, техничка подршка, итд.,
- опрема – возила, специјалне машине, специјални алати, рачунарска опрема, итд,
- материјали– материјали у функцији врсте пројекта који се реализује,
- техника – техничка подршка везана за рачунарске системе, лабораторије

У току реализације пројекта, израде техничке документације или изградње, стручна лица према Закону о планирању и изградњи могу бити:

1. руководилац пројекта
2. главни пројектант
3. самосталини пројектант
4. пројектантни
5. сарадници
6. техничка подршка [2]

Resource Name	Std. Rate	Type	Material Label	Issues	Group	Risk Units	Value	Cost	Onl. Rate	Cost/Unit	Active At	Base Calendar
Gradbeni radnik 1	500 RSD/hr	Man		GR1		100%	81.17 hrs	40,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 2	500 RSD/hr	Man		GR2		100%	81.17 hrs	40,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 3	500 RSD/hr	Man		GR3		100%	81.17 hrs	40,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 4	500 RSD/hr	Man		GR4		100%	78.17 hrs	39,085 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 5	500 RSD/hr	Man		GR5		100%	75.17 hrs	37,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 6	500 RSD/hr	Man		GR6		100%	81.17 hrs	40,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 7	500 RSD/hr	Man		GR7		100%	73.17 hrs	36,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 8	500 RSD/hr	Man		GR8		100%	83.17 hrs	41,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 9	500 RSD/hr	Man		GR9		100%	89.17 hrs	44,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 10	500 RSD/hr	Man		GR10		100%	79.17 hrs	39,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 11	500 RSD/hr	Man		GR11		100%	89.17 hrs	44,585 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Gradbeni radnik 12	500 RSD/hr	Man		GR12		100%	58.17 hrs	29,085 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Elektricar 1	300 RSD/hr	Man		E1		100%	16 hrs	4,800 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Elektricar 2	300 RSD/hr	Man		E2		100%	16 hrs	4,800 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik gradilnog tima	500 RSD/hr	Man		GR13		100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR14		100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR15		100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR16		100%	8 hrs	4,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR17		100%	24 hrs	12,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR18		100%	36 hrs	18,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR19		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR20		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR21		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR22		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR23		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR24		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR25		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR26		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR27		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR28		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR29		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR30		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR31		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR32		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR33		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR34		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR35		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR36		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR37		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR38		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR39		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR40		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR41		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR42		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR43		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR44		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR45		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR46		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR47		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR48		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR49		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR50		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR51		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR52		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR53		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR54		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR55		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR56		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR57		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR58		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR59		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR60		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR61		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR62		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR63		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR64		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR65		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR66		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR67		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR68		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR69		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR70		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR71		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR72		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR73		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR74		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR75		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR76		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR77		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR78		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR79		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR80		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR81		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR82		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR83		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR84		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR85		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR86		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR87		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR88		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR89		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR90		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR91		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR92		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR93		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR94		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR95		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR96		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR97		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR98		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR99		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard
Radnik za postavljanje	500 RSD/hr	Man		GR100		100%	16 hrs	8,000 RSD	0 RSD/hr	0 RSD/Unit	Standard	Standard

Овакав начин праћења пројекта даје реалну могућност да се евентуални пропусти, кашњења и радови ван плана лако уоче и изврше корекцију. Степен завршености пројекта нам указује на тренутно стање на пројекту, у којим сегментима пројекат касни, да ли су трошкови прекорачени, даје могућност да управљамо трошковима, ако у реализацији дође до измене он усклађује потенцијалне нове активности у постојећи термин плана пројекта.

4.3 Трошкови пројекта

Трошкови представљају новчана средства која се улажу у сваки део пројекта. При изради техничке документације то су средства за плаћања инжењера, материјална средства, средства за набављање техничке опреме, а са аспекта реализације то су средства намењена за набавку материјала, опреме, радне снаге [2]...

Task Name	Actual Cost	Remaining Cost	Cost
PZI Ulica Vašarište u Žiblju	0 RSD	1.852.625 RSD	1.852.625 RSD
PRIPREMNI RADOVI	0 RSD	252.800 RSD	252.800 RSD
Iskoličavanje i obeležavanje tras	0 RSD	20.800 RSD	20.800 RSD
Iskop kontrolnog rova za identifi	0 RSD	6.400 RSD	6.400 RSD
Rušenje kolovoza	0 RSD	32.800 RSD	32.800 RSD
Rušenje pešačkih staza	0 RSD	32.800 RSD	32.800 RSD
Sečenje šiblja	0 RSD	16.000 RSD	16.000 RSD
Priprema radnih spojeva za nast	0 RSD	30.400 RSD	30.400 RSD
Polaganje plastičnih i betonskih	0 RSD	21.600 RSD	21.600 RSD
Zaštita i izmeštanje nadzemnih	0 RSD	41.600 RSD	41.600 RSD
Rušenje i uklanjanje ograde	0 RSD	25.600 RSD	25.600 RSD
Izrada projekta izvedenog stanja	0 RSD	12.000 RSD	12.000 RSD
Snimanje izvedenog objekta od	0 RSD	12.800 RSD	12.800 RSD
ZEMLJANI RADOVI	0 RSD	1.007.025 RSD	1.007.025 RSD
Iskop humusa	0 RSD	117.600 RSD	117.600 RSD
Iskop u širokom otkopu	0 RSD	132.000 RSD	132.000 RSD
Nabijanje podtla	0 RSD	164.571 RSD	164.571 RSD
Izrada nasipa od peska	0 RSD	75.200 RSD	75.200 RSD
Izrada nasipa od zemljanog mat	0 RSD	82.133 RSD	82.133 RSD
Izrada bankina	0 RSD	35.520 RSD	35.520 RSD
Planiranje i valjanje posteljice	0 RSD	35.200 RSD	35.200 RSD
Humuziranje kanala	0 RSD	50.400 RSD	50.400 RSD
Razastiranje zemljanog materije	0 RSD	12.000 RSD	12.000 RSD
Transport zemljanog materijala	0 RSD	302.400 RSD	302.400 RSD
IZRADA KOLOVOZNE KONSTRUKC	0 RSD	365.600 RSD	365.600 RSD
Izrada nosivog sloja od mehanič	0 RSD	123.200 RSD	123.200 RSD
Izrada gornjeg bituminiziranog n	0 RSD	118.400 RSD	118.400 RSD
Izrada habajućeg sloja - asfaltbi	0 RSD	88.800 RSD	88.800 RSD
Izrada trotoara i platoa od beton	0 RSD	17.600 RSD	17.600 RSD
Polaganje betonskih ivičnjaka	0 RSD	17.600 RSD	17.600 RSD
ODVODNJAVANJE	0 RSD	132.000 RSD	132.000 RSD
Izrada kanaleta od montažnih b	0 RSD	52.800 RSD	52.800 RSD
Izrada odvojenih jarkova bez obl	0 RSD	79.200 RSD	79.200 RSD
IZRADA SAOBRAĆAJNE SIGNALIZI	0 RSD	31.200 RSD	31.200 RSD
Postavljanje vertikalne saobraća	0 RSD	14.400 RSD	14.400 RSD
Obeležavanje horizontalne saob	0 RSD	16.800 RSD	16.800 RSD
OSTALI RADOVI	0 RSD	64.000 RSD	64.000 RSD
Kontrola nosivosti	0 RSD	16.000 RSD	16.000 RSD
Ispitivanje proizvedene bitumeni	0 RSD	16.000 RSD	16.000 RSD

Слика 6: Трошкови на пројекту

Трошкови нису пропорционални ангажованом времену. Они зависе од:

1. врсте и величине пројекта,
2. цене ресурса који се користе – радна снага, врста механизације, потребна техника,
3. локације на којој се пројекат изводи,
4. стандарда које извођач мора испоштовати,
5. окружења у коме се пројекат изводи,
6. организација која прати реализацију пројекта.

Трошкови се деле на:

- директне
- индиректне
- непредвиђене

Према подацима добијеним коришћењем *Microsoft Projecta*, укупни трошкови пројекта износе 1.852.625 динара.

4.4 Ризици на пројекту

Ризик подразумева нешто неочекивано, односно непредвиђено догађање. Концепт управљања пројектом има за циљ да предвиди већину опасности и проблема који се могу догодити, као и да планира, организује и контролише активности, како би се пројекат успешно завршио упркос свим непредвидивим околностима [6].

Категоризацију ризика је могуће извести на више различитих начина. Категоризација ризика представља систематизован начин идентификовања ризика који треба да обезбеди основу за његово разумевање. Употреба категорија помаже унапређењу процеса идентификације, тако што пружа стандардизовану основу за описивање ризика. Како би се омогућило њихово коришћење, категорије ризика се морају идентификовати и документовати у оквиру плана за управљање ризиком.

Важно је имати на уму да је неке ризике једноставно немогуће унапред предвидети. Када се говори о ризику у пројекту и о управљању ризиком у пројекту, незаобилазно је и помињање фактора који настају у току пројекта и доприносе постојању ризика у току реализације пројекта. Ризик у пројекту се карактерише са три кључна фактора ризика, а то су:

1. Ризичан догађај
2. Вероватноћа ризика
3. Величина улога

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду приказан је процес планирања реализације саобраћајно-грађевинског пројекта са циљем изградње саобраћајних површина. Задатак мастер рада базиран је на примени знања стеченог из предмета “Управљање пројектима“ како би се приказале технике планирања времена потребних за реализацију активности на пројекту, начин и поступак повезивања активности и креирања базе неопходних ресурса и додељивање истих активностима на пројекту. Унапређење телекомуникационих мрежа и ефикасно управљање пројектима су кључни фактори за будући развој и економски раст.

Потребни ресурси за овај пројекат су, када је у питању људство, руководица на градилишту, грађевински радници (укупно 12), лаборанти (укупно 4), геометар, радници за постављање саобраћајне сигнализације (укупно 4), радници градског зеленила (укупно 2), електричари (укупно 2) и радници водовода (укупно 2). Када су у питању механизација и радне машине, багери (укупно 2), ровокопач, ваљак, кипери (укупно 3), камион градског зеленила, возило за измештање инсталација, циркуларни резач, вибро плоча, грејдер, штемарица, машина за фарбање, кочићи (укупно 2) и компресор.

Укупни трошкови неопходни за реализацију овог пројекта износе 1.825.625,00 динара. Највеће трошкове потражује сумарна активност „Земљани радови“ са износом од 1.007.025,00 динара.

Укупно потребно време за реализацију пројекта је 41,1 дан. Ресурси који најмање коштају су радници за постављање саобраћајне сигнализације, са ценом од 4.000,00 динара. Багер 2 је ресурс који највише кошта у износу од 200.600,00 динара.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јовановић П. „Управљање пројектом“, Висока школа за пројектни менаџмент, Београд, 2010.
- [2] Атанасковић П. Изводи са предавања – Управљање пројектима, Ф.Т.Н. Нови Сад, 2023.
- [3] Атанасковић П. „Управљање пројектима – практикум за студенте“, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 2012.
- [4] Авлијаш Р. , Авлијаш Г. „Управљање пројектом“, Универзитет Сингидунум, Београд, 2011.
- [5] Атанасковић П., „Практикум Microsoft Office Project“, Факултет Техничких Наука, Нови Сад, 2015.
- [6] Драгашевић А. , Методолошки аспекти оптимизације ресурса у мрежном дијаграму, Београд, 2014.
- [7] ПЗИ – 2.2 Пројекат саобраћајница улица Вашариште у Жабљу са инфраструктуром од улице Петра Коњовића према улици Чурушка

Кратка биографија:



Драган Јелић рођен је у Новом Саду 1998. год. Завршио је Саобраћај и транспорт на Факултету техничких наука у Новом Саду 2021. год. Наставио је студирање на мастер студијама на ФТН-у, смер Пројектовање и организација.
Контакт:
gagi199863@gmail.com

**ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА ЗА ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦИ УЛИЦА РАТКА ПАВЛОВИЋА ЋИЧКА - 21 СРПСКЕ ДИВИЗИЈЕ У ПРОКУПЉУ
EVALUATION OF PROPOSED SOLUTIONS FOR IMPROVING TRAFFIC FLOW CONDITIONS AT THE INTERSECTION OF RATKA PAVLOVIĆA ĆIČKA - 21 SRPSKE DIVIZIJE IN PROKUPLJE**

Никола Савић, Ненад Рушкић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ И ТРАНСПОРТ

Кратак садржај – У оквиру рада извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници Ратка Павловића Ћићка и 21 Српске дивизије у граду Прокупљу. На анализираној раскрсници је обављено снимање саобраћаја и добијени су подаци о временским губитцима по прилазима на поменутој раскрсници.

Кључне речи: Бројање саобраћаја, Саобраћајни ток, Капацитет, Временски губитци

Abstract – As part of the work, an analysis of traffic conditions at the intersection of Ratka Pavlovića Ćićka and 21 Srpske divizije in the town of Prokuplje was performed. At the analyzed intersection, traffic was recorded and data was obtained on time losses on approaches at the intersection.

Keywords: Traffic counting, Traffic flow, Capacity, Time losses

1. УВОД

Саобраћајни проблеми и гужве настају када се на одрђеном делу деонице или раскрсници када се јави захтев за већим протоком саобраћаја, услед недостатка захтеваног капацитета долази до саобраћајних гужви. Капацитет и ниво услуге, као квантитативна мера способности друмских саобраћајница у удовољавању захтева саобраћаја, имају кључну улогу у саобраћајно-техничком димензионисању, пројектовању и планирању мреже друмских саобраћајница. Проблем који ће настати настаће у будућности самим растом саобраћаја.

Предмет рада је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници улица Ратка Павловића Ћићка - 21 Српске дивизије.

Циљ рада је да се ускладу са стеченим знањем да одговор да ли је постојеће стање функционално и да ли постоји боље решење услова одвијања саобраћаја на поменутој раскрсници. Након обављених анализа предложена су два варијанта решења и анализирано је постојеће у случају да се не предузму никакве мере.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Методологија рада обухвата:

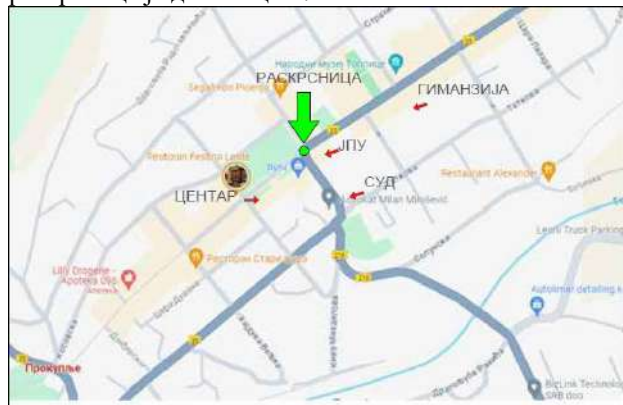
НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Ненад Рушкић, ред. проф.

- бројање саобраћаја
- анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници
- прогноза саобраћаја
- мере за унапређење услова одвијања саобраћаја

2.1. Локација на којој је вршено истраживање

Раскрсница која је предмет овог рада налази се у граду Прокупљу. Она је лоцирана у центру града, па самим тим представља значајну раскрсницу у граду. Са аспекта саобраћаја мора се рећи да целоупан саобраћај из правца града Ниша према Косову и Метохији као и саобраћај који иде према централној Србији из правца Ниша ка Крушевцу и Краљеву. Дозвољена брзина кретања на овој раскрсници регулисана је саобраћајним прописима, односно, прописаној брзини која износи 60 km/h. Положај раскрснице је дат слици 1.



Слика 1. Положај раскрснице у односу на друге садржаје

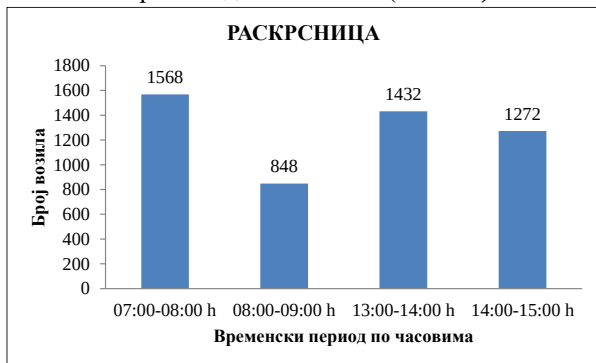
2.2. Начин прикупљања података

На анализираној раскрсници је обављено снимање саобраћаја и добијени су подаци о величини саобраћајних токова и њиховој дистрибуцији по одређеним смеровима кретања. За потребе анализе токова, извршено је 2-часовно бројање саобраћаја у два термина од: 1. први термин од 07:00-09:00 h и 2. термин од 13:00-15:00 h дана 07.06.2024 године. Снимање је вршено камером, а обрада података обављена је путем видео снимака. Временска јединица посматрања била је 1h.

3.3. Анализа услова одвијања саобраћаја

Приликом обраде резултата, добијених бројањем, потребно је одредити вршно часовно оптерећење. Вршно часовно оптерећење представља један сат (од 4 сати колико је трајало бројање), у коме је евидентиран највећи проток возила свих категорија. У

овом случају, то је време од 07:00 до 08:00, где је забележен проток од 1568 возила (слика 2).



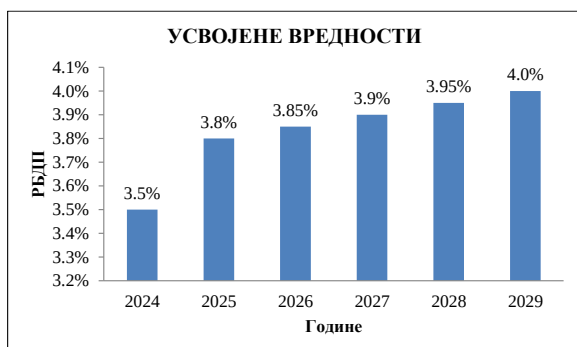
Слика 2. Часовна дистрибуција протока возила на раскрсници

3. ПРОГНОЗИРАНИ РАСТ БДП-а

Према подацима REBIS студије за Србију прогнозира се раст од 2,5 % за период од 2024 до 2029 године [1].

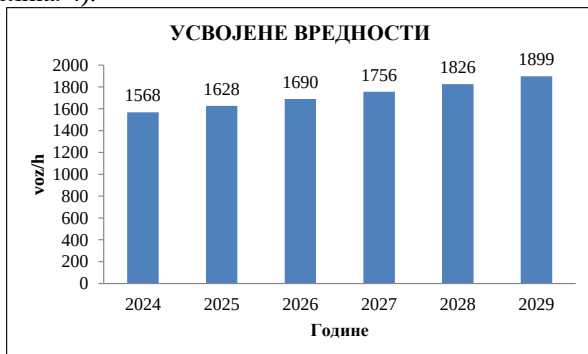
Према подацима Међународног монетарног фонда – ММФ очекује се раст од 3,5 % до 4,5 % за период од 2024 до 2029 [2].

Када се говори о усвојеним вредностима раста БДП-а узете су пондерисане вредности из оба доступна ресурса тј., треба да се искористе подаци из оба извора и да се утврди оптимална прогноза раста. На слици 3. приказан је процентуални раст БДП-а по годинама, овај раст БДП-а је коришћен у раду.



Слика 3. Приказ просечног годишњег раста стопе БДП-а за усвојене вредности

На целој раскрсници на свим прилазима у базној години избројано је 1568 возила, а прогнозом је утврђено да се у 2029 години очекује 1899 возила (слика 4).



Слика 4. Прогноза саобраћаја у вршном часу – Усвојене вредности

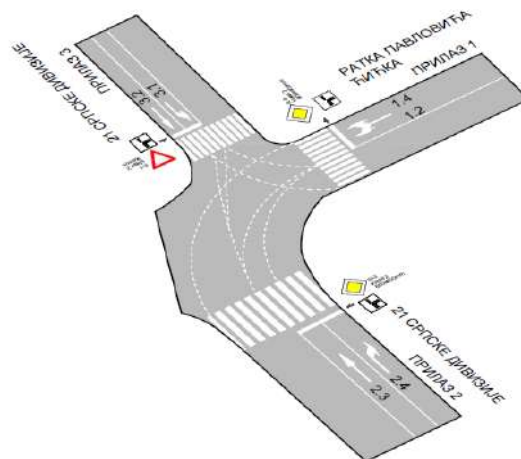
4. МЕРЕ ЗА УНАПРЕДЉЕЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА

Потребно је извести најбољу и најоптималнију варијанту како би се превазишао проблем и побољшао ниво услуге на свим прилазима на раскрсници. Предложене су следеће варијанте:

- Варијанта 0 - Трокрака нестандарна несигналисана раскрсница (постојеће стање);
- Варијанта 1 – Кружна раскрсница са једном или две траке на прилазу и једном траком у кружењу;
- Варијанта 2 – Трокрака сигналисана раскрсница.

4.1. Варијанта 0

Трокрака нестандарна несигналисана раскрсница – задржава се постојећа геометрија раскрснице, са мањим изменама у виду постављања саобраћајних знакова који недостају на прилазу 2 анализираних раскрснице. Наравно пошто се ради о нестандарној несигналисаној трокракој раскрсници нивоу услуге на приоритетном правцу пошто маневар лево и десно са приоритетног немају конфликтних тачака, односно саобраћајни токови нису у конфликту увек ће бити А. Односно готово да нема временских губитака.



Слика 5. Скица трокраке нестандарне несигналисане раскрснице у постојећем стању

4.2. Варијанта 1

Трокрака нестандарна сигналисана раскрсница се грађевинским радовима реконструише у кружну раскрсницу са једном или две траке на прилазу и једном у кружењу наравно и поставља се пратећа вертикална и хоризонтална саобраћајна сигнализација. Ширина траке у кружењу би износила 10 m, а пречник разделног острва 8 m. Ширине трака на улвним грлима би остале исте.

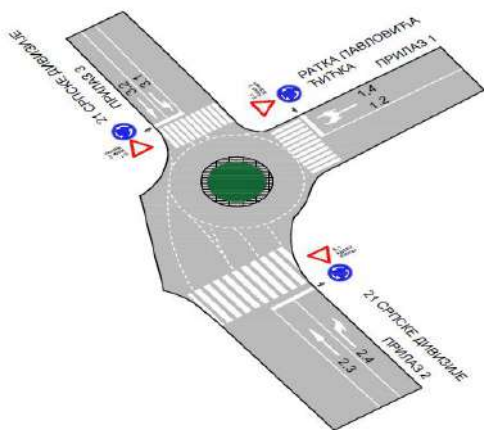
4.3. Варијанта 2

Трокрака нестандарна несигналисана се реконструише у трокраку сигналисану раскрсницу са дфовазним циклусом при чему су у истој фази бити возила на прилазу 1 и прилазу 2, а возила на прилазу 3 су у посебној фази.

4.4. Анализа свих варијанти са аспекта нивоа услуге и услова одвијања саобраћаја

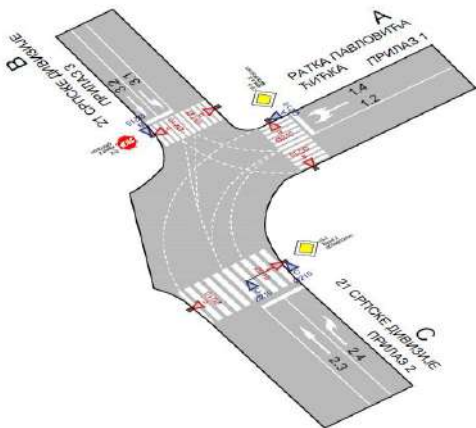
У случају варијанте 0 може се закључити да је ниво услуге на приоритетном правцу А и С, док је на споредном правцу ниво услуге F. Проблем ће настати

у будућности где ће се јавити огромни временски губитци на споредном прилазу 3.



Слика 6. Скица кружне раскрснице у пројектованом стању у варијанти 1

У случају варијанте 1 може се закључити да је ниво услуге на приоритетном правцу Е и D, док је на споредном правцу ниво услуге F.



Слика 7. Скица сигнализационе раскрснице у пројектованом стању у варијанти 2

У будућности нема погоршања нивоа услуге и ова варијанта би дала решења за будућност у смислу тога да би повећањем број возила ниво услуге остао исти, али у неком дужем посматраном периоду временски губитци расту линеарно па и она не бих можда била оптимална на дужи временски период.

У случају варијанте 2 може се закључити да је ниво услуге на приоритетним правцима В, док је на споредном правцу ниво услуге С. У будућности долази до погоршања нивоа услуге на прилазу један где би ниво услуге био D, на осталим прилазима нема већих погоршања нивоа услуге и ова варијанта би дала оптимално решење за будућност. Треба рећи да временски губитци код сигнализационих раскрсница расту експоненцијално.

Од свих предложених варијанта са аспекта побољшања услова одвијања саобраћаја најбоље решење је варијанта број 1.

4.5. Анализа свих варијанти са економског аспекта
Трошкови градње, хоризонталне и вертикалне саобраћајне сигнализације су код Варијанте 0 су 1076028 динара, код Варијанте 1 су 4263580 динара,

код Варијанте 2 су 3419182 динара. Ако би се одабир решења за проблем раскрснице вршио на основу трошкова градње, хоризонталне и вертикалне саобраћајне сигнализације изабрала би се Варијанта 0, јер је она најјефтинија. Међутим, циљ овог рада је побољшање постојећег и прогнозираног стања одвијања саобраћаја, а то значи да су трошкови градње подређени побољшању нивоа услуге тј. условима одвијања саобраћаја.

4.6. Анализа свих варијанти са економског аспекта
Што се тиче еколошког вредновања варијанта 0 је најјефтинија, затим варијанта 1, а варијанта број 2 је најскупља.

5. ЗАКЉУЧАК

Анализа која је урађена у овом раду треба да да одговор да ли је постојеће стање функционално и да ли постоји боље решење. Након обављене анализе постојећег стања предложена су 2 предлога за решавање постојећег стања.

Анализом саобраћајног тока у експлоатационом периоду утврђено је да ће пораст интензитета саобраћаја утицати на то да се у будућности на овој раскрсници може очекивати саобраћајни ток који прелази границу капацитета посматране раскрснице. Узимајући у обзир важност овог путног правца у градској уличној мрежи неопходно је донети и прилагодити техничко решење анализираних раскрсница.

Услови одвијања саобраћаја на датој раскрсници су такви да се захтева промена постојећег стања. Регулација саобраћаја на овој трокракој нестандартној несигнализационој раскрсници је такво да возила на приоритетном правцу у овом случају Прилазу 1 и Прилазу 2 имају предност у односу на возила која долазе са Прилаза 3, што доводи до тога да возила на споредном прилазу чекају сва возила да изврше своје маневре да бих ушли и прошли кроз раскрсницу, што прозрокује велике временске губитке.

Редови чекања се најчешће јављају на прилазу 3, пошто је се раскрсница налази у централном делу града Прокупља очекује се да се даљим погоршањем услова одвијања саобраћаја повећају временски губитци па је потребно што пре реаговати.

Након одрађених анализа видимо да постојеће стање не задовољава оптималне услове одвијања саобраћаја. Што се тиче прогнозираног стања може се закључити да анализирана раскрсница сигурно неће задовољити оптималне услове одвијања саобраћаја је ће ниво услуге на споредном прилазу 3 бити F и јавиће се одромни временски губитци.

Увођењем кружне раскрснице доћи ће до тога да се ниво услуге на приоритетним прилазима у овом случају прилаз 1 и прилаз 2 погорша на корист смањења временских губитака на прилазу 3 и самим тим и бољих услова одвијања саобраћаја.

У прогнозираном стању кој Варијанте 2 неће доћи до наглог повећања временских губитака. Увођењем семафорисане раскрснице доћи ће до тога да се ниво услуге на свим прилазима побољша видимо да и каснији раст саобраћаја неће довести до тога да се ниво услуге нагло погорша, али у дужем временском

периоду временски губитци расту експоненцијално па ни она не може бити оптимално решење.

Што се тиче економског вредновања варијанта 0 је најјефтинија док варијанта 1 изискује највише грађевинских радова и потребне хоризонталне и вертикалне саобраћајне сигнализације, самим тим је варијанта број 1 најскупља.

Што се тиче еколошког вредновања варијанта 0 је најјефтинија, затим варијанта 1, а варијанта број 2 је најскупља.

Након одрађених анализа видимо да је најбоље решење кружна раскница односно варијанта број 1.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1]<https://www.wbif.eu/storage/app/media/Library/10.Projects/the-regional-balkansinfrastructure-study-rebis-update.pdf>

[2]https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPC_H@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/SRB

Кратка биографија:



Никола Савић рођен је у Прокупљу 1999 год. Основне академске студије завршио 2022 године на Факултету техничких наука, смер саобраћај и транспорт. Мастер рад одбранио 2024 године на смеру пројектовање и организација.



Ненад Рушкић рођен је 30.11.1980 у Тузли, Босна и Херцеговина. Факултет техничких наука, одсек саобраћај уписао 2001 године, дипломирао на смеру - Друмски саобраћај у априлу 2007 године. Докторат је одбранио 2013 године у новембру, а од 2014 године је запослен на Департману за саобраћај Факултета техничких наука у звању доцента. Од 2024. је у звању редовног професора.

IZRADA ANIMACIJE GRAFIČKOG SISTEMA DIGITALNE UV ŠTAMPE ZA PRIMENU U SISTEMIMA ZA UČENJE NA DALJINU**ANIMATION OF THE DIGITAL UV PRINTING SYSTEM FOR DISTANCE LEARNING APPLICATION**

Jovana Bošnjaković, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu detaljno je opisan princip digitalne štampe na kome se bazira mašina Roland LEC-540. Kombinacijom znanja iz oblasti štampe, 3D modelovanja i animacije formira se 3D animacija rada mašine. Ona se bazira na 4 različita videa koja je objedinjuju u jedan i čine jedinstvenu celinu, odnosno video animaciju štampe, čišćenja, postavljanje boje i ricovanje. Za iradu rada korišćeni su softveri 3DS Max i Adobe After Effects.

Ključne reči: 3D animacija, digitalna štampa, učenje

Abstract – The paper describes the principle of digital printing on which the Roland LEC-540 machine is based. By combining knowledge from the fields of printing, 3D modeling and animation, a 3D animation of the machine's operation is formed. It is based on four different videos that combine it into one and form a unique whole, namely the video animation of printing, cleaning, color placement and ripping. 3DS Max and Adobe After Effects software were used to create the work

Keywords: 3D animation, digital printing, learning

1. UVOD

Digitalizacija je pojam koji se u 21. veku ne može izbeći. Ona je uticala na razvoj i funkcionisanje brojnih oblasti, od medicine, kompjuterske grafike, automobilske industrije, saobraćaja i, naposljetku, grafičke industrije. Za samu grafičku industriju, digitalizacija je uvela sasvim novi način štampe i otvorila vrata ka mnogim drugim mogućnostima. Digitalna štampa nas uvodi u sasvim drugačiji koncept, kako gradnje samih štamparskih mašina, tako i samog procesa štampe.

Kombinacijom znanja iz digitalne štampe, 3D modelinga i animacije, rad prikazuje izradu animacije mašine Roland LEC-540 u svrhu primene u aplikaciji učenja na daljinu. Animacija će predstaviti sam rad mašine i prikazivaće u formi animacije ključne funkcije mašine kao što su ubacivanje boje u mašinu, štampa, čišćenje štampajućih glava a prikazaće se i mogućnost isecanja materijala. Za samo razumevanje rada mašine neophodno je poznavati teoriju i princip rada digitalne Ink Jet štampe.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Pinčjer, van. prof.

Pored toga, specifičnost mašine ogleda se u upotrebi UV boja kao i UV laka koji omogućavaju štampu na neupojnim podlogama kao i postizanje različitih efekata oplemenjivanja otiska.

U saradnji sa GRID laboratorijom, bilo je neophodno detaljno se upoznati sa mašinom i njenim osnovnim delovima kako bi se bolje pristupilo modelovanju i razumevanju rada mašine, odnosno kako na najlakši način animirati njen rad kako bi animacija bila dosledna i razumljiva. Koristeći 3DS Max softver za pravljenje modela i animacije, mašina se modeluje uz pomoć box modelovanja, vodeći računa da nivo detalja i broj poligona odgovaraju realističnom prikazu mašine.

Ovaj segment učila na daljinu se sastoji iz više animacija, koje će omogućiti korisniku interaktivnost i nelinearnost prilikom korišćenja učila. Pored 3DS Max softvera za izradu animacije korišćen je i Adobe After Effects koji je povezao segmente animacije u potrebne celine.

2. TEORIJSKE OSNOVE**2.1. Digitalna štampa**

Štamparski postupci bez štamparske forme ili skraćeno NIP (Non-Impact Printing) postupci se baziraju na digitalno-elektronski upravljanim sistemima štampanja. Proseć otiskivanja boje na podlogu se odvija bez pritiska što omogućava štampu na različitim materijalima. Najčešće primenjena Non-Impact tehnologija, pored elektro-fotografije, je Ink Jet. Od svih savremenih tehnika štampe, Ink Jet spada u jednu od najjednostavnijih tehnika. Radi se o potpuno beskontaktnoj tehnici u kojoj se boja nanosi direktno na podlogu. Da Ink Jet postaje primarni postupak štampe pokazuju brojne izvedbe mašina u ovoj tehnologiji od strane najvećih svetskih proizvođača. Pored grafičke industrije, ova tehnologija nalazi primenu u biologiji, elektronici, biomedicini kao i u mnogim drugim oblastima. Ovaj postupak je Computer to Print tehnologija kod koje se boja prska iz mlaznica [1, 2]. Rezolucija štampanja, linijatura rastriranja i veličina rasterskih ćelija su presudni faktori u ovoj tehnici štampe. Osnovni uslovi za izradu visoko kvalitetnih otisaka su velika rezolucija slike koja određuje količinu informacija koje slika sadrži i linijatura rastera koju štamparska mašina može da postigne (adresibilnost) tj. broj rasterskih elemenata po jedinici dužine koje mašina može da reprodukuje. Promenom vrednosti linijature se direktno utiče na kvalitet reprodukcije. Smanjenjem dolazi do porasta rasterske tačke, smanjenja broja uočljivih rasterskih elemenata i smanjenja reprodukovane tonske

vrednosti, a povećanjem linijature se postiže suprotan efekat [1].

Otisak na podlozi dobija se uz pomoć kapljica koje izlaze iz mlaznica. Kapljice nastaju složenim procesom odvajanja kapljice od vrha mlaznice. Ovaj proces zavisi od sastava tečnosti, veličine i oblika mlaznice.

Nastajanje jedne kaplice se može podeliti na tri faze. Prva faza je formiranje meniskusa gde dolazi do delovanja površinskih energije. Druga faza je razvlačenje kapljice (dolazi do delovanja viskozne disipacije). I treća faza, formiranje same kaplice. U ovoj fazi dolazi do delovanja kinetičke energije [2, 8, 9].

2.2. Animacija

Pojam animacije izveden je od latinske reči *anima* što znači duša i *animare* što je oživljavanje. Kompjuterski generisane animacije se nalazi u mnogim oblastima, poput industrije video igara, preko inženjerstva i sve do medicine. Animacija kao oblik izražavanja je kreativan način prikazivanja, bilo prinipa rada ili ideje. Ima jedinstven jezik koji omogućava stvaranje nemogućeg. Ona kontinualno nudi nove mogućnosti, narativno, estetski i tehnički podstičući kreatore da koriste tradicionalne i nove alate u realizaciji svoje ideje [3, 4].

Animacija za inženjering se veoma razlikuje od tradicionalne animacije. Postoje i drugi zahtevi koji se moraju ispuniti, kao što je mogućnost da se u inženjerskoj animaciji nedvosmisleno identifikuje svaki poseban, mehanički deo u sceni. Upotreba multimedije kao što je video animacija može povećati motivaciju studenata za kako bu lakše učili i poboljšati razumevanje [5, 6, 7].

3. ANIMIRANJE RADA MAŠINE

Animacija se deli na četiri glavna dela koja čine jedan segment učila a zajedno jedinstvenu celinu koja simulira rad mašine. Ove četiri pojedinačne animacije su: animacija ubacivanja boje u mašinu, animacija štampe, zatim, ricovanje i na kraju čišćenja štampajuće glave mašine.

Video snimci počinju i završavaju se istim frejmom kako bi se u učilu mogli aktivirati nelinearno a da ne dođe do seckanja videa. Kod svake od animacija je neophodno obratiti pažnju da nema naglih skretanja kamere kako posmatraču ne bi delovalo iznenađeno i neočekivano. Za svaku animaciju, pre samog početka, neohodno je postaviti odgovarajući broj frejmova, odnosno koliko će sekundi trajati animacija.

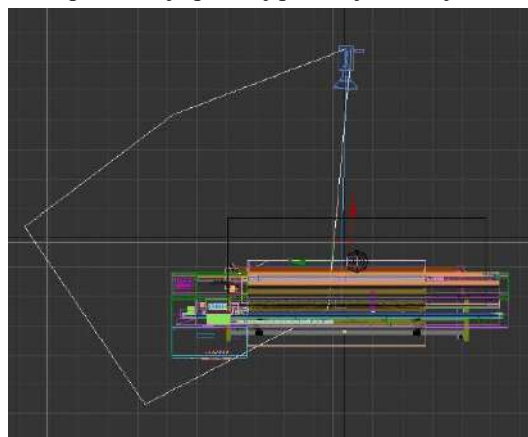
Ono što, pored dužine trajanja animacije, treba podesiti jeste koliko frejmova po sekundi da se prikazuje. Za svaku datu sekundu se mora prikazati minimum 24 frejma, ne manje. Ova brzina frejmova stvara prirodan i prijatan osećaj pokreta za gledaoca i smatra se da je dovoljno glatka za većinu prikaza. Za potrebe ovih animacija, broj frejmova po sekundi je postavljen na 30.

Prvi korak jeste pravljenje 2D objekta, linije, po kojoj će se kamera kretati, prikazano na slici 1.

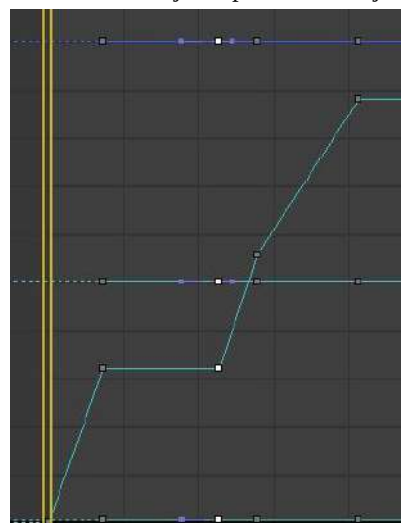
Postavljanjem keyframeova se definiše na kojim pozicijama tokom kretanja po putanji će doći do promene.

Kada se izabere frejm na kom će kamera da se zaustavi kako bi prikazala deo mašine na kom se odvija radnja, njegov keyframe se mora duplirati i postaviti na drugi

frejm, odnosno na onaj gde ona treba da nastavi kretanje. Na slici 2 prikazan je položaj postavljenih frejmova.



Slika 1. Putanja za prvu animaciju



Slika 2. Postavljanje frejmova

Pored kretanja kamere treba predstaviti i kretanje objekta koji je centralni ceo svake od animacija. Prva animacija pokazuje ubacivanje ketridža sa bojom u mašinu, kao korak koji je neophodan kako bi se moglo pristupiti štampi. Animacija je urađena tako da se ketridži, postavljaju izvan mašine i tu se zadaje keyframe. Nakon toga, neophodno je prikazati otvaranje zadnjih vrata gde se ubacuju ketridži.

Animacija vrata urađena je rotacijom po X osi. Prave se 4 keyframe-a u tom slučaju. Prvi koji predstavlja prvobitno stanje vrata, odnosno zatvoreno. Zatim drugi koji u sebi sadrži informacije o položaju modela (vrata) nakon otvaranja, odnosno pomeranja po X osi. Taj frejm se duplira kako bi vrata ostala otvorena, tačnije u tom položaju neko vreme i na kraju se dodaje četvrti keyframe koji je isti kao prvi, kako bi se vrata vratila u prvobitni položaj. Ovim principom se treba voditi kod svakog objekta gde je neohodno prikazati promenu položaja gde se on posle određenog vremena vraća u prvobitni. Za vreme koje su vrata otvorena, ketridžima se samo menja položaj, odnosno ulaze u mašinu.

Na slici 3 prikazan je frejm u kom se vrata otvaraju, dok su na slici 4 prikazani ketridži kako ulaze.

Druga animacija predstavlja štampu i kod nje je specifično to što se na papiru pri svakom prolasku štampajuće glave prikaže slika. Da bi se to postiglo,

neophodno je napraviti zasebnu, 2D animaciju gde se slika posle svakih 10 sekundi delimično prikaže. Ona se mora čuvati kao sekvenca slika, ne kao video, kako bi se mogla ubaciti u 3D softver bez problema.



Slika 3. Otvaranje vrata



Slika 4. Ubacivanje boje

Da bi se mogla primeniti na 3D objekat, postavlja se na slot za materijal, odnosno ponaša se kao materijal. U material editoru se bira bitmapa kao opcija. Kada program ponudi fajlove kao opcije za bitmapu, bira se prvi fajl i opcija *Image sequence* i na taj način se ubacuju svi frejmovi kao materijal. Da bi ovo bilo izvodljivo, svi frejmovi sačuvani kao slike moraju biti u istom folderu i pod istim nazivom kako bi iz prgram prepoznao kao sekvenca slika.

Takođe je neophodno obratiti pažnju na to da objekat na koji se postavlja ima iste dimenzije kao i materijal, odnosno animacija, kako ne bi došlo do deformisanja slike.

Kod animacije štampe neophodno je podesiti da šampajuća glava u odgovarajućem momentu pređe preko papira jer se prikazivanje slike na papiru ne može modifikovati u 3D softveru, odnosno bilo bi neophodno ponovo praviti animaciju prikaza. Tačnije, da se glava nađe iznad papira u momentu kada se u primenjenoj 2D animaciji prikaže novi deo slike.

Na slici 5 prikazano je kako se slika, u momentu kada se glava nađe iznad papira, prikaže.

Animacija ricovanja se ne razlikuje više od prethodne dve. Kamera ima svoju putanju po kojoj se kreće i, slično

drugoj, zadržava se pogled na stolu za štampu kako bi prikazala šta se dešava unutar mašine. Skreće se pažnja na alat kojim se vrši radnja koji se aktivira u trenutku kada mašina započinje proces ricovanja, tj. delimičnog isecanja podloge, a zatim se i prikazuje na koji način se odija. Razlika između animacije ricovanja i štampe je ta što kod ricovanja nema potrebe animirati postepno prikazivanje slike već samo kretanje glave za štampu koja na sebi ima alat za ricovanje, slika 6.



Slika 5. Štampa



Slika 6. Alat za ricovanje

Pored toga, neophodno je animirati vraćanje papira svaki put kad glava mora da promeni položaj u kom seče. Ono što se još dodaje na samom kraju jeste odvajanje isečenog materijala od podloge kako bi bilo jasnije šta je urađeno.

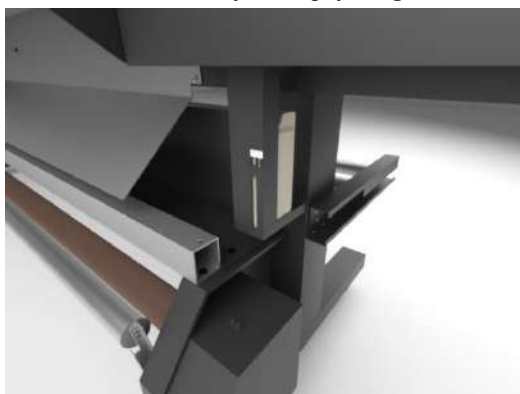
Za prikaz čišćenja neophodno je otvoriti desna vrata mašine. Animira se tako što se samo menja položaj elemenata koji se trebaju ukloniti (štafovi, vrata) kako bi se pristupilo glavi za štampu koja se mora čistiti. Kamera se približava glavi koja se otvara kako bi se bolje videlo šta se dešava pri čišćenju. Sunderi se podižu ka boji i upijaju višak koji ostaje posle štampe (slika 8).

Zatim se glava pomera i prikazuje se čišćenje rakelom koji se pomera po X osi. Kod rakel postojne samo 2 keyframe-a koji se kopiraju 3 puta jer ima ukupno 6 izlaza boje, a brišu se po dve glave u jednom prolazu. Pred kraj same animacije neophodno je da kamera, pred povratak u početni položaj, prikaže otpad, odnosno deo u koji sav taj višak boje ide, što je prikazano na slici 9.

Ono na šta treba obratiti pažnju, kako zbog kvaliteta tako i zbog resursa računara, najbolje je renderovati pojedinačne frejmove, a ne kompletnu animaciju kao video fajl. U zavisnosti od podešavanja rendera utiče se na kvalitet prikaza ali i dužinu vremena potrebnu za dobijanje rendera.



Slika 8. Čišćenje štampajuće glave



Slika 9. Posuda za otpadnu boju

Render sa realnijim prikazom materijala, osvetljenja i rezolucije iziskuje više resursa i duže vreme renderovanja. U ovakvim slučajevima kada se radi o animaciji koja ima više frejmova, odnosno za koju će trebati duže vreme renderovanja, treba naći optimalno rešenje na kojem će prikaz biti dovoljnog kvaliteta, bez šuma, a da vreme potrebno za dobijanje krajnjeg rezultata ne bude predugačko, jer je samo za jednu sekundu videa bilo potrebno renderovati 30 frejmova.

Sve četiri animacije se ubacuju u program za editovanje videa, kao slike. Spajanjem frejmova se dobija animacija koja objedinjuje najbitnije delove mašine kao i njene glavne funkcije.

4. ZAKLJUČAK

Napredak i pristupačnost novih tehnologija omogućuje ljudima da imaju više mogućnosti ka usavršavanju i učenju. Animacijom bilo kog posla, nauke i inženjerstva omogućava se pristup objektima koje svakodnevno ljudi nemaju priliku da vide.

Radom je obuhvaćen princip rada digitalne štampe. Animacija njenog rada i funkcija pruža priliku mnogima da nauče i bolje razumeju kako radi jedna mašina digitalne ink jet štampe.

Kroz ovakve animacije, korisnicima se omogućava da na siguran i jednostavan način dobiju jasnu sliku o tome kako različite komponente sistema i procesi unutar istih

funkcionišu zajedno. Ovo ne samo da poboljšava razumevanje i znanje korisnika, već i doprinosi boljem obučavanju i pripremi za rad sa složenim tehnologijama. Animacija pored toga što unapređuje proces učenja, unapređuje i otvara vrata novim mogućnostima za istraživanje i inovacije.

5. LITERATURA

- [1] N. Kašiković, D. Novaković, Ž. Pavlović, "Ink Jet" u *Digitalna štampa*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2013.
- [2] R. Bernasconi, S. Brovelli, P. Viviani, M. Soldo, D. Giusti, L. Magagnin "Piezoelectric Drop-On-Demand Inkjet Printing of High-Viscosity Inks" [online], <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adem.202100733> (pristupljeno: 04.09.2023.)
- [3] A. Ivanovski "Animacija i animator kao deo modernih sportsko rekreativnih aktivnosti" Banja Luka, 2011.
- [4] P. Wells "The Fundamentals of Animation", AVA Publishing, Švajcarska, 2006.
- [5] N. Tsukasa, T. L. Kunii "ANIMENGINE", Univerzitet u Tokiu, Tokio, 1985.
- [6] M. Noor, N. A., Mahamod, Z., Hamat, A., & Embi, M. A. "Persepsi Pelajar Terhadap Aplikasi Perisian Multimedia dalam Pembelajaran KOMSAS Bahasa Melayu Tingkatan 1", u *Jurnal Pendidikan Bahasa Melayu*, Muar, 2012.
- [7] M.E. Ismail, I. Mahazir, I., Othman, H., Amiruddin, M.H., A. Ariffin, "The use of animation video in teaching to enhance the imagination and visualization of student in engineering drawing", Univerzitet Tun Hussein Onn, Johor, 2017.
- [8] S. B. Fuller, E. J. Wilhelm, J. M. Jacobson, "Ink-Jet Printed Nanoparticle Microelectromechanical Systems" *Journal of microelectromechanical systems*, 2002.
- [9] S. Seipel, J. Yu, V. A. Nierstrasz, "Effect of physical parameters and temperature on the piezo-electric jetting behaviour of UV-curable photochromic inks", u Scientific reports, 2020.

Kratka biografija:



Jovana Bošnjaković rođena je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2024.god, Diplomski rad je odbranila 2023. god, na temu "Razvoj koncepta elektronskog učenja za grafički uređaj digitalne štampe Roland Versa UV-LEC540" kontakt: j.bosnjakovic03@gmail.com



Prof. dr Ivan Pinčjer rođen 1980. godine u Sremskoj Mitrovici. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajn 2016. god., a od 2022 je u zvanju vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka. kontakt: pintier@uns.ac.rs



REDIZAJN I KONSTRUKCIJA DIGITALNOG POZORIŠNOG KOSTIMA

DIGITAL THEATER COSTUME: REDESIGN AND CONSTRUCTION

Tamara Ilić, Bojan Banjanin, Jelena Kerac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Pozorišni kostim se smatra kulturnim fenomenom koji kreira vizuelni utisak o liku odašiljanjem niza neverbalnih poruka. Otuda, ovaj rad preispituje takav vizuelni utisak kreirajući digitalnu rekreaciju kostima nošenog na predstavi 'Pigmalion' kikindskog pozorišta. Pribavlja kostimografske skice i fotografije kostima, koje podležu redizajnu posredstvom softvera Marvelous Designer. Cilj ovakvog pristupa jeste spoznaja da li redizajnirani kostim može da predstavi lika u celosti, i pored tranzicija i razvoja koji prate lika, kombinovanjem elemenata u granicama stila.*

Ključne reči: *Pozorišni kostim, Redizajn pozorišnog kostima, Predstava Pigmalion, Marvelous Designer*

Abstract – *Theater costume is considered a cultural phenomenon that creates a visual impression by sending a series of non-verbal messages. This paper explores the premise by digitally recreating the costume worn in the play 'Pygmalion'. It obtains sketches and costumes and uses them for costume redesign in Marvelous Designer. This approach seeks to determine whether a redesigned costume can capture the essence of the character, despite its transformations.*

Keywords: *Theater Costume, Theater Costume Redesign, Pygmalion, Marvelous Designer*

1. UVOD

Rad “Redizajn i konstrukcija digitalnog pozorišnog kostima” najpre tumači literaturu koja se bavi odevanjem, sa posebnim akcentom na pozorišno, bavi se različitim pristupima u njegovom poimanju i pokušava da približi značaj teme i opravda istraživačku znatiželju za konkretno polje.

Zatim, rad opisuje proces prikupljanja kostimografskih skica praćen uspešnom saradnjom sa Pozorišnim muzejom Vojvodine, i digitalizovanje izgleda kostima koji podleže procesu redizajna, što rezultira trodimenzionalnim modelom kostima nastalim posredstvom softvera za konstruisanje odeće, Marvelos Dizajner (engl. *Marvelous Designer*) [1].

NAPOMENA:

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

Takođe, rad pokušava da dočara motive koji stoje iza redizajna, utemeljene na autorskim percepcijama glavne ženske junakinje koja nosi predmetni kostim, transformacije njenog lika koja se ogleda, između ostalog, i kroz kostime, i iznosi mogućnosti za buduća istaživanja.

2. PREGLED LITERATURE IZ OBLASTI

Taylor [2] navodi da su studije koje se tiču odevanja smatrane “trivijalizacijom istorije”, a Barbieri i Pantouvaki [3] 2016. godine navode da kostim poprima veću naučnu pažnju ali je tada opisuju kao nedovoljnu. One u svom radu ističu odvajanje kostimiranja od prakse svakodnevnog odevanja kao posebnu pripremu izvođača za nastup i opisuju kostim kao višedimenzionalni predmet istraživačke pažnje, koja ima potencijal da rezultira nizom teorija i saznanja.

Kostim, kroz prizmu pozorišnog, Korablova i saradnici [4] posmatraju kao kulturni fenomen, fokusirajući se na kulturno-istorijske specifičnosti različitih epoha koje se kroz kostim žele preneti. Smatraju da pozorišni kostim ima moć da prenese i pojača određene ideje i poruke.

Tako, Goep [5] smatra da se kostim ističe kao odraz svoje epohe, odnosno odraz epohe i civilizacije tokom ili u okviru koje je nastao, zatim odraz društvenih konstrukta koji vladaju, ali i ukusa i gledišta na život i umetnost. Navodi da bi kostim trebalo da ima sopstvenu filozofiju, koja nije u potpunosti imuna na uticaj društvenih tendencija.

Goep [5] takođe navodi da se kostim može posmatrati sa dva aspekta, kostim koji je zavisen i nezavisen od scene. Navodi da je kostim gotovo nemoguće posmatrati van konteksta scene, i da je u pozorišu veza između kostima i scene, uslovno rečeno, neodvojiva, obzirom da postoji svestan pokušaj povezivanja od strane dramaturga, kako bi se ostvarila sinteza efekata kojima se u pozorištu i tokom jedne predstave teži. Smatra da postoje iste tendencije kada se radi o pozorišnom i drugim vidovima odevanja, ali da pozorišni kostim treba da ispuni i zahteve pozornice i samog komada koji se igra.

Han i Beh [6] ističu da je kostim “kritičan”, presudan za stvaranje i sprovođenje performansa i da je u pitanju sredstvo za kritičko ispitivanje tela. Kritičko u smislu postavljanja pitanja koja se javljaju na relacijama telo - dizajn - performans, odnosno izvođenje.

Takođe, kostim je viđen i kao umetničko delo nastalo za potrebe performansa, izvučeno iz namenom predviđenog konteksta i predstavljeno kao “fragment” u novom

kontekstu, posebno kada se priča o kostimu kao delu muzejske ili izložbene postavke [7].

Kostim je takođe i segment pozorišta koji integriše izvođača u scenografiju, a istovremeno pravi distinkciju između svega što pripisujemo izvođaču i njegove neposredne okoline, odnosno ostalih materijalnih činilaca koje ubrajamo u predstavu. Ako bismo kadar predstave tumačili kroz fotografiju, kostim je estetski povezujući faktor svog nosioca sa scenografijom, u isto vreme i faktor raskola od svoje pozadine. Viđen je i kao “prenosiva” scenografija [8].

Takođe, kostim može podrazumevati dizajn kompletnog izgleda jednog lika, uključujući frizuru, šminku, bradu i brkove, nakit, kojima se stiče punoća vizuelnog utiska o liku [9].

Pored toga, kostim je viđen i kao “kulturni agent” sa zadatkom da aktivno komunicira vrednosti zajednice i pripadnost, a da u pozorištu na sebe uzima vitalnu ulogu da, bez izgovorene reči, prenese informaciju o statusu, profesiji, godinama, religiji, čak etničkoj pripadnosti lika. U svom radu, Kwakye-Opong i Adinku [10] takođe navode istraživanje u kome je pokazano da u prva četiri minuta kontakta sa strancem, naše zaključivanje o toj osobi će se zasnivati ponajviše na onome kako nam se osoba vizuelno predstavlja, (55%), kakvim tonom govori (38%) i šta je ono što govori (7%) čime ističu važnost poruka koje neverbalno odašiljamo i kroz odevanje. Ljudi, kada ih upoznamo mogu, svesno ili ne, manipulirati rečima koje izgovaraju ali u onome što je osoba odenula je “zateknuta” i na to, osim ako je predvidela ovu situaciju, može osetno manje da utiče nego na predstavu o sebi koju želi da plasira verbalno.

Elizabet Vilson [11] takođe ističe aspekt kostima koji komunicira vrednosti, tvrdeći da, kada se odevamo, na svom telu nosimo ispisanu kombinaciju umetnosti, društvenog poretka i ličnih stavova.

3. METODOLOGIJA

Pratnja razvojnog puta pozorišnog kostima o kome će biti više reči u ovom radu otpočinje u Pozorišnom muzeju Vojvodine, u okviru koga je zatečena nekolicina pozorišnih kostima koji su deo muzejske građe, među njima i kolekcija kostima koju je pozorišni reditelj Tibor Vajda donirao Muzeju, kao i niz kostimografskih skica, nastalih pri radu na njegovoj predstavi “Pigmalion” [12], igranoj u okviru kikinskog pozorišta. Po emitovanju, kostimi i skice su našli svoje mesto u okviru muzejske građe Pozorišnog muzeja, gde su digitalizovani za potrebe ovog rada. Digitalizacija skica i kostima je vršena uz nadzor Milisande Milović, kustoskinje za scenografiju, kostim, pozorišne lutke i umetničke predmete, kojoj dugujemo veliku zahvalnost, takođe i Zoranu Maksimoviću, teatrologu i kustosu Pozorišnog muzeja i svim njihovim saradnicima, koji su izašli u susret zahtevima ovog rada. Vršena je digitalizacija kostima i kostimografskih skica kreiranih od strane dizajnerke odevanja Anamarije Mihajlović, posredstvom fotoaparata Nikon, modelom D3500, i korišćen je objektiv opsega 18 - 55 milimetara, fotografisano je bez blica, u uslovima dnevnog svetla i u okviru prostorija i predvorja Muzeja.

Među njima, odabran je zeleni kostim koji će se povinovati redizajnu, sa, kako Anamarija kaže, svilenim plastronom i ukrasnom trakom, koji prati liniju tela i pada od kolena, blagog “truba” kroja sa dugačkim rukavima. Predmetni kostim u predstavi nosi Eliza Dulitl, glavna ženska junakinja, devojka koju profesor fonetike Henri Higinz upoznaje dok prodaje cveće na ulici i upušta se u “eksperiment” da je nauči manirima i govoru karakterističnima “višem” staležu.

Knjiga “Konstrukcija ženske odeće” [13] autorki Paunović i Čolović je poslužila kao baza znanja za konstruisanje redizajniranog modela, obzirom da temeljno obrađuje proporcije ljudskog tela i telesne mere, a u poglavlju “Konstrukcija” detaljno prikazuje krojeve i mere za preko 50 konstrukcionih rešenja, među kojima su i reference korišćene za redizajn (slika 1).

Rešenja su poslužila osmišljavanju kroja kostima koji je proizašao kao rezultat kombinovanja krojeva suknje “truba” kroja, kroja za mantil odakle je rekreiran okovratnik, i kroja nabranih rukava.



Slika 1. Reference za konstrukciju digitalnog kostima

Za potrebe redizajna kostima, korišćen je softver za konstruisanje odeće, *Marvelous Designer*, koji omogućava generisanje 3D objekata na osnovu dvodimenzionalnih skica.

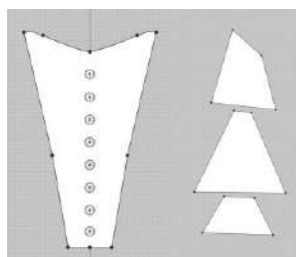
Najpre je rekonstruiran donji deo kostima koji je prikazan na slici 1 (levo), skiciranjem konturne linije suknje. Dodavanjem tačaka, manipulisanjem njihovom pozicijom i zaobljivanjem duži nad kojima pojedinačne tačke imaju uticaja, dobijen je oblik nalik referenci, crtana je leva polovina suknje kako bi se, po zatvaranju putanje, kopirala simetrična desna polovina. Zamisao je da donji deo haljine bude urađen izjedna sa gornjim, a da rukavi i plastron budu zasebne celine, zato putanja nije završena do iscrtavanja i gornjeg segmenta kostima. Ideja za njega je preuzeta sa mantila, ali je urađen vidno užu kako bi pratio liniju tela, u ovom slučaju ženskog avatara, u odnosu na mantil. Izgled prednje leve strane kostima prikazan je u nastavku (slika 2).



Slika 2. Izgled prednje leve strane digitalnog kostima

Oblast na grudima je urađena kao zaseban segment koji će kasnije biti pripojen, odnosno sašiven za levu i desnu polovinu kostima. On je urađen iscela, najpre je iscrtana leva strana, duplirana simetrično i objekat je spojen odabirom željenih stranica i biranjem opcije za spajanje (engl. *Merge*). Dugmad je na područje dodata i raspoređena automatskom opcijom u 3D prozoru.

Usledilo je kreiranje nabranih rukava, što je postignuto modifikovanjem širina na kojima se segmenti digitalno spajaju, tako, ako se donja ivica gornjeg segmenta rukava završi, u ovom slučaju, trostruko širom nego što gornja ivica donjeg segmenta rukava otpočinje, tako nastalo suženje će stvoriti nabor. Napravljena su tri segmenta u službi rukava, kako bi se na laktu i zglobu šake dobili nabori. U ovom slučaju, vrednosti širina segmenata rukava su po unosu parametarskih, modifikovane tako da, pre svega, vizuelno lepo izgledaju na avataru. Segmenti su duplirani simetrično kako bi se dobili i prednji delovi rukava desne ruke. Izgled oblasti na grudima i rukava je prikazan na slici 3.



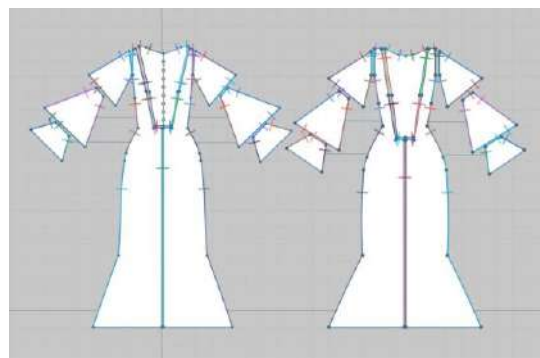
Slika 3. Izgled oblasti na grudima i rukava

Napravljen je izmenjeni duplikat prednjeg dela kostima za potrebe zadnjeg dela, modifikovan je i u 3D prostoru je urađeno obrtanje osa usmerenja oblika, softver sugerise obojenjem njihovo usmerenje.

Usledilo je spajanje segmenata, digitalno “šivenje” alatom za spajanje segmenata (engl. *Segment Sewing*) koji radi na principu odabira dve ivice koje će se povezati.

Kada su kreirani svi segmenti, na prednjem i zadnjem delu, stranice se odabiraju tako da se šivenje, u ovom slučaju, sprovodi simetrično, odnosno za svaku izabranu duž koju ograničavaju dodavane tačke, postoji njen pandan sa kojim se spaja. Tamo gde su potrebne zbog simetričnog šivenja, dodate su tačke kako bi se duži podelile na segmente adekvatne za šivenje.

Najpre su sašiveni segmenti donjeg dela a zatim i centralni deo kostima sa prvim segmentom rukava, koji je dalje spojen sa drugim i trećim segmentom po njihovim kraćim stranicama. Zatim je prednji deo kostima i rukava spojen sa zadnjim delom po principu spajanja spoljnih i unutrašnjih ivica jednih sa drugima. Leve ivice prednjeg dela kostima i desne ivice zadnjeg dela, dela koji će se naći na leđima, su spajane, što se može primetiti i po bojama spojenih duži. Ista boja sugerise da su te dve duži spojene. Rukavi su spajani po svojim bočnim stranicama na istom principu, leva ivica rukava na prednjem delu je spajana sa desnom ivicom na zadnjem delu. Izgled svih linija šivenja može se videti na slici 4, na kojoj su prikazane leva, prednja strana kostima, i desna strana, strana koja naleže na leđa ženskom avataru.



Slika 4. Leva i desna strana digitalnog kostima sa linijama povezivanja

Po pokretanju simulacije, bilo je potrebno uraditi manje ispravke tako da se kostim optimizuje prema ženskom avataru, takođe njegova A-poza je zahtevala intervenciju na rukavima, koji su najpre bili povezani tako da se pod uticajem fizike ne prostiru uz telo avatara već duž ruku u A-pozi.

4. REZULTATI

Prikaz kostima koji je nastao za potrebe predstave, i trodimenzionalni prikaz redizajniranog kostima, dat je na slikama 5 i 6.



Slika 5. Pozorišni kostim za predstavu *Pigmalion*



Slika 6. Prikaz trodimenzionalnog digitalnog kostima

Redizajnerska intervencija urađena je na rukavima. Kostimi, kao i sama Eliza, evoluiraju tokom trajanja predstave (slika 7), a kostim sa slike 5, Eliza nosi po završetku “eksperimenta”, kada zahteva uvažavanje od

samog Higinsa koji ju je podučavao ali uskraćivao poštovanje od njihovog prvog susreta. Eliza noseći ga, tvrdi da: "Istinska i stvarna razlika između jedne dame i jedne obične cvećarke nije u tome kako se ona ponaša nego kako se ophode prema njoj". Zato je redizajnom dat omaž prethodnicima u evoluciji, "prišivanjem" rukava koji hrabrije istupaju u prostor u odnosu na referentne. Njima se želi posredno reći da na jednom komadu odeće mogu u harmoniji važiti pretpostavljene "oprečnosti", jednako kako Eliza tvrdi citatom da mogu i u osobi, kada postoji spremnost okoline da se poštuju jednako svi članovi društva.



Slika 7. Evolucija Elizinih kostima kroz činove

Fotografije kostima sa slike 7 su nastale kao kadrovi video snimka koji je Miljana Kravić, glumica kikindskog pozorišta koja je tumačila lik Elize, ustupila za potrebe ovog rada, zbog čega joj dugujemo veliku zahvalnost. U pitanju su autentični inserti iz predstave, gde se može primetiti i kostim predmet redizajna (dole desno).

5. ZAKLJUČAK I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Ovaj rad je nastojao da se u jednom kostimu pokuša ovekovečiti u potpunosti duh lika Elize Dutil, da se pokuša pokazati mogućnost važenja "krajnosti" u granicama istog objekta, među kojima može vladati sklad. Redizajnirani kostim daje Elizi priliku da na sebi digitalno "ponese" i ono što je sebi i svetu predstavljala pre, ali i posle "eksperimenta", jer oba zaslužuju jednako, jedinstveno poštovanje, neukaljano mišlju o položaju u društvu i društvenim ulogama.

U budućnosti, postoji težnja za istraživanjem redizajna različitih tekstura kostima, kako bi se pokušalo odgovoriti na pitanje ima li izgleda da se kreira tekstura koja bi objedinila koncepte lika. Takođe, javlja se istraživačka znatiželja i na relaciji kostima i njegovog odnosa sa svetlima i kamerama u digitalnom okruženju, trodimenzionalnih scenografija i kretnji kostima kroz digitalne svetove.

6. LITERATURA

- [1] Marvelous Designer, *Marvelous Designer*. [Online]. CLO Virtual Fashion Inc, 2024.
- [2] L. Taylor, *The Study of Dress History*. Manchester University Press, 2002. [E-Book], Available: Google Books
- [3] D. Barbieri i S. Pantouvaki, "Towards a philosophy of costume," *Studies in Costume & Performance*, vol. 1, pp. 3–7, 2016.
- [4] N. Korablova, S. Oborska, H. Chmil, I. Gavran, i O. Bezruchko, "Stage costume as an important element of the subject environment in cinema and theatre," vol. 12, 2024.
- [5] E. Goepp, "An essay toward a philosophy of costume," *Quarterly Journal of Speech*, 14(3), pp. 396–411, 1928.
- [6] R. Hann i S. Bech, "Critical Costume," *Scene*, vol. 2, no. 1–2, pp. 3–8, 2014.
- [7] S. Pantouvaki, "Costume in the Absence of the Body," in *Presence and Absence*, 2014, pp. 101–127
- [8] M. L. Carriger, "Costume," in *The Routledge Companion to Scenography*, Routledge, 2017.
- [9] R. Ingham, *The costume designer's handbook : a complete guide for amateur and professional costume designers*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1983.
- [10] R. Kwakye-Openg i G. U. Adinku, "Costume as Medium for Cultural Expression in Stage Performance," vol. 8, 2013.
- [11] E. Wilson, *Adorned in Dreams: Fashion and Modernity*, Rutgers University Press, 2003.
- [12] K. Kaič, "Tibor Vajda," 2013. [Online]. Dostupno na: <https://srpskaenciklopedija.rs/books/slovo-v/page/vajda-tibor>. [Pristupljeno: 08.07.2024.].
- [13] D. Paunović i G. Čolović, *Konstrukcija ženske odeće*. Teagraf-Beograd, 1999.

Kratka biografija:



Tamara Ilić rođena je u Novom Sadu, 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2024. godine.
Kontakt: tamarailic@uns.ac.rs



Docent, dr Bojan Banjanin je angažovan od strane Fakulteta tehničkih nauka na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn kao predmetni profesor na predmetima Multimediji i Kompjuterske igre.
Kontakt: bojanb@uns.ac.rs



Jelena Kerac rođena je u Novom Sadu, 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2023. godine, kada je proglašena za najboljeg studenta studijskog programa.
Kontakt: jelena.kerac@uns.ac.rs

**ЕВАЛУАЦИЈА И УПОРЕДНА АНАЛИЗА ГЕНЕРАТОРА
ЗА БРИСАЊЕ И ЗАМЕНУ ПОЗАДИНЕ НА ФОТОГРАФИЈАМА****EVALUATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERATORS FOR REMOVING
AND REPLACING BACKGROUNDS IN PHOTOS**

Маша Драгојлов, Ивана Јурич, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – Графичко инжењерство и дизајн

Кратак садржај – У овом раду је кроз теоријске основе описан историјски развој фотографије, као и процес обраде од њеног настанка, па све до данас. У експерименталном делу су коришћени софтвери на бази вештачке интелигенције са опцијама за брисање позадине на постојећим фотографијама и генерисања нових.

Кључне речи: Генератори фотографија, позадина, генеративна вештачка интелигенција, генерисање, анализа, фотографија, обрада

Abstract – The study tested methods and quality of six different software programs for photo editing. Various image generators with an option for removing the existing background and generating a new one were used. Afterward, a detailed analysis of all the results was conducted.

Keywords: Image generators, background, generative artificial intelligence, generate, analysis, photography, editing

1. УВОД

Фотографија је постала део нашег свакодневног живота и видимо је свуда око нас. Њени корени досежу у далеку прошлост, од ручних обрада и вишесатног процеса, све до данас када је правимо у тренутку и без много размишљања. Развој бројних апликација и софтвера омогућио је уређивање фотографија до савршенства. Један такав софтвер је и *Photoshop* који је уједно постао и синоним за обраду фотографија, а употребом софтвера базираних на вештачкој интелигенцији могуће је створити невероватне резултате. У овом раду је акценат стављен на коришћење генератора слика који садрже функције за брисање позадине са постојеће фотографије и генерисање нове, по жељи аутора.

2. ОБРАДА ФОТОГРАФИЈЕ

Прављење фотографија је некада био дуг и компликован процес. Иновације које су настале током еволуције обраде фотографија промениле су начин приповедања [1].

НАПОМЕНА:

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

Фотографија је одувек била спој уметности и науке, али са напретком технологије све више нагиње домену науке [2]. У савременом пејзажу уређивања фотографија, увођење генеративне вештачке интелигенције представља револуционарно поглавље које превазилази границе традиционалног уређивања.

2.1. Дигитална револуција

Појам дигиталне револуције се односи на прелазак из аналогних електронских и механичких уређаја на дигиталну технологију. Такође, ова ера је и означила масовну употребу рачунара, интернета, паметних телефона, друштвених мрежа без којих људи данас не би могли замислити своју свакодневицу [3]. Дигитална револуција је свој утицај оставила и на пољу фотографије, доносећи радикалне промене у начину прављења, обраде и приказа фотографије.

2.2. Примена генеративне вештачке интелигенције у обради фотографије

Генератори фотографија базирани на вештачкој интелигенцији су програми за креирање слика и фотографија уз помоћ алгоритама и користе се за креирање различитог садржаја који се користи у различите сврхе [4]. Поред генерисања новог садржаја, оно што је карактеристично за генераторе јесу и додатне опције за уређивање и обраду фотографија, додавање разних ефеката, брисања позадине, додавања нових елемената, итд.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

Истраживање је подразумевало одабир најмање пет генератора који садрже опције *Remove Background* и *Generative Fill*. Генератори који су коришћени су *Adobe Firefly*, *Clipdrop*, *Leonardo.AI*, *OpenArt*, *Zmo.AI*, *Vivago* и *Photoshop*. Основна идеја је употреба наведених алата на фотографије које су унете у генератор и кориговане, и касније њихова анализа, која укључује и одабир одређеног броја испитаника.

Основна разлика између свих генератора је у томе да ли се позадина уклања ручно или то генератор ипак ради аутоматски, што је много ефикасније, јер је процес бржи и лакши. Сам процес добијања крајње фотографије није много компликован, а какви ће резултати бити уједно зависе и од генератора, као и од самог корисника. На слици 1. су приказане коришћене фотографије.



Слика 1. Оригиналне фотографије, пре генерисања

На сликама од 2. до 8. су приказане фотографије након што је извршено брисање и генерисање нове позадине у изабраним софтверима.



Слика 2. Фотографије које је генерисао Adobe Firefly



Слика 3. Фотографије које је генерисао Photoshop



Слика 4. Фотографије које је генерисао Clipdrop



Слика 5. Фотографије које је генерисао Vivago



Слика 6. Фотографије које је генерисао OpenArt



Слика 7. Фотографије које је генерисао Zmo.AI

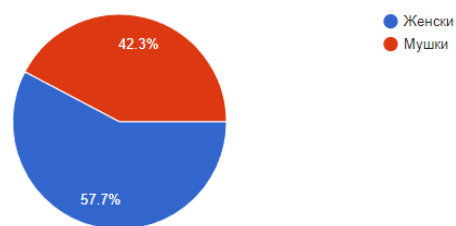


Слика 8. Фотографије које је генерисао Leonardo.AI

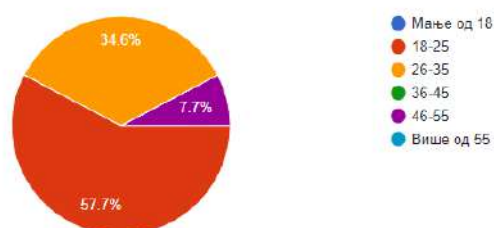
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Ово истраживање је обухватало одређени број испитаника чији је основни задатак био да препознају оригиналне фотографије, као и да изаберу оне које им се највише допадају. Анкета почиње општим питањима која дају више информација о самим корисницима. То су питања у вези пола, старости и занимања. Наредна два се односе на генеративну вештачку интелигенцију, односно на то да ли су испитаници упознати с наведеним појмом, као и да ли су били у прилици да користе генераторе на бази вештачке интелигенције.

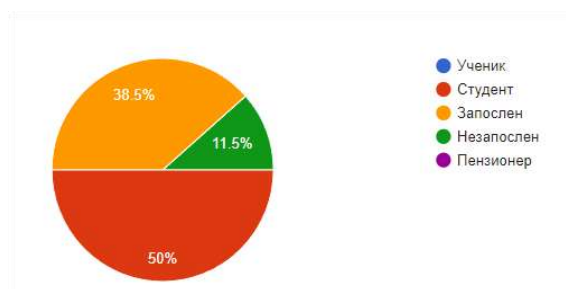
На сликама од 9. до 13. се могу видети одговори испитаника на дата питања.



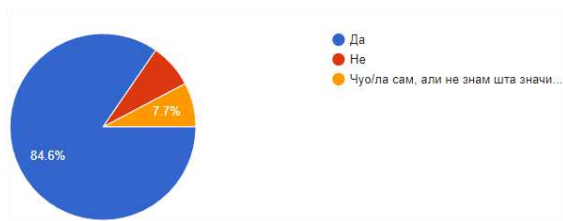
Слика 9. Статистички преглед одговора на питање у вези пола



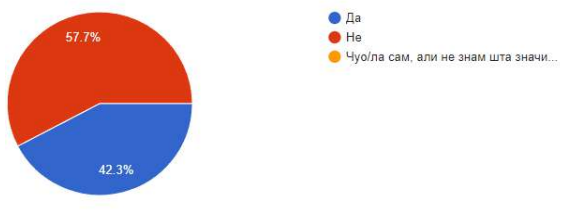
Слика 10. Статистички преглед одговора на питање у вези старости



Слика 11. Статистички преглед одговора на питање у вези занимања



Слика 12. Статистички преглед одговора на питање у вези познавања вештачке интелигенције



Слика 13. Статистички преглед одговора на питање у вези познавања коришћења генератора слика

Након ових питања, прелази се на главни део, а то је оцењивање фотографија. Како би лакше испратили, испитаницима је на располагању у склопу анкете направљена и *Power Point* презентација. У првом делу је било потребно препознати да ли је нека од понуђених фотографија оригинал, а у другом делу је требало изабрати фотографију која им се највише допада. Слика 14. приказује фотографије које су добиле највише гласова по питању оригинала.



Слика 14. а) *Adobe Firefly* 50%, б) *Photoshop* 26.9% в) *Vivago* 26.9% г) *Vivago* 34.6%

Након одабира оригинала, испитаници су имали задатак да одаберу фотографију која по њиховом мишљењу има најлепше генерисану позадину, с тим да су овај пут могли упоредити с оригиналном и одабрати више примера. Мишљења су била подељена, а на сликама од 15. до 18. се налази приказ фотографија са највећим бројем гласова.



Слика 15. а) *Adobe Firefly* (34.6%) б) *Photoshop* (30.8%) в) *OpenArt* (30.8%)



Слика 16. а) *Adobe Firefly* (38.5%) б) *Vivago* (26.9%)



Слика 17. а) *Adobe Firefly* (46%) б) *Photoshop* (48%)



Слика 18. а) *Adobe Firefly* (46%) б) *Photoshop* (48%)

5. ЗАКЉУЧАК

Од ручне обраде и вишесатног креирања једне фотографије, дошли смо до тога да данас имамо безброј апликација и софтвера који дају невероватне могућности за добијање фотографија за свега неколико тренутака, а различитог стила и намене. Развој генератора је додатно заинтересовао како тренутне, тако и будуће кориснике да се опробају у креирању фотографија где границе практично и не постоје.

Гледајући резултате анкете, мишљења испитаника се доста поклапају. Иако се лако може приметити да су

се издвојили неки од софтвера, свака фотографија је била одабрана барем од стране једног корисника што је просудила субјективна процена појединца. Без обзира на све, *Adobe Firefly* и *Photoshop* су забележили најбоље резултате који се огледају у томе што су имали најмање грешака, добру резолуцију, поседовали су све потребне опције које се лако користе и брзо су генерисали нове позадине. Сцене су врло реалистичне, са пуно детаља, а софтвери су водили рачуна о томе да осветљење и сенке буду у складу с амбијентом. Поред наведена два софтвера, већи број гласова је добио и *Vivago*, с обзиром да је такође креирао реалистичне фотографије. *OpenArt*, *Zmo.AI*, *Clipdrop* нису генерисали лоша решења. Заправо, фотографије су такође добре са малим бројем грешака, међутим, већина испитаника се определила за друге примере. Једини генератор који је дао најлошија решења, која се због тога и нису нашла у оквиру анкете јесте *Leonardo. AI*. Иако један од бољих генератора данашњице, потребне опције овај пут нису давале квалитетна решења.

Свеукупно, сваки генератор је креирао добре фотографије, а испитаници су помогли у томе да се изведе закључак о томе који се од свих издваја по квалитету.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://fixthephoto.com/blog/retouch-tips/history-of-photo-retouching.html> (приступљено у септембру 2024.)
- [2] <https://www.linkedin.com/advice/1/heres-how-you-can-enhance-your-image-editing-skills-fmmie> (приступљено у септембру 2024.)
- [3] <https://www.techopedia.com/definition/23371/digital-revolution#:~:text=The%20digital%20revolution%20meaning%20refers,live%2C%20work%2C%20and%20communicate> (приступљено у септембру 2024.)
- [4] <https://research.ibm.com/blog/what-is-generative-AI> (приступљено у септембру 2024.)

Кратка биографија:



Маша Драгојлов, рођена је у Панчеву 1999. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Графичко инжењерство и дизајн – Евалуација и упоредна анализа генератора за брисање и замену позадине на фотографијама одбранила је 2024. године.

контакт: masa.kovacica99@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: rilovska@uns.ac.rs

АНАЛИЗА И ПРОВЕРА КВАЛИТЕТА КОРИГОВАНИХ ЗАМУЋЕНИХ ФОТОГРАФИЈА ПОМОЋУ СОФТВЕРА НА БАЗИ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ANALYSIS AND QUALITY CONTROL OF CORRECTED BLURRED PHOTOS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOFTWARE

Драгана Агбаба, Ивана Јурич, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И
ДИЗАЈН**

Кратак садржај - У овом раду су кроз теоријске основе описани узроци мутних фотографија као и процес корекције у прошлости и данас. У експерименталном делу је описан процес исправке фотографија у софтверима који раде на бази вештачке интелигенције.

Кључне речи: *Корекција фотографија, замућене фотографије, софтвери, вештачка интелигенција.*

Abstract – *This paper describes causes of blurry photographs as well as how photographs were corrected in the past and how are corrected today. In the experimental part is described the process of correcting images using different software programs that operate based on artificial intelligence.*

Keywords: *Correctin of photographs, blurry images, software, artificial intelligence.*

1. УВОД

Фотографија је од свог настанка представљала моћан алат за документовање света и запажање детаља који би иначе могли бити изгубљени у времену. У почетним данима дигиталне фотографије, корекција замућених фотографија била је ограничена на традиционалне методе обраде, које су често захтевале ручну интервенцију и биле су подложне значајним ограничењима. Како је технологија напредовала, тако су и технике за исправљање фотографија значајно побољшане. Савремени софтвери засновани на вештачкој интелигенцији сада омогућавају напредне технике реконструкције фотографија.

2. УЗРОЦИ И КОРЕКЦИЈЕ МУТНИХ ФОТОГРАФИЈА

Мутне фотографије могу настати уколико је брзина затварача превише спора, померањем камере, проблем са стативом, у случају снимања покретних објеката, уколико је лош фокус, избор погрешног отвора бленде, дифракција, шум, прљав објектив и лоша техника држања камере [1].

НАПОМЕНА:

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

Уређивање фотографија обухвата низ основних прилагођавања фотографије, као што су скраћивање или исправљање, балансирање светлости, као и подешавање експозиције и температуре боје [2]. У мрачним коморама фотографских студија у прошлости, користиле су се разне технике за уређивање фотографија. Технике као што су паљење, гребање негатива, вибрација током експозиције, замагљивање, сликање негатива, па чак и бојење. Данас постоји много софтвера за уређивање фотографија, али један од најпознатијих софтвера за уређивање фотографија који је у употреби од почетка 21. века је *Adobe Photoshop* [3]. Са брзим развојем технологије, данас се фотографије могу исправљати и уз помоћ вештачке интелигенције.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

За потребе рада изабрано је седам фотографија на којима су приказани људи, изабране су фотографије на којима је лице у фокусу и оне код којих није само лице субјекта у фокусу. Корекција је урађена помоћу шест различитих софтвера, са циљем да покаже колико софтвери на бази вештачке интелигенције могу да уклоне замућење на фотографијама а притом задрже оштрину потребних детаља.

Први софтвер који је коришћен је *Topaz Gigapixel AI*. За рад у софтверима коришћене су мутне фотографије. У првом примеру коришћена је фотографија приказана на слици 1.



Слика 1. Фотографија коришћена за први пример

Фотографија се убацује у софтвер где се са десне стране екрана налазе опције *Sharpen*, *Denoise* и *Fix Compression*, сви параметри се подесе на сто. Испод њих се налази опција *Face Recovery*, која омогућава софтверу да аутоматски препозна лице. Тим кораком добија се крајњи резултат приказан на слици 2.



Слика 2. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Toraz Gigapixel AI*

Слика 3 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



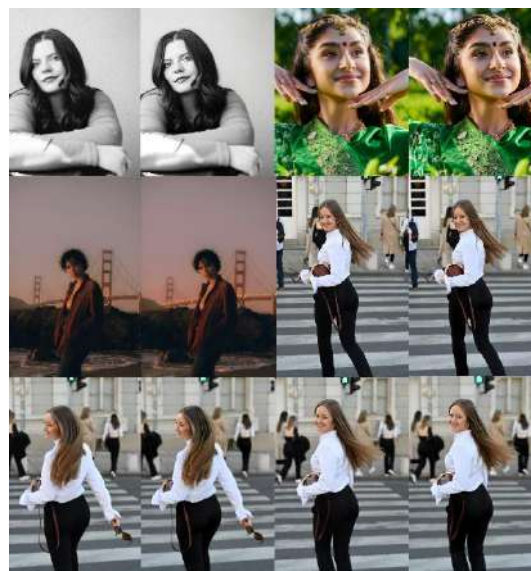
Слика 3. Приказ пре и после корекција у софтверу *Toraz Gigapixel AI*

Други софтвер који је коришћен је *Remini*. Фотографија се убацује у софтвер и све потребне корекције су већ аутоматски обављене, а кориснику се приказује крајњи резултат обраде. На слици 4 приказан је завршен први пример.



Слика 4. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Remini*

Слика 5 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



Слика 5. Приказ пре и после корекција у софтверу *Remini*

Трећи софтвер који је коришћен је *HitPaw FotorPea*, који комбинује моћне алате за професионално уређивање са корисничким радним окружењем који је лак за употребу. У овом случају се користи опција *Single Portrait*. На слици 6 је приказан крајњи резултат за први пример.



Слика 6. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *HitPaw FotorPea*

Слика 7 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



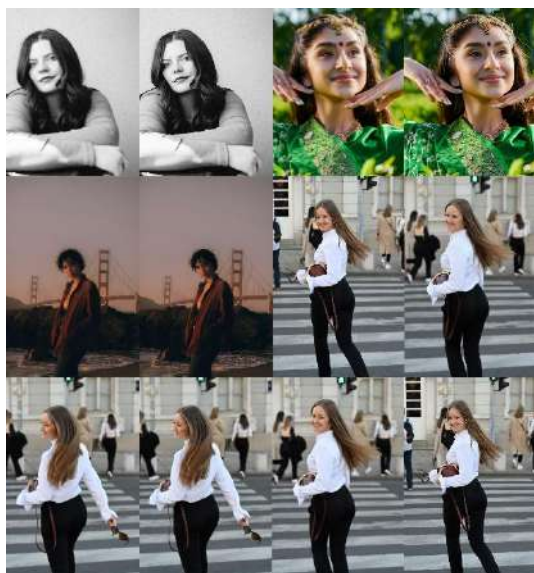
Слика 7. Приказ пре и после корекција у софтверу *HitPaw FotorPea*

Четврти софтвер који је коришћен је *Fotor*. Потребна опција за корекцију замућења у овом софтверу је *Face Unblur* која се налази са леве стране екрана. На слици 8 приказан је завршен први пример.



Слика 8. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Fotor*

Слика 9 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



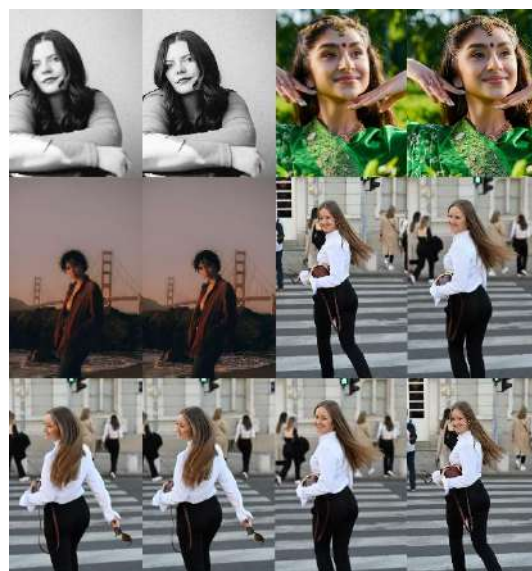
Слика 9. Приказ пре и после корекција у софтверу *Fotor*

Пети софтвер који је коришћен је *Luminar Neo*. Када се убаци фотографија, у делу *Edit* се користе две опције, *Noiseless AI* и *Supersharp AI*. На слици 10 приказан је завршен први пример.



Слика 10. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Luminar Neo*

Слика 11 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



Слика 11. Приказ пре и после корекција у софтверу *Luminar Neo*

Последњи софтвер који је коришћен је *Wondershare Repairit*. Кликном на опцију *Portrait Enhancer*, софтвер аутоматски започиње процес корекције. На слици 12 приказан је завршен први пример.



Слика 12. Фотографија пре и после корекције првог примера у софтверу *Wondershare Repairit*

Слика 13 приказује остале фотографије које су урађене на сличан начин као и први пример.



Слика 13. Приказ пре и после корекција у софтверу *Wondershare Repairit*

4. АНАЛИЗА АНКЕТЕ У ЦИЉУ СУБЈЕКТИВНЕ ПРОЦЕНЕ ФОТОГРАФИЈА

Циљ анкете био је да, кроз анализу различитих фотографија, испита у којој мери испитаници могу да препознају кориговане фотографије и да ли им се те измене допадају. Укупан број испитаника који су одговорили на питања је тридесет. Испитаници су радили анкету уживо на рачунару, на ком су били приказани узорци, а линк за попуњавање се могао попунити или преко рачунара или мобилног телефона. Анкета се састојала из двадесет питања, а сва питања су била обавезна.

Анкета је садржала неколико општих питања, а након тог дела била су два главна питања, за коју фотографију сматрају да је оригинална и која коригована фотографија им се највише допада. За одговор на питање коју фотографију сматрају оригиналном (први пример), 13 испитаника је као одговор изабрало фотографију обрађену у софтверу *Remini*. За други пример 16 испитаника је изабрало фотографију из софтвера *HitPaw FotorPea*. За трећи пример највише бирана фотографија је из софтвера *Remini* где је девет испитаника одабрало ову фотографију. Код четвртог примера на првом месту се налазе три софтвера са по шест испитаника, а то су софтвери *Fotor*, *HitPaw FotorPea* и *Wondarshare Repairit*. Код петог примера на првом месту налази се фотографија из софтвера *Fotor* са девет испитаника. Код шесте фотографије на првом месту је софтвер *HitPaw FotorPea* са девет испитаника. За седми пример највише биран одговор са осам испитаника је фотографија из софтвера *Wondarshare Repairit*.

У другом делу анализе било је потребно проверити која коригована фотографија се највише допада испитаницима. За први пример 16 испитаника је изабрало софтвер *Remini*, док је на другом месту *Fotor* са 9 испитаника. Код другог примера фотографија која се највише допада људима је из софтвера *Topaz Gigapixel AI* коју је изабрало 17 испитаника, а на другом месту се налази *HitPaw FotorPea* коју је изабрало 11 испитаника. За трећи пример испитаницима се највише свидела фотографија из софтвера *HitPaw FotorPea* коју је изабрало њих 13, и на другом месту са 10 испитаника је софтвер *Topaz Gigapixel AI*. Код четвртог примера фотографија која се највише свидела испитаницима је из софтвера *Remini* и њу је изабрало 12 испитаника, а друга изабрана фотографија је из софтвера *Topaz Gigapixel AI* са осам испитаника. За пети пример највише бирана фотографија је из софтвера *Remini* са 13 испитаника, а на другом месту са шест испитаника су два софтвера, *Fotor* и *Topaz Gigapixel AI*. Код шестог примера прва изабрана фотографија је из софтвера *Remini* са 15 испитаника, а друга је из софтвера *HitPaw FotorPea* са шест испитаника. Код последњег примера фотографију из софтвера *Fotor* је изабрало 11 испитаника, док је друга са девет испитаника из софтвера *Remini*.

Фотографије које су испитаници сматрали да су оригиналне су фотографије које су биле кориговане у софтверима *Remini* и *Topaz Gigapixel*. Кориговане

фотографије које се испитаницима највише допадају су из софтвера *Remini* који је пет пута био на првом или другом месту за фотографију која се корисницима највише допада и *Topaz Gigapixel AI* који је четири пута био такође на првом или другом месту.

5. ЗАКЉУЧАК

Испитивање је показало да сваки софтвер има своје специфичне алате и методе за исправку грешака, али заједничко свим програмима је да су процеси углавном једноставни и завршавају се једним кликом. У поређењу са традиционалним техникама ручне корекције фотографија, које су захтевале значајно време и вештину, софтвери засновани на вештачкој интелигенцији су донели велике промене у области обраде фотографије. Иако вештачка интелигенција у обради фотографија пружа бројне предности, истраживање је такође указало на неке изазове и ограничења. Упркос томе што софтвери могу да обраде велики број фотографија са изванредним резултатима, поједини типови замућења и сложенији визуелни проблеми и даље захтевају људску интервенцију и финално подешавање, што указује на потребу за пажљивим одабиром алата у зависности од конкретне грешке на фотографији.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://digital-photography-school.com/top-10-mistakes-cause-blurry-photos/> (приступљено у августу 2024.)
- [2] <https://photorelive.com/blog/photo-retouching/history-of-photograph-retouching> (приступљено у августу 2024.)
- [3] <https://www.colorexperthsd.com/blog/image-retouching-originate/#:~:text=In%20the%20case%20of%20digital,Niepce%20created%20the%20first%20photograph> (приступљено у августу 2024.)

Кратка биографија:



Драгана Агбаба, рођена је у Сомбору 2000. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Графичко инжењерство и дизајн – Анализа и провера квалитета коригованих замућених фотографија помоћу софтвера на бази вештачке интелигенције одбранила је 2024. године.

контакт: draganadadaaa5@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: rilovska@uns.ac.rs

UPOTREBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE PRI IZRADI KNJIGE GRAFIČKIH STANDARDA**USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CREATING A BRAND STYLE GUIDE**Miloš Duduković, Saša Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Rad obuhvata analizu i poređenje različitih AI alata za kreiranje knjige grafičkih standarda. Istraživanje se fokusira na tri alata: Standards, Gingersauce i Baseline, i njihovu sposobnost da generišu strukturu i dizajn po uzoru na primer postojeće knjige grafičkih standarda kompanije Slack. Rad se bavi tehničkim aspektima svakog od alata, od inicijalnog podešavanja do krajnjih rezultata, sa posebnim osvrtom na stepen automatizacije, mogućnost prilagođavanja i efikasnost u kreiranju elemenata dizajna. Zaključak rada ukazuje na prednosti i ograničenja svakog alata.

Ključne reči: Knjiga grafičkih standarda, AI alati, automatizacija dizajna, brendiranje

Abstract – The paper includes an analysis and comparison of different AI tools for creating a brand style guide. The research focuses on three tools: Standards, Gingersauce and Baseline, and their ability to generate structure and design based on example of existing brand style guide from company Slack. The paper deals with the technical aspects of each of the tools, from the initial setup to the final results, with special reference to the degree of automation, the possibility of customization and the efficiency in creating design elements. The conclusion of the work indicates the advantages and limitations of each tool.

Keywords: Brand style guide, AI tools, design automation, branding

1. UVOD

Vizuelna komunikacija igra ključnu ulogu u prepoznavanju i pozicioniranju brendova na globalnom tržištu. Brendovi koriste vizuelne elemente kako bi stvorili snažan identitet i ostavili trajan utisak na svoje korisnike. Knjige grafičkih standarda predstavljaju osnovni alat za osiguranje konzistentnosti vizuelnog identiteta brenda, pružajući smernice za korišćenje logotipa, boja, tipografije, fotografija, ilustracija i drugih vizuelnih elemenata. Tradicionalno, izrada ovih knjiga bio je dugotrajan i složen proces, zahtevajući visok nivo stručnosti i preciznosti od dizajnera i marketinških timova. Sa razvojem tehnologije, a naročito veštačke inteligencije, otvaraju se nove mogućnosti za unapređenje ovog procesa.

NAPOMENA:

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

2. TEORIJSKE OSNOVE

Knjiga grafičkih standarda je dokument koji sadrži detaljne smernice za vizuelni identitet brenda. Ona obuhvata pravila i preporuke za korišćenje vizuelnih elemenata u različitim medijima i kontekstima. Doslednost koju ovaj dokument osigurava je ključna za stvaranje ujednačenog vizuelnog identiteta koji je lako prepoznatljiv [1].

2.1. Evolucija knjiga grafičkih standarda

Sa pojavom digitalne ere, knjige grafičkih standarda su evoluirale od štampanih dokumenata do digitalnih priručnika. Ovo je omogućilo lakše ažuriranje i distribuciju smernica, kao i integraciju interaktivnih elemenata kao što su video snimci i dinamički primeri primene grafičkih elemenata. Digitalne knjige grafičkih standarda takođe omogućavaju brže i efikasnije prilagođavanje novim trendovima i tehnološkim inovacijama.

U poslednjih nekoliko godina, sa razvojem veštačke inteligencije, knjige grafičkih standarda su doživele još jedan značajan napredak. Veštačke tehnologije omogućavaju automatizaciju mnogih aspekata kreiranja i održavanja grafičkih standarda, kao što su analiza postojećih vizuelnih elemenata i generisanje novih dizajnerskih rešenja. Ovo ne samo da štedi vreme i resurse, već i doprinosi kreativnim i inovativnim rešenjima. Evolucija knjiga grafičkih standarda pokazuje kako su se potrebe i zahtevi u oblasti brendiranja menjali kroz vreme, odražavajući tehnološke inovacije i promene u načinu komunikacije [2].

2.2. Osnove veštačke inteligencije

Oblast kompjuterskih nauka koja se bavi stvaranjem sistema koji mogu obavljati zadatke koji zahtevaju ljudsku inteligenciju, naziva se veštačka inteligencija. Ova oblast obuhvata različite tehnologije i metode koje omogućavaju mašinama da uče, rešavaju probleme i donose odluke [3].

Veštačka inteligencija značajno menja način na koji se pristupa dizajnu i kreativnim procesima. Njenom upotrebom se otvaraju nove mogućnosti, pa tako dizajneri mogu kreirati inovativna i personalizovana rešenja značajno brže i efikasnije nego što je to bio slučaj ranije. Jedna od najvećih prednosti njene primene u dizajnu je automatizacija rutinskih i ponavljajućih zadataka.

Ovi alati mogu automatski generisati različite verzije dizajna, prilagođavati veličine i formate, kao i obavljati druge tehničke zadatke koji bi inače oduzeli puno vremena. Ovo omogućava dizajnerima da se fokusiraju na kreativne i strateške aspekte svog rada [3].

2.3. Primene veštačke inteligencije u grafičkom dizajnu

Primena veštačke inteligencije u grafičkom dizajnu omogućava različite pogodnosti koje ubrzavaju proces i olakšavaju prilagođavanje različitim potrebama.

Automatsko generisanje dizajna

Kod automatskog generisanja dizajna prvi korak je prikupljanje velikog skupa podataka koji sadrže primere postojećih dizajna. Ovi podaci mogu uključivati slike, tipografiju, palete boja i druge vizuelne elemente.

Podatke je potrebno označiti ili anotirati kako bi algoritam mogao da prepozna važne karakteristike dizajna. Na primer, slike mogu biti označene prema bojama, oblicima ili drugim atributima. Algoritam se obučava na prikupljenim podacima. Tokom obuke, model uči da prepoznaje obrasce i zakonitosti u podacima kako bi mogao da generiše nove dizajne. Proces obuke može uključivati i nekoliko iteracija.

Optimizacija dizajna - prikupljanje povratnih informacija

Nakon što se generiše dizajn, korisnici mogu dati povratne informacije o tome šta im se dopada ili ne dopada. Ove povratne informacije su ključne za dalju optimizaciju modela. Na osnovu njih, kvalitet generisanog dizajna moguće je unapređivati sa svakom novom povratnom informacijom o tome da li je dobijen zadovoljavajući dizajn. Dizajn se može optimizovati u realnom vremenu na osnovu unosa korisnika.

Personalizacija i prilagođavanje

Moguće je povratnim informacijama uticati na to da dizajn izgleda baš onako kako korisnik želi. To je veoma korisno kada se radi za brend koji već ima izgrađen identitet. Takođe, algoritmi mogu prilagoditi dizajn različitim veličinama uređaja u zavisnosti od potreba korisnika. Prilagođavanje znači da dizajn može da se na lak način promeni, vrati i unapredi u zavisnosti od situacije.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo ovog rada obuhvata testiranje tri različita AI alata za kreiranje knjige grafičkih standarda, analizu njihovih rezultata i poređenje sa postojećom knjigom standarda kompanije Slack [4]. Knjiga grafičkih standarda kompanija Slack poslužila je kao osnova za upoređivanje mogućnosti svakog od tri odabrana alata pojedinačno. Poređenje je omogućilo da se utvrdi koji alat najefikasnije i najpreciznije obavlja zadatak kreiranja knjige grafičkih standarda.

3.1. Alati pogodni za kreiranje knjige grafičkih standarda

Kada je reč o digitalnim alatima za kreiranje i upravljanje vizuelnim identitetom brenda, postoje brojne platforme koje pružaju sveobuhvatna rešenja za kreiranje digitalnih dokumenata koji obuhvataju sve aspekte grafičkih standarda. Ove platforme omogućavaju korisnicima da lako organizuju i čuvaju sve elemente vizuelnog identiteta na jednom mestu, čime se obezbeđuje doslednost u upotrebi brend elemenata. U takvim alatima, posebna pažnja je posvećena automatizaciji procesa kreiranja rutinskih zadataka, kao što je generisanje palete boja, predlog tipografije, postavljanja vizije brenda, kao i prikazivanje brenda u realnim slučajevima primene.

3.2. Izbor AI alata

Izbor alata zasnivao se na istraživanju i analizi dostupnih opcija prema više značajnih kriterijuma. Pre svega, alati su odabrani na osnovu njihove sposobnosti da pruže podršku za kreiranje knjige grafičkih standarda uz visoku preciznost i fleksibilnost, što je ključno za zadovoljenje različitih dizajnerskih potreba. Ova analiza uključivala je i ispitivanje njihove mogućnosti za integraciju sa drugim softverima i alatima koji su uobičajeni u dizajnerskim procesima. Recenzije i studije slučaja koje su dostupne od strane drugih korisnika u ovoj oblasti korišćene su kako bi se dobio uvid u realne prednosti i nedostatke svakog alata u praksi.

3.3. Kriterijumi za izbor AI alata

Funkcionalnost je ključna za uspešnu realizaciju ovakvih projekata. Neophodno je da alati omogućavaju lako upravljanje vizuelnim elementima, podršku za više formata i integraciju sa drugim softverima koji se koriste u dizajnu i brendiranju. Pored toga, važna je i sposobnost alata da se prilagodi specifičnim potrebama projekta, kao i da podržava kolaborativni rad, što omogućava većem broju korisnika da istovremeno rade na istom projektu. Funkcionalnost takođe podrazumeva i dostupnost šablona, određen stepen za automatizaciju ponavljajućih zadataka, kao i intuitivan interfejs koji olakšava korišćenje alata čak i za korisnike sa manjim iskustvom u oblasti dizajna.

Kriterijum upotrebljivosti se odnosi na to koliko je jedan alat intuitivan, lak za upotrebu i prilagođen korisničkim potrebama. Upotrebljivi alati omogućavaju korisnicima da lako pristupe funkcijama i mogućnostima koje su im potrebne, bez potrebe za intenzivnim tehničkim znanjem. Takvi alati pružaju jasan i jednostavan interfejs. Upotrebljivost takođe uključuje i brzinu rada, prilagodljivost potrebama projekta i podršku za različite jezike i kulturološke specifičnosti, što je važno za globalne brendove koji kreiraju knjige grafičkih standarda.

Samostalnost se izdvaja kao faktor koji definiše da li veštačka inteligencija može da izvršava zadatke bez potrebe za stalnom ljudskom intervencijom. To je važno u izradi knjige grafičkih standarda jer omogućava automatizaciju ponavljajućih procesa.

Po pitanju isplativosti, veoma je važno da odabrani alati ne budu takvi da samo pružaju vrhunske funkcionalnosti, već i da opravdavaju svoju cenu u pogledu ukupnog doprinosa projektu. Isplativost podrazumeva analizu odnosa između cene alata i njegovih mogućnosti, ali i dugoročnu održivost i potencijal za smanjenje troškova kroz povećanu efikasnost i automatizaciju zadataka. Ovaj kriterijum je posebno važan za mala i srednja preduzeća koja mogu imati ograničene budžete za implementaciju softvera, te je neophodno odabrati alate koji nude najviše vrednosti za uložena sredstva. Isplativost se takođe ogleda u mogućnosti brzog povrata investicije kroz unapređenje procesa dizajna i konzistentnosti u vizuelnom identitetu brenda, što dugoročno doprinosi povećanju prihoda i reputacije kompanije.

3.4. Opis odabranih alata

Program Standards je alat za kreiranje i upravljanje knjigom grafičkih standarda. On je dizajniran da pojednostavi i automatizuje određene delove procesa kreiranja, kao i održavanja vizuelnih smernica za brendove. Zbog svoje

jednostavnosti i efikasnosti, ovaj program predstavlja izbor mnogih, kako manjih, tako i većih kompanija [5]. Ovaj program nudi korisnicima da lako kreiraju i prilagođavaju stranice sa vizuelnim smernicama, uključujući logotipe, palete boja, tipografiju, jezik brenda, aplikacije, kao i mogućnost dodavanja stranica po svojoj želji.

Gingersauce je alat koji se, u odnosu na alat Standards, više fokusira na proces automatizacije. Dok Standards omogućava veći stepen prilagođavanja i upravljanja sadržajem, Gingersauce je poznat po tome da brzo i jednostavno generiše knjige grafičkih standarda, čak i za korisnike koji nisu grafički dizajneri. Ovaj alat koristi šablone, što znači da je brzina izrade dokumenta značajno poboljšana, ali to može doći po cenu manje fleksibilnosti u dizajnu i kreativnosti [5].

Alat Baseline je program koji kombinuje jednostavnost i funkcionalnost. Kao i prethodna dva alata, i Baseline omogućava korisnicima da kreiraju sve potrebne elemente koje knjiga grafičkih standarda zahteva. Ističe se po tome što nudi intuitivan interfejs koji omogućava korisnicima sa manjim iskustvom u dizajnu da naprave profesionalne rezultate. U poređenju sa Gingersauce i Standards, Baseline je više orijentisan ka distribuciji osnovnih elemenata dizajna članovima tima, što ga čini pogodnijim za manje projekte [5].

3.5. Proces kreiranja knjige standarda sa AI alatima

Proces kreiranja knjige grafičkih standarda sa ovakvim alatima obuhvata nekoliko koraka. Prvo, korisnik unosi osnovne informacije o brendu, a AI alati automatski struktuiraju i raspoređuju ove elemente u skladu sa unapred definisanim šablonima i pravilima dizajna. AI algoritmi analiziraju unesene podatke i generišu dosledan dizajn koji odgovara potrebama brenda,

Alat 1 – Standards

Podešavanje i konfiguracija počinju prijavom korisnika na platformu i odabirom odgovarajućih opcija za kreiranje novog dokumenta. Nakon kreiranja naloga, korisnik se susreće sa različitim koracima koji traže informacije o brendu, kao što su naziv, logo brenda, paleta boja i familija fontova koju koristi brend. Nakon toga, knjiga grafičkih standarda sa ovim alatom je spremna za izvoz.

Alat 2 – Gingersauce

Početno podešavanje i konfiguracija alata Gingersauce i Standards razlikuju se po nivou automatizacije, interfejsu i pristupu kreiranju knjige grafičkih standarda. Gingersauce je dizajniran da vodi korisnika kroz ceo proces konfiguracije sa većim stepenom automatizacije i intuitivnijim interfejsom. Odmah nakon prijave i kreiranja naloga, korisnik je upućen u korake koji uključuju učitavanje logotipa, odabir palete boja i definisanje tipografije, sa automatskim predlozima koji se pojavljuju na osnovu unetih podataka. Ovo čini Gingersauce pogodnim za korisnike koji žele brzo i efikasno podešavanje bez potrebe za dubljim tehničkim znanjem. Tokom kreiranja knjige standarda pomoću ovog alata, vidi se napredak kroz popunjenost bara koji prati svaki korak procesa. Ovaj bar je podeljen na 25 koraka, što omogućava korisniku da u svakom trenutku ima jasan pregled preostalog posla.

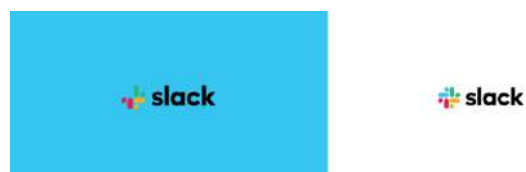
Alat 3 – Baseline

U poređenju sa alatima Gingersauce i Standards, Baseline nudi nešto drugačiji pristup u početnom podešavanju i konfiguraciji. Dok su Gingersauce i Standards fokusirani na detaljno vođenje korisnika kroz proces kreiranja uz veliki broj koraka i opcija za prilagođavanje, Baseline pruža jednostavniji i brži put do finalnog proizvoda. Dok Gingersauce ima 25 koraka koji vode korisnika kroz svaki aspekt kreiranja, i Standards koji se oslanja na onlajn pristup za lakše ažuriranje sadržaja, Baseline je orijentisan ka korisnicima koji žele brz rezultat uz manje uticaja na detalje.

3.6. Rezultati i diskusija

Alat 1 - Standards

Može se reći da je ovaj program ponudio značajne rezultate u pogledu fleksibilnosti, korisničke prilagodljivosti i funkcionalnosti u odnosu na druge alate. Kada su u pitanju grafički elementi, poput logoa i boja, alat je pokazao sposobnost da kreira raznovrsne varijacije, međutim može doći do problema koji se lako ručno otklanjaju. Problem je nastao kada je alat iskoristio identičnu boju za pozadinu kao onu koja se nalazi na logou. Zbog ovog preklapanja, jedan deo logoa je potpuno izgubljen, odnosno nije vidljiv jer se stopio sa pozadinom (slika 1).



Slika 1. Problem pri generisanju boje pozadine

Na slici 2 prikazana je knjiga grafičkih standarda generisana alatom Standards.



Slika 2. Knjiga standarda generisana alatom Standards

Alat 2 – Gingersauce

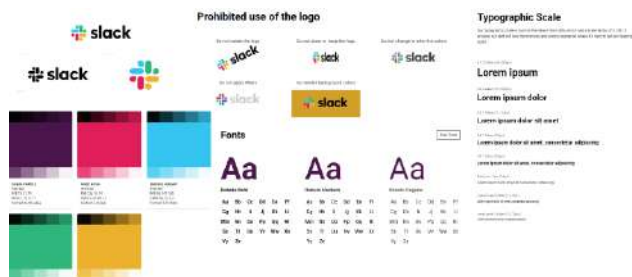
Gingersauce predstavlja dobru kombinaciju brzine, automatizacije i kvaliteta. Proces kreiranja knjige grafičkih standarda se odvija veoma brzo zahvaljujući automatizovanim koracima, što omogućava efikasan rad uz zadržavanje kvaliteta rezultata. Iako ova kombinacija doprinosi produktivnosti, jedan od nedostataka je manji stepen personalizacije. Alat ne pruža značajnu fleksibilnost kada je u pitanju prilagođavanje finalnih rezultata specifičnim potrebama brenda. Na slici 3 prikazana je knjiga grafičkih standarda generisana alatom Gingersauce.



Slika 3. Knjiga standarda generisana alatom Gingersauce

Alat 3 - Baseline

Baseline nudi jednostavno i intuitivno kreiranje knjige grafičkih standarda, ali uz manje fleksibilnosti u poređenju sa ostalim alatima. Rezultati koji se dobijaju sa ovim alatom često su prihvatljivi kada su u pitanju osnovni elementi dizajna poput logoa, boja i tipografije, ali je primetno da ovaj alat ne pruža veliki broj naprednih opcija za personalizaciju. Na slici 4 prikazana je knjiga grafičkih standarda generisana alatom Baseline.



Slika 4. Knjiga standarda generisana alatom Baseline

3.7. Poređenje rezultata alata sa postojećim rešenjem

Program Standards je veoma dobro odradio strukturu, najbliži je strukturi knjige grafičkih standarda koju koristi kompanija Slack. Iako je moguće dobiti knjigu veoma sličnu zvaničnoj verziji kompanije, potrebno je uložiti dosta truda u ručno nameštanje i dodavanje pojedinih elemenata. Neke stvari, poput sekcije sa fotografijama, ne mogu biti u potpunosti automatizovane, ali zato alat ostavlja dovoljno prostora za ručnu korekciju i dopunu.

S druge strane, program Gingersauce je već nakon prvog generisanja knjige veoma blizu knjizi standarda kompanije Slack, ali zbog ograničenih mogućnosti za ručno uređivanje i prepravke, ne može u potpunosti replicirati originalnu knjigu standarda. Ovaj alat pruža dobru osnovu, ali se ne mogu prilagoditi svi aspekti do te mere da rezultat bude identičan.

Na kraju, program Baseline je dobro obradio osnovne elemente kao što su logo, paleta boja i tipografija, ali je od sva tri programa najdalje od mogućnosti da se uradi potpuna replika bilo koje knjige standarda, uključujući i knjigu grafičkih standarda kompanije Slack.

4. ZAKLJUČAK

Nalazi pokazuju da AI alati značajno ubrzavaju proces kreiranja grafičkih standarda, omogućavajući doslednost u dizajnu osnovnih elemenata kao što su logo, boje i tipografija.

Svaki od alata ima svoje prednosti i mane. Standards se izdvaja po širokoj ponudi segmenata i fleksibilnosti, ali veliki deo procesa zahteva ručnu kontrolu od strane korisnika. Gingersauce, kroz 25 koraka za kreiranje knjige standarda, doprinosi strukturiranom procesu, ali može predstavljati problem zbog manjka fleksibilnosti. Baseline se pokazao kao koristan alat za jednostavne zadatke, ali sa nedovoljnim kapacitetima za kompleksne projekte.

Trenutna primena AI alata za knjige grafičkih standarda pokazuje napredak u automatizaciji procesa dizajna, ali još uvek ima ograničenja u pogledu fleksibilnosti. Ovi alati omogućavaju brzo kreiranje vizuala, ali sa ograničenom mogućnošću ručne kontrole.

U budućnosti, očekuje se da će AI alati poboljšati svoju sposobnost za personalizaciju, prilagođavanje brendu i kreativnost, što bi moglo značajno smanjiti potrebu za ljudskom intervencijom. Buduća istraživanja bi mogla biti usmerena na razvoj AI alata koji bolje razumeju vizuelne i emocionalne aspekte brendiranja, kao i na njihovu primenu na realnim primerima.

5. LITERATURA

- [1] A. Wheeler, "Designing Brand Identity: An Essential Guide for the Whole Branding Team", New Jersey, Wiley, 2017.
- [2] M. Neumeier, "The Brand Gap", San Francisco, New Riders, 2006.
- [3] Satori Graphics, "This NEW Ai Threatens To Make Designers 'Go Away' (Is It That Bad?)", (7.12.2023.). [Online Video] Dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=c0hd54NOADE> (pristupljeno u avgustu 2024.)
- [4] Slack, "Slack Brand Guidelines", Slack, [Online] Dostupno na: https://a.slack-edge.com/4d5bb/marketing/img/media-kit/slack_brand_guidelines_september2020.pdf (pristupljeno u septembru 2024.)
- [5] Brand Master Academy, "7 Stunning Examples of Brand Guidelines (Strategy & Style Guides)", (26.10.2022.). [Online Video] Dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=iMqFcDvqGPo> (pristupljeno u septembru 2024.)

Kratka biografija:



Miloš Duduković rođen je u Somboru 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranio je 2024.god. Kontakt: info@heymilos.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

ДИЗАЈН ПЛАКАТА У СИНТВЕЈВ СТИЛУ**POSTER DESIGN IN THE STYLE OF SYNTHWAVE***Ognjen Timotijević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – *Uvod u dizajn plakata može biti nadahnut različitim stilovima, a u svetlu Sintvejevog pristupa, istražuje se spoj estetike i funkcionalnosti. Sintvejev, sa svojim karakterističnim pristupom minimalizmu i eksperimentalnosti, uticao je na evoluciju grafičkog dizajna kroz 20. vek. Ovaj rad se fokusira na analizu teorijskih osnova dizajna plakata, istražujući kako se različiti stilovi i tehnike prepliću kroz istoriju, sa naglaskom na njihovu primenu u praksi.*

Ključne reči *Grafički dizajn, dizajn plakata*

Abstract – *An introduction to poster design can be inspired by various styles, and in the light of Sintvejev's approach, it explores the fusion of aesthetics and functionality. Sintvejev, with his distinctive approach of minimalism and experimentalism, influenced the evolution of graphic design throughout the 20th century. This paper focuses on analyzing the theoretical foundations of poster design, examining how different styles and techniques intersect throughout history, with an emphasis on their practical application.*

Keywords *Graphic design, Poster design*

1. UVOD

Dizajn savremenog plakata u sintvejev stilu vraća nas u estetiku 80-ih godina prošlog veka kroz svoju jedinstvenu kombinaciju živopisnih boja, geometrijskih oblika i digitalnih elemenata. Sintvejev (engl. "synthwave") stil proslavio se kroz sintpop muziku i filmske naslove tog doba, inspirišući novu generaciju dizajnera da reinterpretira retro futurizam na savremen način. Ovaj vizuelni pristup često koristi intenzivne kontraste boja, poput neon nijansi i dubokih tamnih tonova, kako bi postigao dramatičan efekat i istakao futurističku atmosferu.

Geometrijski oblici, često stilizovani i pojednostavljeni, doprinose modernom izgledu plakata, dok digitalni elementi poput glitch efekata i retro futurističkih detalja dodaju dubinu i slojevitost, postižući dojam dinamičnosti i tehnološke naprednosti. Sintvejev dizajn nije samo estetski, već i emocionalno nabijen, podsjećajući nas na nostalgiju za prošlim vremenima dok istovremeno oslikava budućnost digitalne kreativnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Uroš Nedeljković, red. prof.

2. GRAFIČKI DIZAJN

Grafički dizajn je umetnost i zanat koji obuhvata oblikovanje estetski prijatnih, funkcionalnih i organizovanih formi koristeći tekstualne i ilustrativne elemente. On je rezultat procesa dizajniranja koji je evoluirao iz tradicionalne upotrebe u štampanim medijima, šireći se u savremene oblasti kao što su industrijski dizajn, dizajn informacija i veb dizajn [1].

Umetnici i dizajneri koriste zajedničko znanje kako bi stvorili vizualne kompozicije, ali njihovi motivi su potpuno različiti. Ovi razlozi čine svakog od njih jedinstvenim: dizajn i umetnost imaju različite ciljeve. Svaki umetnik nastoji izraziti se kroz svoja dela, birajući kanal i jezik izražavanja. S druge strane, umetnost ne zahteva nužno potpuno razumevanje; svaki promatrač će primiti poruku i interpretirati je na svoj način. Umetnost ostvaruje različite veze s ljudima jer se tumači na različite načine. Razlozi i opravdanja iza umetničkog dela često nisu od presudnog značaja. Umetnici često ostavljaju prostor za slobodnu interpretaciju svojih dela [2].

3. PLAKAT**3.1. Pregled istorije plakata**

Sa pojavom društva pojavila se i potreba za komunikacijom putem vizuelnih poruka. Plakati su oduvek predstavljali dosledan odraz društvene, političke i kulturne stvarnosti gradova i bili su povezani sa aktivnostima gradova, kao i njihovim stanovnicima. Evolucija plakata pratila je razvoj komunikacionih zahteva svakog perioda, kao umetničkih pokreta i sistema štampanja. Izborna propaganda pronađena u ostacima Pompeja predstavlja nepobitan dokaz da su plakati postojali u starom Rimu, iako to nisu bile ništa više nego rukom pisane poruke na zidovima. Pronalazak štampe 1440. godine omogućio je potrebna sredstva za kreiranje plakata približnim današnjim. Vilijam Kakston bio je prva osoba koja je uvela štampanju u Englesku i njegov potpis se nalazi na prvom plakatu koji je oblikovan 1447. godine, iz doba Johanesa Gutemberga. Prvi ilustrirani plakat, umetnika Žana du Prea, oblikovan je 1482. godine u Francuskoj [3].

Litografija je izmišljena 1798. godine, ali je nekoliko decenija bila zapostavljena usled nedovoljno brze izvedbe i previsoke cene. Veliki broj plakata su bile jednostavne drvene ili metalne gravure sa malo boje ili dizajna. Šereov litografski proces, kao i atraktivno kombinovanje slika i reči u ekonomičnom formatu omogućilo je 1880. godine litografskom plakatu da postane deo oglašavanja u moderno doba. Francuski umetnik Žil Šere postao je

poznat po izumu širokog spektra boja koristeći samo tri litografska kamena za štampanje – crveni, žuti i plavi [4].

4. VIZUELNA KOMUNIKACIJA

Vizuelna komunikacija obuhvata svaku poruku koju možemo shvatiti posmatranjem. To uključuje izraze lica, znakove u okolini, grafičke oglase, pa čak i slike, ilustracije, dijagrame, knjige, video zapise ili animacije. Vizuelni jezik ovih elemenata često može biti ubedljiviji od izražavanja rečima.

Definisano, vizuelna komunikacija predstavlja praksu grafičkog prezentovanja informacija radi efikasnog i efektivnog prenosa značenja. Ova vrsta komunikacije spada u jedan od tri glavna tipa komunikacije, zajedno sa verbalnom komunikacijom (govor/pisanje) i neverbalnom komunikacijom, koja uključuje ton i govor tela. Smatra se da ljudi najviše veruju vizuelnoj komunikaciji [2].

Cilj dizajna vizuelne komunikacije je da prenese određene informacije publici i da na nju utiče analizom i sažimanjem navedenih potrebnih informacija, korišćenjem znakova, slova, brojeva, grafike i boja. Dizajn vizuelne komunikacije se publici prenosi kroz vizuelne medije i ima usku vezu sa svakodnevnim životom: logotipi, TV stanice, proizvodi, dizajn filmova i teksta [5].

5. INSPIRACIJA ZA RAD

Sintvejr (eng. Synthwave), stil dizajna inspirisan estetikom 1980-ih, ponovo osvaja srca ljubitelja retrofuturizma. Ovaj pravac, koji možemo nazvati preporodom synth estetike, karakteriše se metalnim hromiranim ilustracijama, jarkim neon bojama i šumom u teksturi, kreirajući osećaj nostalgije za prošlim vremenima, dok istovremeno izgleda izuzetno moderno i privlačno.

Plakat dizajn u ovom stilu odiše atmosferom noćnog života 1980-ih, sa svetlećim natpisima i vibrantnim bojama koje dominiraju kompozicijom. Hromirani elementi dodaju dozu luksuza i futurističkog sjaja, dok neon nijanse poput ružičaste, plave, ljubičaste i zelene privlače pažnju i kreiraju dinamičnu energiju.

Jedan od ključnih elemenata sintvejr dizajna je upotreba hromiranih ilustracija koje podsećaju na metalne površine automobila i uređaja iz 1980-ih. Ovi elementi unose dozu futurizma u dizajn, istovremeno evocirajući tehno optimizam tog doba. Refleksije i svetlosni efekti na hromiranim površinama kreiraju iluziju dubine i trodimenzionalnosti, što plakatima daje poseban vizuelni efekat.

6. ANALIZA MOTIVA

6.1. Motiv cveta lotusa

Lotus je višegodišnja vodena biljka koja raste u bogatim, blatnjavim uslovima, a ima zanimljiv aktivan dnevni ciklus. Lotus se ukorenjuje u blatu, dok se njegove duge stabljike protežu ka površini vode. Na površini, raskošni cvetovi cvetaju, a dok cvetaju, latice izranjaju iz mutne vode netaknute. Ove biljke cvetaju tokom dana, a noću se potpuno uranjaju i zatvaraju, da bi se svako jutro ponovo

pojavile iznad vode. Latice traju samo nekoliko dana pre nego što opadnu [6].

6.1. Motiv lanca

Lanac je simbol sa različitim značenjima zavisno o kontekstu u kojem se koristi. Često mogu izazvati slikovite asocijacije vezane za ropstvo i zatvor, simbolizujući pojam ograničenja ili zatvaranja. Međutim, lančići takođe mogu predstavljati snažne veze i jedinstvo, simbolizujući neraskidive veze i duboku ljubav između entiteta.

Ovi simboli mogu prenositi teme kako ropstva, tako i slobode, jer netaknuti lanci simboliziraju ograničenje, dok slomljeni lanci mogu označavati oslobođanje od prošlih ograničenja. Dodatno, lanci mogu nositi implikacije uzoraka i determinizma, sugerišući verovanje u predodređene događaje i međusobno povezane ishode. Dodatno, oni nose konotacije snage i jedinstva, predstavljajući srž timskog rada i kolektivne solidarnosti [7].

6.1. Motiv vrata

Simbol vrata najčešće predstavlja ideje tranzicije i metamorfoze; to je prolaz iz jednog mesta u drugo, između različitih stanja, između svetlosti i tame. Prema Žilijenu, čin prelaska preko praga označava da pojedinac mora ostaviti iza sebe svoj materijalizam i ličnost kako bi se suočio sa unutrašnjim mirom i meditacijom. To je napuštanje starog i prihvatanje novog; otvorena vrata označavaju dobrodošlicu i pozivaju na otkrivanje i istraživanje, dok zatvorena vrata predstavljaju odbacivanje, zaštitu, tajnovitost, isključenost i zatvorenost. Vrata su ženski simbol u vezi sa rupom koju vode, vaginom; antiteza zida. [8].

7. ANALIZA GRAFIČKIH ELEMENATA

7.1. Tipografija

Tipografija se bavi strukturiranjem i organizovanjem vizuelnog jezika, dok je dizajniranje slova usmereno ka oblikovanju jedinica koje će biti organizovane, tj. karaktera koji čine jedan font. Sve u svemu, kako tipografija tako i dizajniranje slova imaju za cilj prenošenje poruke, što čvrsto postavlja tipografiju u osnovu šireg polja grafičkog dizajna [9].

7.2. Gradijent

U nauci o boji, gradijent (poznat i kao bojna rampa ili bojna progresija) određuje opseg pozicijom zavisnih boja, obično korišćenih za popunjavanje regiona.

Pri dodeljivanju boja skupu vrednosti, gradijent je kontinuirana mapa boja, vrsta šeme boja. U računarskoj grafici, termin "uzorak" je došao da znači paletu aktivnih boja [10].

7.3. Ilustracija

Ilustracija je vizualizacija koju oblikuje umetnik. Cilj svake ilustracije je da objasni informacije. Može biti crtež, fotografija, kolaž, itd. Nije važno. Dok god održava svoju svrhu - da vizuelno predstavi činjenice i detalje. Postoji razlika između ilustracije i umetničkog dela. Dok ilustracija služi da vizualno objasni nešto, umetnička dela

nisu povezana sa bilo kakvim informacijama. Ona su predmet interpretacije. Ilustracija može ili dopuniti priču (poput fotografije u novinama) ili potpuno ukloniti potrebu za dodavanjem teksta (poput infografika) [11].

7.4. Perspektiva

Perspektiva je način gledanja ili razumevanja sveta iz određene tačke gledišta ili mentalnog sklopa. Može se primeniti na različite aspekte života, kao što su umetnost i dizajn, religija, istorija, nauka i istraživanje. Svaki pojedinac ili disciplina može imati svoju jedinstvenu perspektivu, koja utiče na to kako tumače i interaguju sa svojim okruženjem. Koncept perspektive istraživao je kroz istoriju, od drevnih vremena do današnjice, i korišćen je kao konvencija za predstavljanje trodimenzionalnih objekata na dvodimenzionalnoj površini. U akademskim krugovima, perspektiva se često povezuje sa zauzimanjem ili pružanjem određenog svetonazora, a može biti povezana i sa naučnim instrumentalizmom. Ukratko, perspektiva je fundamentalni aspekt ljudske percepcije i razumevanja, oblikujući naše interakcije sa svetom [12].

3. ZAKLJUČAK

U istraživanju dizajna plakata istakli smo ključne principe grafičkog dizajna kroz istoriju, fokusirajući se na njegov razvoj i adaptaciju kroz različite periode. Posebno smo analizirali uticaj savremenih trendova i tehnologija na dizajn plakata, kao i ulogu vizuelne komunikacije u prenošenju poruka i emocija putem tipografije, boja, ilustracija i geometrije. Razmotrili smo i simboliku motiva poput lotosa, lanca i vrata u kontekstu njihovog korišćenja u dizajnu plakata za izložbe. Zaključno, naglasili smo važnost balansiranja estetskih i funkcionalnih elemenata za uspešan dizajn plakata, te doprinos ovog istraživanja razvoju dizajnerske prakse i inspiraciju za buduća istraživanja u oblasti grafičkog dizajna.

4. LITERATURA

- [1] Pettersson R. (2024) Graphic design. Tullinge, Sweden: Institute for Infology, pp. 9-15. [Online] Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/281810469_7_Graphic_Design, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [2] Ilka Perea Studio (2007) Graphic Design Basic Concepts and Theories [Online] Dostupno na: <https://ilkaperea.com/2018/01/30/graphic-design-basic-concepts-and-theories/#what-is-design-4ab800b2-6228-46ac-bb8f-8608ecb18fe0>, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [3] Alonso L., (2020) History of the Poster: Centuries of Visual Communication. Berkeley, Domestika [Online] Dostupno na: <https://www.domestika.org/en/blog/4884-history-of-the-poster-centuries-of-visual-communication>, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [4] International Poster Gallery (2021) A Brief History of the Poster. Boston, 460C Harrison Ave [Online] Dostupno na: <https://www.internationalposter.com/a->

[brief-history-of-the-poster/](#), [Pristupljeno 10.05.2023.].

- [5] Liu C., (2020) The Development Trend of Visual Communication Design. Las Vegas, Nevada, International Journal of Culture and History [Online] Dostupno na: <http://www.ijch.net/vol6/147-JH060.pdf>, [Pristupljeno 10.05.2023.].
- [6] Saffron Marigold (2024) Lotus Flower: Its Meaning, Symbolism, & Influence [Online] Dostupno na: <https://www.saffronmarigold.com/blog/lotus-flower-meaning/>, [Pristupljeno 26.06.2023.].
- [7] MeaningLibrary (2024) Broken Chain Symbolism: 7 Deep Meanings You Should Know [Online] Dostupno na: <https://meaninglibrary.com/broken-chain-symbolism/>, [Pristupljeno 15.10.2023.].
- [8] Ku Leuven (n.d.) The Greater Reality behind Doors [Online] Dostupno na: <https://soc.kuleuven.be/antropologie/ethnographica/2008/3Giorgadze.pdf>, [Pristupljeno 15.10.2023.].
- [9] Baines, P., Hastam, A., (2005) Type & typography. Second edition. Laurence King Publishing [Online] Dostupno na: https://books.google.rs/books?hl=en&lr=&id=rs6gyb2hPF4C&oi=fnd&pg=PP8&dq=typography&ots=SMBgIbpxuT&sig=C6_erR11Vu5xMY0dvGHwk0XD8KM&redir_esc=y#v=onepage&q=typography&f=false, [Pristupljeno 15.10.2023.].
- [10] CSS Gradient (2017-2024) CSS Gradient Swatches [Online] Dostupno na: <https://cssgradient.io/swatches/>, [Pristupljeno 02.02.2024.].
- [11] GraphicMama.com (2024) Color Theory Basics For Non-Designers: Everything You Should Know [Online] Dostupno na: <https://graphicmama.com/blog/color-theory/#gradients>, [Pristupljeno 02.02.2024.].
- [12] PubGenius Inc. (2024) What is the definition of perspective? [Online] Dostupno na: <https://typeset.io/questions/what-is-the-definition-of-perspective-5eg08weo1h>, [Pristupljeno 09.05.2024.].

Kratka biografija:



Ognjen Timotijević rođen je 1998. godine u Sremskoj Mitrovici. Godine 2017. završio je „Mitrovačku ginaziju“ u Sremskoj Mitrovici. Diplomirao je 2021. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.

kontakt: ogatimotijevic@gmail.com

FORMALDEHID EMITOVAN TOKOM PROCESA FLEKSO ŠTAMPE**FORMALDEHYDE EMITTED DURING THE FLEXOGRAPHIC PRINTING PROCESS**Staša Šećerov, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Koncentracioni nivoi formaldehida koji se emituju u neposredno radno fleksno okruženje detektovani su apsorpcijom i spektrofotometrijski u radu. Izmereni koncentracioni nivoi formaldehida su upoređeni sa važećim zakonskim regulativama u cilju procene uticaja emitovanog formaldehida na kvalitet vazduha fleksno štamparije. Takođe je na osnovu detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida izvršena i procena rizika od raka zaposlenih u fleksno okruženju.

Ključne reči: *Flekso proces štampe, Formaldehid, Rizik od raka*

Abstract – The concentration levels of formaldehyde emitted in the immediate working flexo environment were detected through absorption and spectrophotometric methods in the paper. The measured concentration levels of formaldehyde were compared with relevant legal regulations in order to assess the impact of emitted formaldehyde on the air quality in the flexo printing facility. Additionally, based on the detected concentration levels of formaldehyde, an assessment of the risk of cancer for employees in the flexo environment was also determined.

Keywords: *Flexo printing process, Formaldehyde, Cancer risk*

1. UVOD

Fleksografija, odnosno fleksno štampa je široko korišćena tehnika štampe koju karakteriše njena efikasnost u proizvodnji visokokvalitetnih slika na različitim podlogama, od papira, kartona i talasaste lepenke, pa do aluminijumske i plastične folije. S obzirom da je fleksno štampa jedna od najefikasnijih štamparskih tehnika kao i najzastupljenija tehnika visoke štampe, ona ima široku paletu primena u grafičkoj proizvodnji, ali predstavlja i glavni izbor kada je u pitanju izrada ambalaže [1].

Iako ima mnoge prednosti, fleksno industrija je, nažalost, veliki zagađivač vazduha. Usled korišćenja različitih mašina za štampu, sušara, sistema za mešanje i proizvoda za čišćenje, proizvode se značajne količine lakoisparljivih organskih jedinjenja (Volatile Organic Compounds, VOCs) i drugih zagađivača [2]. Flekso štampa koristi boje na bazi rastvarača koje sadrže VOCs kao što su alkoholi, glikoli, estri, ugljovodonici i etri, koji kada ispare tokom

procesa štampanja, reaguju u atmosferi i formiraju ozon koji može imati potencijalno štetne efekte na zdravlje ljudi. U fleksografiji, primenjene boje mogu da emituju i do 70% VOCs. Pored VOCs, mogu se osloboditi i opasni zagađivači vazduha (Hazardous Air Pollutants, HAPs), neprijatni mirisi ili drugi toksični gasovi [3].

Formaldehid, koji pripada klasi lakoisparljivih organskih jedinjenja, predstavlja problem u mnogim industrijskim procesima, uključujući i fleksno štampu. Primaran izvor formaldehida u fleksno štampi su boje na bazi rastvarača koje se koriste tokom proizvodnje. Emisija formaldehida dovodi do potencijalnih zdravstvenih rizika po radnike, opštu populaciju i životnu sredinu. U zavisnosti od količine, načina i trajanja izlaganja, zdravstveni rizici mogu uključiti kratkotrajne efekte u rasponu od iritacije očiju, nosa i grla do teških posledica kao što su respiratorni problemi. Dugotrajno izlaganje visokim koncentracijama formaldehida je povezano sa povećanim rizicima od raka, što izaziva zabrinutost za bezbednost na radu u industriji fleksno štampe [4].

U rada su detektovani koncentracioni nivoi formaldehida u neposrednom radnom fleksno okruženju primenom apsorpcione metode za uzorkovanje i spektrofotometrijske metode sa hromotropnom kiselinom za njegovu kvantifikaciju. U cilju procene uticaja emitovanog formaldehida na kvalitet vazduha u fleksno okruženju detektovani koncentracioni nivoi formaldehida su upoređeni sa važećim zakonskim regulativama i upotrebljeni za procenu rizika od raka zaposlenih.

2. EKSPERIMENTALNI DEO**2.1. Uzorkovanje i analiza formaldehida u vazduhu fleksno štamparije**

Koncentracioni nivoi formaldehida izmereni su u fleksno štampariji na teritoriji Novog Sada u kojoj su zaposlena četiri radnika. Nivoi formaldehida su praćeni tokom pet radnih dana, u kampanjama 1 i 2. Kampanja 1 je sprovedena posle 4 sata rada fleksno mašine, dok je kampanja 2 sprovedena na kraju osmočasovnog radnog vremena. U svakoj kampanji istovremeno u četiri Drekslerove (Drechsel) staklene ispiralice sakupljeni su apsorpcioni uzorci formaldehida.

Za određivanje formaldehida u vazduhu fleksno štamparije koristi se NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) 3500 metod, tj. spektrofotometrijski metod sa hromotropnom kiselinom. Formaldehid reaguje sa rastvorom hromotropne kiseline u prisustvu sumporne kiseline gradeći ljubičasto obojen hromogen. Apsorbanca obojenog rastvora se određuje spektrofotometrijski na

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Savka Adamović, vanr. prof.

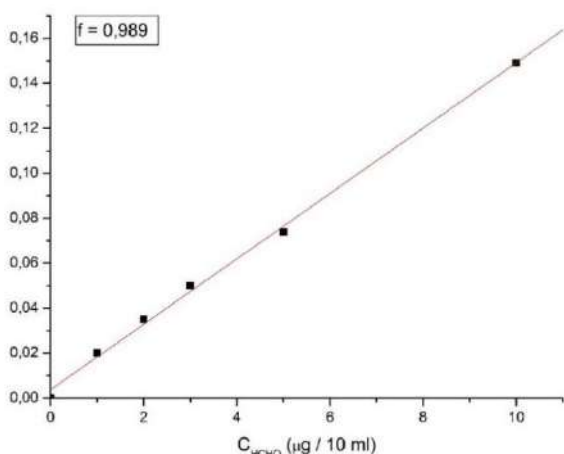
580 nm i proporcionalna je količini formaldehida u rastvoru [5,6].

Za analizu formaldehida u vazduhu flekso štamparije upotrebljeni su: uzorkivač vazduha PRO-EKOS AT-401X sa četiri kanala i Drekslerovim ispiralicama, UV/VIS spektrofotometar DR 5000 (HACH LANGE, Germany) sa optičkim kivetama od 1 cm, analitička vaga KERN, model ABJ-120, Germany, normalni sudovi, menzure, pipete, propipete, špatula, apsorpcioni rastvor za formaldehid i standardni rastvor formaldehida.

Na terenu, vazduh štamparije prolazio je kroz četvorokanalni uzorkivač vazduha sa Drekslerovim ispiralicama brzinom od 0,5 l/min. U Drekslerovim ispiralicama nalazio se apsorpcioni rastvor za formaldehid. Prema standardnoj NIOSH 3500 metodi, apsorpcioni rastvor za formaldehid pripremljen je sa 95 cm³ koncentrovane sumporne kiseline i 0,5 cm³ 1% hromotropne kiseline. U prisustvu koncentrovane sumporne kiseline, hromotropna kiselina reaguje sa formaldehidom i daje hidroksidifenilmetan derivat ljubičaste boje [5].

Po završetku uzorkovanja potrebno je bilo odmah odrediti koncentraciju formaldehida, jer intenzitet ljubičaste boje hidroksidifenilmetan derivata ostaje stabilan samo nekoliko sati. Iz tog razloga, flaše su umotane u aluminijumsku foliju, ohlađene, a zatim transportovane u laboratoriju Departmana za inženjerstvo životne sredine i bezbednost i zdravlje na radu Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, gde su odmah urađene spektrofotometrijske analize kako bi se rizik od smetnji sveo na minimum [5].

Intenzitet obojenja dobijenog hidroksidifenilmetan derivata u laboratoriji određen je spektrofotometrijskim merenjem apsorpcije rastvora na 580 nm. Količina prisutnog formaldehida u uzorku određena je na osnovu kalibracione krive napravljene od serije standardnih rastvora formaldehida.



Slika 1. Kalibraciona kriva za formaldehid

Standardni rastvori za kalibracionu krivu pripremljeni su rastvaranjem 2,7 cm³ 37% rastvora formaldehida u 1000 ml destilovane vode. Radni rastvor formaldehida pripremljen je rastvaranjem 1 ml standardnog rastvora u 100 ml destilovane vode. Radni rastvor je veoma nestabilan i potrebno ga je svakodnevno pripremati.

Pipetiranjem 10, 20, 30, 50 i 100 µl radnog rastvora formaldehida u 10 ml apsorpcionog rastvora pripremljeno

je pet standardnih uzoraka sa koncentracijama formaldehida: 1, 2, 3, 5 i 10 µg u 10 ml, redom. Slepa proba je apsorpcioni rastvor za formaldehid. Na osnovu serije standardnih rastvora uzoraka formaldehida poznatih koncentracija i izmerenih absorbanci nacrtana je kalibraciona kriva za formaldehid (slika 1).

Koncentracija formaldehida, C_{HCHO} , u jedinicama µg/m³, u vazduhu flekso štamparije određena je prema formuli (1) [5]:

$$C_{HCHO} = \frac{A \cdot f}{V_{kor}} \quad (1)$$

gde su: V_{kor} – korigovana zapremina propuštenog vazduha u m³, A – apsorbanca uzorka na 580 nm i f – nagib krive čija je vrednost 0,015. V_{kor} je zapremina propuštenog vazduha korigovana na normalne uslove (T_k i P_k), prema formuli (2):

$$V_{kor} = \frac{P \cdot V}{T} \cdot \frac{T_k}{P_k} \quad (2)$$

gde su: V – zapremina propuštenog vazduha u m³, P – pritisak vazduha u Pa, T – temperatura vazduha u °C, $T_k = 25^\circ\text{C}$ i $P_k = 101325$ Pa.

Faktor konverzije za formaldehid na T_k i P_k je [5]: 1,228 mg/m³ = 1 ppm.

2.2. Procena rizika od raka u flekso okruženju

U okviru procene zdravstvenog rizika, kao posledice izloženosti formaldehidu u flekso okruženju, sprovedena je evaluacija rizika od raka zaposlenih. Verovatnoća da će pojedinac razviti rak tokom života (CR) procenjena je množenjem faktora nagiba raka (SF) sa hroničnim dnevnim unosom (CDI) prema Integriranom sistemu informacija o riziku (Integrated Risk Information System, IRIS) [7].

SF pretvara očekivanu vrednost dnevnog unosa supstance tokom celog života direktno u rizik od razvoja raka. Ako pretpostavimo da je faktor nagiba konstantan, rizik je direktno povezan sa unosom prema formuli (3) [5]:

$$CR = CDI \cdot SF \quad (3)$$

Prema IRIS sistemu, faktor nagiba za formaldehid je 0,0455 (mg/kg/dan)⁻¹ [5].

Za izračunavanje CDI primenjuje se formula (4) [5]:

$$CDI = \frac{C \cdot IR \cdot ED \cdot EF \cdot L}{BW \cdot ATL \cdot NY} \quad (4)$$

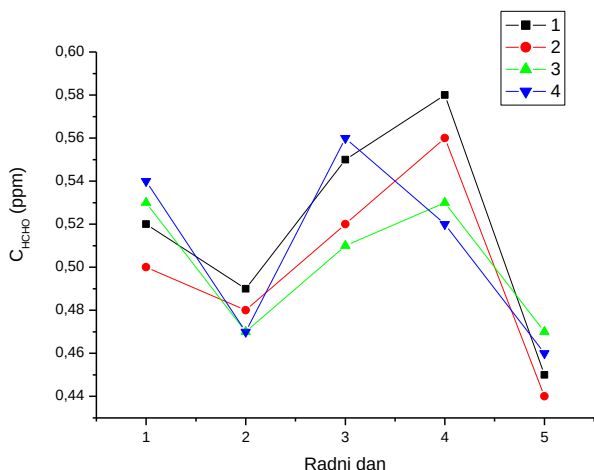
gde su: C – koncentracija zagađivača (formaldehida) u mg/m³, IR – brzina udisanja (za odraslu osobu 1,02 m³/h), ED – trajanje ekspozicije (40 h po nedelji), EF – učestalost izloženosti (36 nedelja po godini), L – dužina ekspozicije (40 godina), BW – telesna težina (70 kg), ATL – prosečno vreme života (muškarac 69 godina i žena 72 godine) i NY – broj dana u godini (365 dana).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Koncentracioni nivoi formaldehida u okruženju flekso mašine

Tokom petodnevnog monitoringa formaldehida u flekso štampariji sprovedena je kampanja 1, tj. uzorkovanje formaldehida na sredini radnog vremena, posle 4 sata rada flekso mašine. Kampanja 2 sprovedena je na kraju osmočasovnog radnog vremena. Tokom obe kampanje uzorkovanje formaldehida u flekso štampariji sprovedeno je na 4 merna mesta (Drekslerove ispiralice od 1 do 4) tokom pet radnih dana.

Rezultati detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida u kampanji 1 pokazuju da nivoi opadaju u nizu: 4. > 3. > 1. > 2. > 5. dan. Najviše koncentracije formaldehida izmerene su 4. dana, u intervalu od 0,52 do 0,58 ppm. Najviša detektovana koncentracija 4. dana (0,58 ppm) je viša: 3,4% (u odnosu na 3. dan), 6,9% u odnosu na 1. dan, 15,5% u odnosu na 2. dan i 24,1% u odnosu na 5. dan monitoringa. Takođe, najniža koncentracija formaldehida u kampanji 1 od 0,41 ppm detektovana je 5. dana monitoringa i niža je 29,3% odnosu na najvišu detektovanu koncentraciju u kampanji 1.



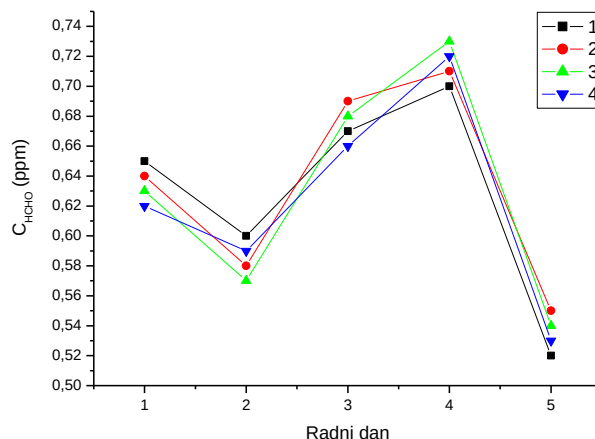
Slika 2. Promene koncentracionih nivoa formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 1

Poređenjem koncentracionih nivoa formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 1 (slika 2), uočavaju se najviše koncentracije od: 0,54 ppm (za 1. dan i ispiralicu 4), 0,49 ppm (za 2. dan i ispiralicu 1), 0,56 ppm (za 3. dan i ispiralicu 4), 0,58 ppm (za 4. dan i ispiralicu 1) i 0,44 ppm (za 5. dan i ispiralicu 2).

U istim danima monitoringa u flekso štampariji sprovedena je i kampanja 2, ali na kraju radne smene (posle 8 sati rada flekso mašine). U kampanji 2, koncentracioni nivoi formaldehida su u intervalima: od 0,70 do 0,73 ppm (4. dana), od 0,66 do 0,69 ppm (3. dana), od 0,62 do 0,65 ppm (1. dana), od 0,57 do 0,60 ppm (2. dana) i od 0,52 do 0,55 ppm (5. dana). Dakle detektovani intervali u kampanji 2 opadaju u nizu: 4. > 3. > 1. > 2. > 5. dan monitoringa.

Najviša detektovana koncentracija formaldehida u kampanji 2 od 0,73 ppm, detektovana 4. dana monitoringa, viša je: 5,5, 11, 17,8 i 24,7% u odnosu na 3., 1., 2. i 5. dan, redom. Najniža koncentracija formaldehida u kampanji 2 od 0,52 ppm detektovana je 5. dana

monitoringa i niža je 28,8% odnosu na najvišu detektovanu koncentraciju u kampanji 2.



Slika 3. Promene koncentracionih nivoa formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 2

Ako se uporede detektovani koncentracioni nivoi formaldehida po danima i ispiralicama u kampanji 2, uočava se da su najviše koncentracije: 0,65 ppm (za 1. dan i ispiralicu 1), 0,60 ppm (za 2. dan i ispiralicu 1), 0,69 ppm (za 3. dan i ispiralicu 2), 0,73 ppm (za 4. dan i ispiralicu 3) i 0,55 ppm (za 5. dan i ispiralicu 2).

3.2. Poređenje detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida u sprovedenim kampanjama

Rezultati dobijeni poređenjem koncentracionih nivoa formaldehida u flekso štampariji u kampanjama 1 i 2 za četiri ispiralice tokom pet dana monitoringa pokazuju da su detektovani koncentracioni nivoi formaldehida u flekso štampariji u kampanji 1 niži u odnosu na vrednosti u kampanji 2 za sve četiri ispiralice. Posle dodatna 4 sata rada flekso mašine, detektovani koncentracioni nivoi formaldehida su očekivano viši. Ako se uporede koncentracioni nivoi u kampanjama 1 i 2 za istu ispiralicu tokom pet dana monitoringa, uočava se povećanje u intervalima: od 17 do 20% (za 1. ispiralicu), od 17 do 25% (za 2. ispiralicu), od 16 do 27% (za 3. ispiralicu) i od 13 do 28% (za 4. ispiralicu).

3.3. Koncentracioni nivoi formaldehida i zakonske regulative

U Republici Srbiji ne postoji Uredba u kojoj su definisane granične vrednosti emisije GVE formaldehida za flekso štampu i druge grafičke procese. Sa druge strane, Standardi bezbednosti i zdravlja na radu (Occupational Safety and Health Standards, OSHA) propisuju: dozvoljene granične vrednosti izlaganja (Permissible Exposure Limit, PEL) i granice kratkotrajnog izlaganja (Short-Term Exposure Limit, STEL) [8].

Takođe i Nacionalni institut za zaštitu i zdravlje na radu, NIOSH propisuje: preporučenu granicu izloženosti (Recommended Exposure Limit, REL) i granicu odmah opasnu po život i zdravlje (Immediately Dangerous to Life and Health, IDLH) [9].

Najviši koncentracioni nivoi formaldehida pored flekso mašine detektovani na sredini (0,58 ppm) i kraju osmočasovnog radnog vremena (0,73 ppm) tokom petodnevnog monitoringa su niži 23 i 3% od PEL i čak 71

i 64% od STEL vrednosti koje propisuje OSHA, redom. Navedene vrednosti su 97 i 96% niže od IDLH vrednosti koju propisuje NIOSH. Ipak, najviše vrednosti od 0,58 i 0,73 ppm su više 36 i 46 puta od REL vrednosti koju propisuje NIOSH.

3.4. Rizik od raka kod zaposlenih

Međunarodne ekspertske organizacije preporučuju sledeće vrednosti rizika od raka [5]:

- Američka agencija za zaštitu životne sredine (US Environmental Protection Agency, US EPA) propisuje prihvatljivu vrednost nivoa rizika reda 10^{-6} (1 u 1.000.000).

- NIOSH propisuje znatno viši nivo reda 10^{-3} (1 u 1.000).

Izračunate vrednosti rizika od raka (CR) zaposlenih u kampanji 1 i 2 su u intervalu od $5,2 \cdot 10^{-4}$ do $8,7 \cdot 10^{-4}$ i od $7,8 \cdot 10^{-4}$ do $1,1 \cdot 10^{-3}$ redom. Dobijene vrednosti CR za zaposlene u obe kampanje su više od vrednosti 10^{-6} koje preporučuje US EPA. Međutim, one su niže od nivoa koje preporučuje NIOSH. Međutim, kako su nivoi rizika reda veličine 10^{-3} i 10^{-4} , prema US EPA potrebna je akcija upravljanja rizikom za flekso okruženje.

Uprkos dobro poznatoj i dokazanoj toksičnosti i kancerogenosti formaldehida, grafička industrija u Republici Srbiji i mnogim drugim zemljama, pokazuje malo entuzijazma za smanjenje formaldehida u grafičkom okruženju. Iako obično nije moguće potpuno eliminisati rizik izazvan formaldehidom, njegovo smanjenje na najniži nivo treba postaviti kao krajnji cilj. Za postizanje tog cilja, neophodno je u flekso štampariji sprovesti određene mere prevencije među kojima su: kontinuirano praćenje i merenje koncentracionih nivoa formaldehida kako bi se osiguralo da dozvoljene koncentracije nisu prekoračene i kako bi se definisale zakonske regulative u Republici Srbiji, poboljšavanje lokalnih sistema izduvne ventilacije, korišćenje lične zaštitne opreme, izmeštanje police sa flekso grafičkim materijalima iz flekso štamparije u pripremnu prostoriju, kao i zamena grafičkih materijala visoke koncentracije formaldehida sa proizvodima bez ili sa nižom koncentracijom formaldehida.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu detektovanih koncentracionih nivoa formaldehida u flekso štampariji tokom petodnevno monitoringa izvedena su sledeća zaključna razmatranja:

- Posle 4 sata rada mašine (kampanja 1) najviši koncentracioni nivoi formaldehida izmereni su 4. dana u intervalu od 0,52 do 0,58 ppm, dok je najniža detektovana koncentracija formaldehida 0,41 ppm.

- Na kraju osmočasovnog radnog vremena (kampanja 2) najviši koncentracioni nivoi formaldehida izmereni su 4. dana u intervalu od 0,70 do 0,73 ppm., dok je najniža izmerena koncentracija formaldehida 0,52 ppm.

- U obe kampanje koncentracioni nivoi tokom petodnevno monitoringa opadaju u nizu: 4. > 3. > 1. > 2. > 5. dan.

- Detektovani koncentracioni nivoi formaldehida u flekso štampariji u kampanji 1 su niži u odnosu na vrednosti u

kampanji 2 za sve četiri ispiralice. Posle dodatna 4 sata rada flekso mašine uočava se povećanje koncentracija od: 20, 25, 27 i 28% za ispiralice 1., 2., 3. i 4., redom.

- Najviši koncentracioni nivoi formaldehida pored flekso mašine od 0,58 ppm (u kampanji 1) i 0,73 ppm (u kampanji 2) tokom petodnevno monitoringa su niži od PEL i STEL vrednosti koje propisuje OSHA i od IDLH vrednosti koju propisuje NIOSH. Ipak najviše vrednosti su više 36 i 46 puta od REL vrednosti koju propisuje NIOSH.

- Dakle, utvrđeno je da su dobijene vrednosti rizika od raka (CR) za zaposlene u obe kampanje reda veličine 10^{-3} i 10^{-4} i da su niže od nivoa koje preporučuje NIOSH. Međutim, više su od vrednosti 10^{-6} koje preporučuje US EPA, i zahtevaju akciju upravljanja rizikom od formaldehida za flekso okruženje.

- Za upravljanje rizikom od formaldehida moraju se sprovesti kolektivne mere prevencije zasnovane na sistemskim, tehničkim, organizacionim i ličnim merama.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.grid.uns.ac.rs/predmetNA2.html?predmet=66> (pristupljeno 22.07.2024.)
- [2] <https://www.thecmmgroup.com/choosing-best-voc-abatement-technique-flexographic-printing-operation/> (pristupljeno 21.08.2024.)
- [3] <https://pca-air.com/en/voc-reduction-printing-painting-and-coating-industry> (pristupljeno 21.07.2024.)
- [4] <https://www.gov.uk/government/publications/formaldehyde-properties-incident-management-and-toxicology/formaldehyde-general-information> (pristupljeno 23.08.2024.)
- [5] D. Adamović, Z. Čepić, S. Adamović, M. Stošić, B. Obrovski, S. Morača, M. Vojinović Miloradov, "Occupational exposure to formaldehyde and cancer risk assessment in an anatomy laboratory", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 18, No. 21, 11198, 2021.
- [6] http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2006_03/t03_0069.htm (pristupljeno 30.01.2024.)
- [7] <https://www.epa.gov/iris> (pristupljeno 30.01.2024.)
- [8] <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/formaldehyde-factsheet.pdf> (pristupljeno 22. 02. 2024.)
- [9] <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/50000.html> (pristupljeno 22. 02. 2024.)

Kratka biografija:

Staša Šećerov rođena je u Novom Sadu 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2024. godine.
kontakt: ctasa98@gmail.com

Savka Adamović rođena je u Novom Sadu 1976. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine, a od 2022. godine je u zvanju vanredni profesor.
kontakt: adamovicsavka@uns.ac.rs



ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА КУЋЕ НА ПРОСТОРУ ПАРЦЕЛЕ ТЕМЕРИНСКЕ 38

INTERIOR DESIGN OF THE HOUSE ON THE PLOT AT TEMERINSKA 38

Александра Поповић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај: Приказани рад се бави уређењем ентеријера куће на простору парцеле Темеринске 38. Теоријски део обухвата пројектовање у архитектури, стилове у ентеријеру и бави се везом како они заједно утичу један на други. Други део истраживања, односи се на осветљење и боје кроз дизајн ентеријера. У креативном делу приказано је како атмосфера утиче на стварање просторије. Питање куће и дома су теме које се такође преплићу кроз овај рад, заједно са паралелом која се прави између њих. Напошетку кроз носталгију према стварима и животу у ранијем периоду на овом простору, обједињена су питања атмосфере, носталгије и дома и спајају се у једну нову целину, у оквиру новог објекта. Крајњи пројекат проистекао је кроз референтне примере, Резиденције Мајкла Грејва, Куће 101 и Куће на плажи. Оно што је допринело настанку рада, а што је заједничко за сва три примера јесте, однос према околини, третирање просторија, вођење рачуна о прозрачности, употреби материјала и усклађености са природом. Такође битна ствар је и третирање приватности простора, на коју се мисли у сваком од наведених објеката.

Кључне речи: атмосфера, приватност, кућа, сведеност, урбано

Abstract – The presented paper deals with the Interior design of the house on the plot at Temerinska 38. The theoretical part encompasses design in architecture, styles in interior and deals with the relationship of how they together influence each other. The second part of the research deals with lighting and colours shown through the interior design. The creative aspect of this thesis demonstrates how atmosphere influences the creation of space. The question of house versus home are themes that are also explored in this paper, along with the parallels drawn within them. Finally, through nostalgia for things and life in an earlier period spent in this space, questions of atmosphere, nostalgia and home are unified into a new whole, within a new space. The final project emerged from the reference examples: Michael Graves' Residences, House 101, and Beach House. What contributed to the creation of this thesis, and is common to all three examples, is the relationship with the environment, the treatment of spaces, consideration of transparency, the use of materials and harmony with nature. Also significant is the treatment of privacy within

the space, which is considered throughout all three of the mentioned objects.

Keywords: atmosphere, privacy, house, simplicity, urban

1. УВОД

Тема овог рада јесте надовезивање на дипломски рад, који је носио назив „Идејни пројекат за индивидуалну кућу: Темеринска 38 – моје парче неба.“ Проблема тика дипломског рада базирала се више на распореду просторија на самој парцели као и на комуникацији објекта са околним суседима. Мастер рад, померањем граница, базира се више на унутрашње уређење куће. Теоријско истраживање обухвата поглавља као што су пројектовање у архитектури, стилове у ентеријеру, осветљење и боје у ентеријеру. Кроз рад се провлаче питања појмова дома и куће и како кореспондирају један са другим. Следећи део истраживања, односи се на процес креативног истраживања који се бави историјским погледом на део Новог Сада, на којем се налази одабрана локација. Сагледавањем живота у кући кроз неколико генерација, до данас, забележене су неке од кључних прекретница за изглед куће као и саме парцеле ранијих година. У делу креативног истраживања, проучавају се носталгија кроз просторе и атмосфера, које доприносе адекватној концепцији простора новог дома. Три студије случаја изабране су према личним афинитетима и објашњавају повезаност са радом. Отварају питање како на најфункционалнији начин искористити празан простор неке парцеле. Такође, показују на који начин се новопроектовани објекти могу уклопити у старе градске четврти. Као исход свега, настао је последњи део – пројекат идејног решења и визуелизација. Инспирација која је проистекла из претходног живота и приложеног истраживања, обједињује све наведене елементе у један архитектонски пројекат. Простор пројекта посвећен је дизајну ентеријера куће, на простору парцеле Темеринске 38.

2. ИСТРАЖИВАЊЕ

2.1. Боје у дизајну ентеријера

Боја је кључни елемент у дизајну ентеријера која игра виталну улогу у стварању атмосфере и изражавању личног стила. Моћ да трансформише простор, утиче на расположење и подстиче емотивне одговоре, чини је неопходним алатом у рукама дизајнера. Кроз пажљиву селекцију и хармонизацију боја, ентеријер може постати пријатан, функционалан и естетски привлачан.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

Важност боја, можемо уочити кроз неколико кључних аспеката. Оне доприносе креирању атмосфере и тона простора. Својим топлим тоновима попут црвене или жуте могу унети топлину и енергију, док хладнијим нијансама попут плаве или зелене могу створити миран и опуштајућ амбијент. Боје могу утицати на перцепцију величине и просторне организације. Светлим тоновима визуелно проширујемо простор, док их тамнијим смањујемо, стварајући осећај интиме и удобности. Боје такође имају моћ да изразе лични стил и естетске преференције појединца. Одабиром одговарајућих палета, могу се исказати карактер, интересовања и идентитет власника, чинећи га персонализованим и аутентичним.

Такође битна ставка је функционалност простора. Пажљиво одабране боје могу нагласити или прикрити одређене карактеристике простора, попут архитектонских детаља. Оне могу утицати на психолошки и емоционални доживљај просторије, подстицајући продуктивност, инспирацију и релаксацију.

Свеукупно гледано, боје су есенцијални елементи у дизајну ентеријера, играјући кључну улогу у стварању простора, који није само естетски задовољавајућ, већ и функционалан и инспиративан. Разумевање њиховог утицаја и пажљиво коришћење, омогућава стварање простора који одражавају индивидуалност и унапређују квалитет живота корисника.

2.2 Расвета у ентеријеру

Правилно и смислено осветљења просторија јесте можда управо и најтежи моменат, првенствено код пројектовања објеката, а потом и уређења целокупног ентеријера. Разматрање улоге прозора, као извора дневне светлости на кућама, упућује на многе додирне аспекте који се надовезују и проширују основну употребу за светлом и свежим ваздухом. [1] Међутим да би осетили и осветили простор, није довољно да само пустимо сунчеве зраке да уђу унутра. Осветљење као и његови утицаји првенствено зависе од саме локације и климе на којој се објекат налази, као и његове оријентације у простору, у односу на доба дана и ноћи. Како бисмо правилно испројектовали кућу потребно је узети све ове факторе у обзир.

Постоји више врста како природног тако и вештачког осветљења. У њих спадају природно, амбијентално, акцентовано, радно и декоративно осветљење. Светлост свеће, сунчева светлост и светлост ватре чине природно осветљење. Квалитет природне светлости, нарочито светлост сунца зависи од много фактора. Неки од најчешћих фактора су доба дана или годишња доба.

Правилно осветљен простор, у којем се ради или борава, у многоме олакшава и убрзава обављање свих активности. Адекватним одабиром расвете у ентеријеру, може се утицати на атмосферу и створити погодно и пријатно окружење.

3. РЕФЕРЕНТНИ ПРИМЕРИ

Референтни примери, помажу нам да добијемо инспирацију за проблем којим се бавимо. Такође, они

помажу особи која сагледава цео рад и тиме лакше разуме суштину новог пројекта. Примери, који су били инспирација при креирању крајњег објекта, подељени су у три целине: 1. Изглед парцеле и распоред објеката на њој 2. Распоред просторија унутар куће 3. Атмосфера у кући

3.1 Резиденција Мајкла Грејва (The Warehouse, Princeton, New Jersey, 1991)

Резиденција Мајкла Грејва је преуређени складишни простор, изграђен 1926. године, од стране италијанских зидара, који су радили са каменом градећи различите зграде на Универзитету Принстон. Изграђена у типичном тосканском вернакуларном стилу, користећи шупље цигле, цреп, опеку и штукатуру. Зграда L – облика, првобитно је била подељена на многе просторе за складиштење те је реновирана у фазама. [2]

Без обзира што се око ове парцеле налазе нижи објекти, једнако се третира проблем суседа и приватности. Испред куће је остављен дугачак прилаз доступан на око свима, док се у дну налази сам објекат куће који је скривен иза вегетације, а који гледа на приватан баштенски део. Унутрашњост самог објекта и распоред просторија по етажама, допринео је да се овај објекат нађе на листи референтних примера.

У овом објекту пажњу не привлачи толико сам ентеријер колико његове боје и осветљење које су постигнуте. Свака соба, добија одређену дозу топлоте и нежности због правилне позиције и довољне количине светлости која улази унутра. Већински је коришћено природно светло, захваљујући чему ова кућа добија на мекоћи и удобности.

3.2 Кућа 101 (Паул Рудолф, 1968, Менхетн, Њујорк, САД)

„Угнеждена међу бујним зеленилом ексклузивног насеља, кућа 101 стоји као временски тестамент архитектонској генијалности Паула Рудолфа. Изграђена 1968. године, ова иконична резиденција илуструје изванредну фузију форме, функционалности и пажљиве израде која је дефинисала покрет Средњег века модернизма.“ [3] Док се приближавате кући, можете уочити комбинацију бетона, стакла и челика, која одмах привлачи поглед. Оштре ивице, високи прозори и консолидоване структуре, стварају изузетан спој између унутрашњег и спољашњег пејзажа. У унутрашњем делу куће, ентеријер је представљен балансом минимализма и авангардног стила.

Брижљив осврт на детаље, присутан је у сваком аспектима простора. Од сјајних бетонских подова, високог плафона, сваки елемент има сврху да усклади сензорно искуство. Пространи дневни боравак, осветљен од пода до плафона, служи као срце куће. Чисте линије и отворени простори, стварају осећај флуидности, позивајући на тај начин станаре и посетиоце на уживање. Пажљиво одабрани комади намештаја, бирани да допуне архитектонски етос, чине беспрекоран спој удобности и софистицираности [4]. Оно што ову кућу чини занимљивом јесте њена интеракција са окружењем током сва четири годишња доба. Читава

атмосфера града, пресликава се директно на велике прозоре, правећи тиме директну повезаност између објекта и околине.

3.3 Кућа на плажи

(Малибу, Калифорнија, 1990. година)

„Ова резиденција од 557.4182 квадратних метара, има поглед на Тихи океан. Страна зграде, окренута је ка улици и прилично је чврста, како би одбила буку аутомобила и пружила приватност. Са друге стране, страна окренута ка океану, отворена је као велика наткривена тераса, како би искористила поглед и морски поветарац“ [5]. Ова кућа, изабрана је као последњи референтни пример, али не толико због своје фасаде и околине, колико због дизајна ентеријера, и атмосфере која је постигнута у њој. Просторије унутар куће су велике, прозрачне. Осећај топлоте добија се употребом дрвета у виду намештаја и светлих зидова, на које се касније дата боја у току дана рефлектује. Мала количина пажљиво пробраног намештаја ствара утисак чистоће, елеганције, али такође и једноставности. Модеран простор у којем се јавља комбинација новог и старог намештаја одаје утисак дома. Оно што овај ентеријер чини скупоченим јесу високи плафони, који чине да читава кућа дише. Велики централни хол, такође је нешто што је искориштено приликом пројектовања, постижући тиме стварање великог театралног улаза. Кућа на плажи садржи базен који је позициониран испред дневног боравка, на месту на којем је и у пројекту био предвиђен.

4. НОВА КУЋА И НОВЕ ВРЕДНОСТИ

Без обзира што овај пројекат није у могућности да се реализује, гради се управо тако што, како Шварц каже, полагањем од себе, својих жеља и потреба. Моја потреба као аутора, била је да сагледам какав би био мој живот, у једнопородичној кући, на простору некадашњег плаца на којем сам живела. Нов објекат је у својој целокупној форми измаштан и смештен на парцелу на којој је сада већ изграђена вишеспратница. Без обзира на локацију којој је намењен, нов објекат је прилагођив за извођење на било којој другој локацији. Кроз њега простор куће, али и читаве парцеле успешно подељен на целине које би биле идеалне за личне животне потребе, у које би касније могли бити укључени чланови моје нове породице. Да је овакав начин размишљања, о повезивању једног простора са другим, занимљив и исправан, потврдила је изјава познатог архитекте Петера Зумтора. Он је рекао како се све више дешава да када уђе у неки објекат или у простор где живе људи, пријатељи или познаници, да буде импресиониран стварима које људи држе око њих, у њиховим становима или на радном месту. Понекад ухвати себе како пронађе ствари које су повезане једна са другом на брижљив начин, пун љубави, у чему види дубоку повезаност. Својим материјалним вредностима, саградићемо кућу, њен ентеријер и екстеријер, док ћемо својим бићем саградити њен дух, свој дом. Наш дом ће, као што каже Алан Ботон, израсти у доброг сведока, који је надгледао писање првих домаћих задатака, повијање

прве бебе, доживео прве свађе и чији су зидови упијали прве сузе радоснице. [6] Наша кућа, доживеће први снег, као и први летњи сумрак током којег ће њене цигле бити вреле на додир. Слушаће музику клавира, и пружаће нам не само физичко већ и психичко уточиште. Биће наш чувар идентитета, јер особеност кући не дају зидови, ни кров, ни под, већ људи који у њој живе. Њихови разговори, њихов смех, њихове љубави и мржње. Бића која прожимају кућу нечим нематеријалним, али дубоким, као што је осмех на лицу [7].

5. ИСКОРИШТЕНОСТ ПРОСТОРА

Простор парцеле искориштен је максимално. Сама површина подељена је на седам зона. Чине је: 1. гаражна зона (улаз у двориште), 2. зелена површина са пропратним садржајем (веранда са летњом кухињом), 3. пролаз за кола окружен пузавицама, 4. простор испред саме куће (трем), 5. бочно двориште са базеном, 6. простор за живот, 7. задње двориште (мала башта). Свака зона заузима довољно пространу површину, како за мене као станара, тако и за велики број потенцијалних гостију. Свака соба унутар куће је пространа. Сачињена је од високих зидова, са мноштвом прозора који пропуштају велику количину светлости у објекат и умирујућим светлим бојама које доприносе да свака просторија визуелно изгледа још веће него што заправо јесте.

Кућа се налази на две етаже. На првом нивоу (приземљу), налазе се: 1. ходник, 2. гостињски тоалет, 3. кухиња са трпезаријом и 4. дневни боравак. Оно што је било важно јесте да свака просторија гледа на двориште, као и начин проласка кроз собе. У прошлости, у старој кући, пролазило се из једне собе у другу. Некада је то било нешто што није било практично, међутим, у новом пројекту, једну ману биће представљена у облику врлине. Пролажење кроз кухињу, како би се дошло до дневног боравка, повезано је са нивоом приватности. Тиме се соба одваја од центра буке и прави од ње приватнији и удобнији простор. Приземље је прављено са намером да прими више гостију и да буде породично - друштвеног карактера.

На другом нивоу (први спрат), налази се мирнији део: 1. главна спаваћа соба, 2. гостињска соба, 3. приватна соба (највећи ниво интиме), 4. купатило.

6. МАТЕРИЈАЛИ И ОСВЕТЉЕЊЕ

6.1 Материјали

Материјали као и сам намештај који су део пројекта, јесу управо мешавина три стила, скандинавског, модерног сеоског и медитеранског. Свака соба, уређена је на нешто мало другачији начин, у зависности од њеног положаја у самој кући као и од корисника који би се у њој налазили, како би се на што тачнији начин испратила правила функционалности, али и приватности.

Од боја за кречење, кориштене су искључиво пастелне нијансе, са акцентним зидовима, како се простор не би оптеретио. Овакав вид облагања зидова кориштен је у читавој кући. Само приземље уређено

је у нешто луксузнијем и озбиљнијем стилу, од остатка куће, управо због тога што треба да окупи већи број људи. Спаваће собе, као и радна, мирнијег су карактера, и у њима доминира дрво као материјал. Како на намештају тако и у виду облога пода и плафона. Тиме је добијена ушупкана атмосфера неопходна за одмор. Оно што сваку собу чини другачијом једном од друге, јесте декор. Асесоар у виду огледала, јастука, цвећа, слика, различитих је боја, и пажљиво је прилагођен за сваку просторију понаособ.

Повезаност између просторија може се уочити кроз коришћење мирних земљаних тонова.



Слике бр. 1 и 2: палете коришћених боја у пројекту

6.2 Осветљење

Дизајн расвете заправо можда представља најтежи део пројектовања, јер управо погрешним одабиром можемо наружити или промашити читаву концепцију. Осим естетског одабира, треба итекако водити рачуна о јачини и боји самог светла које дата расвета емитује, како би сам намештај, али и боје дошли до изражаја, али исто тако како би успели да задовољимо потребе корисника датих просторија.

У просторијама за одмор (спаваћим собама) коришћена је највише амбијентална расвета, у виду великих лустера (абажура), зидне расвете изнад ноћника, као и стоне расвете. Самим тим што су ове просторије намењене за одмор, није било неопходно ставити никакво јако осветљење, јер би се њиме добио контра ефекат. Уместо да створимо удобну, топлу атмосферу, добили би јако светло које би замарало очи.

Радна соба, урађена је у врло сличном стилу као и спаваће просторије. Једина разлика је што се у њој налазе светиљке јачег интензитета и хладније нијансе беле боје, како би држале што бољи фокус током рада. У овој соби такође постоји и амбијентална расвета, која је идеална током паузе.

Када је реч о купатилу, али такође и о било ком виду спољне расвете, важно је напоменути да таква расвета није иста као она која се користи у собама. Места која су близу воде, паре, па и спољних непогода, неопходно је да имају висок степен заштите. Око самог дизајна најмање треба бринути јер у данашње време свака озбиљнија кућа која се бави расветом, располаже заиста широком палетом избора. Што се тиче приложеног пројекта, у великом (главном) купатилу, на главној позицији налази се црни метални лустер, док су светла око огледала у облику дугуљастих труба. У малом (дворишном) купатилу, налази се плафоњера, док је изнад огледала спој од три светиљке у облику стаклених балона. Боја светла и у једном и у другом купатилу износи око 3500К.

Дневни боравак и кухиња, су просторије у којима је предвиђен боравак и током опуштања, током рада (кувања), али и дружења. Из тог разлога на овим местима је била неопходна мешовита расвета. На оба места, коришћене су висилице, које би дале мало амбијенталнију атмосферу, у дневној соби у виду лустера, док су у кухињи коришћене појединачне висилице изнад стола и шанка. Осим висилица, заступљена је и LED расвета, у виду трака у укловима витрина, или изнад шпорета. За крајње расветно тело изабране су уградне светиљке, које имају могућност наизменичног паљења, као и подешавања топлоте саме боје уз помоћ димера. Ова расвета налази се на спољњем ободу плафона, како би равномерно осветлила просторију.

7. ЗАКЉУЧАК

Многи сматрају да је бити дизајнер ентеријера веома једноставан задатак, који се састоји само од завршних цртежа (визуелизација), која се могу наћи и на интернету. Са новим софтверима, и све већом присутношћу вештачке интелигенције, већина људи сматра, да је посао архитекте или дизајнера прецењен, и да би свако могао да испланира распоред своје собе. Међутим оно што људи не виде, а кључан је део овог посла налази се иза кулиса.

Бити дизајнер ентеријера је одговоран задатак. Улазите у нечији дом и покушавајте да стекнете поверење клијента. На крају крајева, није тако лако дати кључ странцу. Приликом договарања око жељеног стила, увек морате имати на уму да правите неке друге дом, уместо себи, и да тиме budete пристрасни приликом предлагања идеја. Бити добар психолог је једна од кључних ствари која ће вас пратити од самог почетка па до самог краја, а она подразумева балансирање између жеља корисника и онога што је заиста реално да се изведе у простору. Дугачак је пут од рушења до финалних детаља. Испрва треба сагледати и измерити простор, и договорити са мајсторима концепцију рушења. Затим треба изабрати, добре облоге зидова, облоге пода и плафона како би се задовољила акустика простора. Важно је поставити изводе за струју на адекватним позицијама, првенствено приступачним и логичним за коришћење, али наравно и за лаку монтажу касније. Приликом рада купатила, изузетно је важно водити рачуна о заштити, како вода ни на који начин не би могла да продре ван дозвољених граница.

Након завршетка грубих радова, следи фина обрада илити склапање намештаја, кречење и постављање детаља. Фини радови односе се на све што је везано за употпуњавање атмосфере простора. Избор расвете је такође укључен у то, како њен естетски изглед тако и јачина и боја светлости. Од самих материјала за које смо се определили на самом крају, зависи нам целокупан дојам о просторији. Да ли ће она нагињати ка модерном или више рустучном стилу, да ли ће простор бити топао и позивајући или хладан и стерилан. Током свих наведених фаза, дизајнер би требао да буде присутан, барем у једном тренутку свог радног времена како би на што бољи и једноставнији начин 93 искомунуцирао са мајсторима

и предупредио грешке које су неминовне. У паузама од мајстора, особа која се бави овим послом треба уредно и прецизно да исцрта све неопходне техничке цртеже како би столари, електричари, керамичари и сви остали чланови екипе, могли несметано да ураде свој посао. На самом крају, а уједно једину ствар коју људи виде чине рендери, који олакшавају како самим клијентима, али тако и самом дизајнеру приказ завршног изгледа простора.

Овај пројекат нажалост, због своје комплексности, не може да покрије приказ свих делова којима се један дизајнер бави, али њиме јесу обухваћени такозвани сви фини радови. Самим тим што је рађен као завршни докуменат, његова комплексност и прецизност била је испланирана и од изузетног значаја. Читајући овај рад, сви заинтересовани, моћи ће да добију бољи приказ шта то чини један пројекат, и шта се крије иза кулиса једног дизајнера ентеријера.



Слика бр. 7: Рендер

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Увод у архитектонско пројектовање или белешке двадесет и четири часа архитектуре, Милан П. Ракочевић, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, Београд 1998, стр. 181

[2] Michael Graves, Buildings and Projects 1990 – 1994, Rizzoli, New York, str. 164

[3], [4] <https://www.themillieivintage.com/design-living/101-east-63rd-street-halstons-house-by-architect-paul-rudolph-1968>

[5], [6], [7] Michael Graves, Buildings and Projects 1990 – 1994, Rizzoli, New York, str. 116

Кратка биографија:



Александра Поповић рођена је 15. октобра 1999. године у Новом Саду. Завршила је Гимназију „Светозар Марковић“ 2018. године. Дипломирала је 2022. године на смеру Сценска архитектура, техника и дизајн на Факултету техничких наука у Новом Саду. На истом факултету уписала је и мастер академске студије на смеру Дизајн ентеријера.

контакт:
aleksandra.popovic383@gmail.com



Слике бр. 3 и 4: Рендери



Слике бр. 5 и 6: Рендери

**OPTIMIZACIJA MODELOVANJA OBJEKTA UZ POMOĆ POINT CLOUD PODATAKA
KORIŠĆENJEM BIM TEHNOLOGIJE****OPTIMIZATION OF OBJECT MODELING USING POINT CLOUD DATA WITH BIM
TECHNOLOGY**

Branko Drčelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje razvoj i primenu poluautomatizovanog procesa za integraciju Point Cloud podataka u BIM modele, koristeći osnovne funkcije softvera Revit i dodatak Dynamo, uz podršku besplatnih ekstenzija. U okviru istraživanja analizirane su tehničke prednosti ovog pristupa, kao i njegov uticaj na poboljšanje preciznosti i efikasnosti u procesima projektovanja i izgradnje. Pored toga, izrađeni su i testirani algoritmi za modelovanje pravih zidova, čime je dodatno potvrđena funkcionalnost predloženog sistema.

Ključne reči: BIM, Revit, Dynamo, Point Cloud

Abstract – This paper explores the development and application of a semi-automated process for integrating Point Cloud data into BIM models, using the core functions of Revit software and the Dynamo plugin, with the support of free extensions. The research analyzes the technical advantages of this approach, as well as its impact on improving accuracy and efficiency in design and construction processes. Additionally, algorithms for modeling straight and curved walls were developed and tested, further confirming the functionality of the proposed system.

Keywords: BIM, Revit, Dynamo, Point Cloud

1. UVOD

BIM (Building Information Modeling) predstavlja sveobuhvatan pristup digitalnoj reprezentaciji i upravljanju podacima o objektima tokom njihovog životnog ciklusa. U ovom radu, fokus je na korišćenju Dynamo alata za automatizaciju modelovanja pravih zidova iz Point Cloud podataka u okviru BIM sistema, čime se poboljšava efikasnost i tačnost u procesu rekonstrukcije.

Ova integracija omogućava precizno generisanje zidova direktno iz laserski skeniranih podataka, pojednostavljajući radni proces u Revit-u. Jedan deo problema je pravilna klasifikacija tačaka Point Cloud-a u pogledu koji građevinski element predstavljaju i ovaj problem je bio tema naučnih radova kao što je [1]. Tema izrade zidova, podova i tavanica je obrađivana kao u primeru [2] gde je procenat preciznosti bio oko 90%. U literaturi postoje i radovi sa pristupom u kojem se vrši

klasifikacija građevinskih elemenata i nakon toga njihova rekonstrukcija u formatima čitljivim u BIM tehnologiji [3,4].

2. PREDUSLOVI ZA RAD ALGORITMA

Skeniranje i modelovanje postojećih zgrada pomoću BIM tehnologije predstavlja izazovan i složen proces. Tradicionalno, ovaj proces zahteva značajan manuelni rad, što je dugotrajno i zavisi od stručnosti operatera.

Point Cloud-ovi generisani laserskim skenerima pružaju detaljne informacije o postojećim strukturama, ali transformisanje tih podataka u korisne BIM modele često zahteva dugotrajnu ručnu obradu. Ovaj proces može biti frustrirajući i vremenski neefikasan, što značajno usporava projekte. Problem se dodatno komplikuje kada su delovi zgrada okluzirani ili kada nedostaju semantičke informacije u Point Cloud-ovima dobijenim laserskim skeniranjem. Automatizacija transformacije tih podataka u BIM modele ključna je za povećanje efikasnosti i tačnosti.

Savremeni pristupi generisanju BIM modela često uključuju lasersko skeniranje za dobijanje Point Cloud-ova, nakon čega sledi složena obrada podataka. Proces obrade obuhvata registraciju Point Cloud-ova, zamenu tačaka BIM objektima, dodeljivanje semantičkih odnosa i dodavanje dodatnih svojstava kao što su materijali. Istraživački naponi usmereni su na smanjenje ručnog rada kroz automatizaciju klasifikacije strukturnih elemenata. Cilj u izradi algoritma je razvoj metodologije koja omogućava automatsko izdvajanje i integraciju informacija iz Point Cloud-ova u BIM softvere. Ova metodologija obuhvata nekoliko ključnih aspekata:

- Automatizacija: Identifikacija zadataka koje je moguće automatizovati, uključujući 3D polu-automatsku rekonstrukciju.
- Prenosivost: Definisanje karakteristika zgrada koje se proučavaju kako bi se osigurala opšta primenljivost pristupa.
- Geometrijski kvalitet: Integracija kriterijuma kvaliteta i predlaganje indeksa kvaliteta za evaluaciju rezultata rekonstrukcije.

3. PRIMENJENI SOFTVERSKI ALATI I SKRIPTE

Tokom istraživanja, korišćeni su raznovrsni softverski alati i skripte kako bi se ostvario cilj ubrzavanja procesa modelovanja iz oblaka tačaka u BIM modele. Svaki alat je igrao ključnu ulogu u različitim fazama rada, od

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Lazić, red. prof.

prikupljanja podataka do finalne integracije u Revit. Korišćeni su sledeći programi:

- Revit: Glavni softver BIM-a, u kojem su svi podaci integrisani i gde se kreira krajnji BIM model.
- Dynamo: Vizuelno programiranje unutar Revita koje omogućava automatizaciju zadataka i kreiranje prilagođenih skripti za efikasnije modelovanje.
- Scene: Softver za učitavanje i spajanje podataka sa laserskih skenera. Scene je korišćen za procesiranje 360-stepenskih slika i za kreiranje početnog oblaka tačaka.
- Recap: Softver za obradu i prevođenje oblaka tačaka. Podaci iz Scene su uvoženi u Recap, gde su pripremani za izvoz u DWG ili direktno u Revit.

Nakon što su podaci prikupljeni i obrađeni, importovani su u Revit, gde je aktiviran Dynamo za dalju automatizaciju procesa. Unutar Dynamo-a, korišćeni su dodatni paketi kako bi se proširile mogućnosti skriptovanja i omogućilo napredno upravljanje podacima.

Ključni dodaci korišćeni u Dynamo skriptama uključivali su:

- Genius Loci: Ovaj paket je korišćen za geometrijsku manipulaciju i analizu, omogućavajući precizno pozicioniranje i transformacije geometrije u modelima.
- Dynamo IronPython 2.7: Omogućava integraciju Python skripti unutar Dynamo okruženja, pružajući dodatnu fleksibilnost i moćniju obradu podataka.
- Sastrugi: Od izuzetne važnosti za naše projekte, ovaj paket je korišćen za većinu kodova, omogućavajući naprednu manipulaciju oblacima tačaka, segmentaciju, klasifikaciju i druge složene operacije.

Kombinacija ovih alata i skripti omogućila je efikasno i precizno upravljanje podacima, automatsku segmentaciju i klasifikaciju elemenata zgrada, te njihovu integraciju u BIM modele. Ova integracija značajno je smanjila potrebu za ručnim radom i povećala tačnost krajnjih modela, doprinoseći celokupnoj efikasnosti i kvalitetu našeg istraživanja.

4. MODELOVANJE PRAVOG ZIDA

Modelovanje pravih zidova predstavlja važan i izazovan korak u kreiranju BIM modela na osnovu Point Cloud podataka. Iako su pravi zidovi relativno jednostavniji za identifikaciju u odnosu na zakrivljene, proces nosi određene izazove. Problemi kao što su preklapanje podataka zbog skeniranja iz različitih uglova i prisustvo drugih objekata, kao što su nameštaj ili instalacije, mogu ometati detekciju čistih ravni. Osim toga, pravi zidovi često nisu savršeno ravni, što zahteva dodatnu obradu Point Cloud podataka. Iako algoritmi u Dynamo olakšavaju proces, precizno modelovanje zahteva pažljivu obradu i definisanje zidova u skladu sa stvarnim stanjem objekta.

4.1. Priprema Point Cloud-a

Pre nego što se započne proces modelovanja pravih zidova, neophodno je očistiti Point Cloud od nepotrebnih tačaka koje ne pripadaju zidovima. Ovo podrazumeva uklanjanje podataka koji se odnose na nameštaj, opremu i

druge unutrašnje objekte, što će poboljšati preglednost i olakšati prepoznavanje ravnih površina zidova.

Za izdvajanje tačaka koje pripadaju zidovima, koristi se filtriranje tačaka po z-osi. Fokusirajući se na tačke u opsegu između 800 i 1000 milimetara visine, isključuju se podovi i plafoni. Nakon toga, kreira se pravougaonik koji obuhvata ove tačke, a zatim se zadebljava površina kako bi se formirala solidna geometrija za dalju obradu. Na kraju se formira ograničavajuća kutija koja omogućava lakšu identifikaciju zidova i eliminaciju nepotrebnih elemenata.

Ovaj pristup omogućava pouzdano prepoznavanje zidova, olakšavajući precizno modelovanje u narednim koracima (Slika 1).



Slika 1. Uklanjanje neželjenih elemenata Point Cloud-a

4.2. Pristup algoritmu

Kod za modelovanje pravih zidova u Dynamo-u sastoji se od nekoliko ključnih koraka koji omogućavaju identifikaciju i generisanje zidova iz Point Cloud podataka.

1. Smanjenje broja tačaka

Prvi korak u procesu je smanjenje broja tačaka koje posmatramo, što se postiže selekcijom tačaka koje se nalaze na određenoj visini od z-koordinate, između 800 mm i 1000 mm, kao što je prethodno opisano. Ovim pristupom izbegavamo tačke koje pripadaju podovima i plafonima, fokusirajući se isključivo na zidove (Slika 2). Selekcija visine: Određujemo visinu na kojoj posmatramo tačke, postavljajući granice od 800 mm do 1000 mm, čime se izbegava uključivanje tačaka sa podova i plafona. Kreiranje površine za selekciju: Na osnovu definisanih visina kreira se površina u xy ravni, koja će se koristiti za selekciju tačaka.

Generisanje granične kutije: Kutija koja obuhvata definisanu površinu koristi se za selekciju tačaka unutar tog opsega. Ovaj alat omogućava da selektujemo samo relevantne tačke unutar definisanih granica visine.



Slika 2. Algoritam za smanjenje broja tačaka

2. Selekcija tačaka

Identifikacija tačaka unutar definisanog opsega: Tačke koje se nalaze unutar granica visine selektuju se za dalju obradu, fokusirajući se na tačke koje odgovaraju zidovima.

Filtriranje relevantnih tačaka: Alat za selekciju osigurava da su sve tačke unutar određenih granica visine, uklanjajući one koje nisu relevantne za modelovanje zidova, kao što su tačke nameštaja i drugih unutrašnjih objekata (Slika 3).



Slika 3. Algoritam za selekciju tačaka

3. Testiranje tačaka

Sledeći korak je testiranje tačaka kako bismo osigurali da su u nivou gledanja, što se postiže filtriranjem tačaka koje imaju najmanje tri susedne tačke u radijusu od 40 mm (Slika 4).

Provera susednih tačaka: Proveravamo da li svaka tačka ima najmanje tri susedne tačke u radijusu od 40 mm, što nam pomaže u identifikaciji tačaka koje pripadaju zidu. Generisanje sfera za selekciju: Kreiramo sfere oko svake tačke sa radijusom od 40 mm i proveravamo koje tačke spadaju unutar tih sfera. Tačke koje imaju najmanje tri susedne tačke zadržavaju se za dalju obradu, čime se smanjuje broj tačaka koje nisu deo zidova i čini proces efikasnijim i preciznijim.



Slika 4. Algoritam za testiranje tačaka

4. Formiranje centralne linije zida

Kreiranje linije kroz tačke: Generišemo liniju koja prolazi kroz selektovane tačke, predstavljajući centralnu liniju zida.

Ekstruzija krive: Ekstruziramo krivu duž centralne linije da bismo generisali površinu koja će služiti kao osnova za zid. Ovo ekstruzija stvara trodimenzionalnu geometriju koja predstavlja zid.

Provera tačaka unutar površine: Filtriramo tačke koje spadaju unutar granica ekstruzirane površine kako bismo osigurali da su sve tačke deo zida, čime se dodatno potvrđuje tačnost modela (Slika 5).



Slika 5. Algoritam za formiranje centralne linije zida

5. Generisanje zida

Na kraju, generišemo zid duž centralne linije i podižemo ga do visine sprata (Slika 6).

Računanje medijane: Računamo medijanu udaljenosti tačaka kako bismo odredili visinu zida, što omogućava precizno definisanje visine zida u skladu sa nivoima koji su prethodno podeljeni.

Pomeranje geometrije: Pomeramo geometriju kako bismo generisali zid na odgovarajućoj poziciji, osiguravajući tačnu postavku zida u prostoru.

Kreiranje zida: Uz pomoć alata za generisanje zida duž centralne linije na određenom nivou, zid se podiže do visine sprata koja je prethodno definisana.

Na ovaj način dobijamo trodimenzionalni model zida koji odgovara stvarnoj strukturi objekta.



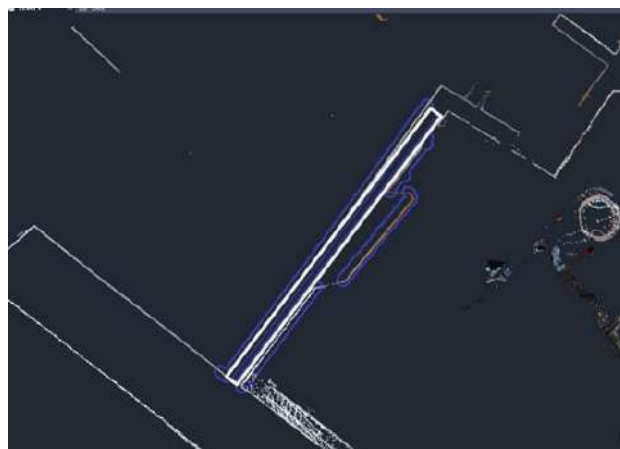
Slika 6. Algoritam za generisanje zida

5. EFIKASNOST MODELOVANJA

Efikasnost i tačnost modelovanja pravih zidova u ovom procesu zavise od nekoliko faktora. Koristeći algoritme za selekciju i filtriranje tačaka, uspevamo da precizno identifikujemo tačke koje pripadaju zidovima, što značajno poboljšava tačnost modela.

Ovaj pristup omogućava izbegavanje uključivanja tačaka koje ne pripadaju zidovima, kao što su tačke sa podova i plafona. Selekcijom tačaka na određenim visinama, filtriranjem na osnovu susednih tačaka i formiranjem centralne linije zida, postizemo visoku preciznost u definisanju zidova (Slika 7).

Ipak, treba naglasiti da je trenutni kod još uvek u fazi istraživanja i nije u potpunosti optimizovan za modelovanje svih zidova istovremeno. Efikasnost se može dodatno poboljšati daljim razvojem i optimizacijom algoritama kako bi se omogućilo istovremeno modelovanje većeg broja zidova.



Slika 7. Finalni rezultat

6. ZAKLJUČAK

Modelovanje pravih zidova pomoću Dynamo-a i Point Cloud podataka pokazalo je veliki potencijal za ubrzanje procesa rekonstrukcije u BIM okruženju. Korišćenjem algoritama za selekciju i filtriranje tačaka, postignuta je visoka preciznost u identifikaciji zidova, čime se značajno smanjuje ručni rad. Iako trenutni kod nije potpuno optimizovan za istovremeno modelovanje svih zidova, rezultati pokazuju da je moguće značajno ubrzati proces, naročito kod jednostavnijih struktura.

Daljim razvojem i optimizacijom algoritama može se postići potpuna automatizacija i efikasnije modelovanje više zidova istovremeno. Point Cloud tehnologija se pokazala korisnom za rekonstrukciju, ali ostaje potreba za unapređenjem kako bi se rešili preostali izazovi u automatizaciji i preciznosti.

7. LITERATURA

- [1] Ntiyakunze, J., & Inoue, T. (2023). Segmentation of Structural Elements from 3D Point Cloud Using Spatial Dependencies for Sustainability Studies. *Sensors*, 23(4).
- [2] Anagnostopoulos, I., Pătrăucean, V., Brilakis, I., & Vela, P. (2016.). Detection of walls, floors and ceilings in point cloud data. Construction Research Congress 2016.
- [3] Macher, H., Landes, T., & Grussenmeyer, P. (2017). From point clouds to building information models: 3D semi-automatic reconstruction of indoors of existing buildings. *Applied Sciences*, 7(10).
- [4] Yang, F., Pan, Y., Zhang, F., Feng, F., Liu, Z., Zhang, J., Liu, Y., & Li, L. (2023). Geometry and Topology Reconstruction of BIM Wall Objects from Photogrammetric Meshes and Laser Point Clouds. *Remote Sensing*, 15(11).

Kratka biografija:



Branko Drčelić rođen je u Užicu 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Optimizacija modelovanja objekta uz pomoć Point Cloud podataka korišćenjem BIM tehnologije odbranio je 2024.god.
kontakt: b.drcelic@gmail.com

ARHITEKTONSKE KARAKTERISTIKE I KULTURNI KONTEKST TRADICIONALNIH KUĆA NA PROSTORU SEVEROISTOČNE CRNE GORE**ARCHITECTURAL CHARACTERISTICS AND CULTURAL CONTEXT OF TRADITIONAL HOUSES IN NORTHEASTERN MONTENEGRO**

Andela Marković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Tradicionalne porodične kuće na severoistoku Crne Gore predstavljaju značajan deo kulturnog nasleđa ovog regiona, odražavajući bogatu istoriju i jedinstvenu arhitektonsku tradiciju. Ove građevine, karakteristične po specifičnim građevinskim tehnikama i materijalima, pružaju uvid u životne uslove i društvene norme prošlih vremena. U ovom istraživanju, fokusiraćemo se na analizu ključnih karakteristika ovih kuća, istražujući njihov doprinos kulturnom identitetu i očuvanju tradicije u savremenom kontekstu.

Ključne reči: Tradicionalna arhitektura, projektovanje, stambena arhitektura

Abstract – Traditional family houses in northeast Montenegro represent a significant part of the cultural heritage of the region, reflecting a rich history and unique architectural tradition. These buildings, characterized by specific construction techniques and materials, provide insight into the living conditions and social norms of the past. This study will focus on analyzing the key characteristics of these houses, examining their contribution to cultural identity and the preservation of tradition in a contemporary context.

Keywords: Traditional architecture, planning, residential architecture

1. UVOD

Ovaj projekat analizira tradicionalnu arhitekturu severoistočne Crne Gore i razvija idejna rešenja za unapređenje tih kuća, uz očuvanje njihovih osnovnih karakteristika (materijali, namena, forma). Glavni cilj je očuvanje tradicionalne arhitekture kao dela kulturnog nasleđa i povećanje konkurentnosti turističkog sektora kroz ekonomsku valorizaciju kulturnog i prirodnog nasleđa. Istraživanje obuhvata arhitekturu opština Berane, Plav i Andrijevica, sa fokusom na unapređenje tradicionalne arhitekture sela.

2.2. Metodologija i sprovedene aktivnosti

Tokom izrade rada sprovedene su sledeće aktivnosti:

- Istraživanje arhitekture područja putem literature i dostupnih izvora.

NAPOMENA:

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

- Na osnovu terenskog istraživanja, sprovedena analiza tipova i karakterističnih elemenata tradicionalne arhitekture.
- Analiza zbirke fotografija u Polimskom muzeju u Beranama (oko 3000 fotografija, uključujući one tradicionalne arhitekture).
- Terensko istraživanje u proleće 2024. godine, uključujući posete selima i katunima karakterističnim primerima.

2. PODACI I ISTORIJSKA ISTRAŽIVANJA TRADICIONALNE ARHITEKTURE

Početkom 20. veka su sprovedena istraživanja i objavljeni radovi autora na području Balkana, pre svega geografa i istoričara. Neki od njih, među kojima je i Jovan Cvijić, bave se širokim prostorom Balkanskog poluostrva ili bivše Jugoslavije, i razmatraju u određenoj meri i tradicionalnu arhitekturu. Od posebnog značaja su istraživanja i radovi istraživača koja je tematski obrađivala oblasti koje se nalaze na području sadašnjih opština Berane, Petnjica, Andrijevica, Plav ili Gusinje. Oni su uz istorijske, geografske i privredne značaje opisali tipove naselja i kuća. Posebno se mogu izdvojiti pop Bogdan Lalević i Ivan Protić, koji opisuju Vasojeviće, ili Andrija Jovičević koji obrađuje Plavsko-Gusinjsku oblast. Za proučavanje arhitekture katuna koji se nalaze u planinskim predelima ove oblasti, posebno u oblastima Prokletija, Komova i Bjelasice, predstavljaju značajan izvor i opise koje su davali planinari od 30-ih godina godine 20. veka. Sredinom 20. veka, antropogeografska istraživanja ovome oblašću se bavi geograf Milisav Lutovac [1]. On obrađuje i naselja i kuće ovog kraja i daje vrlo dobar pregled razvoja i tipova tradicionalnih arhitekture. Za arhitektonske karakteristike tradicionalne arhitekture ovog kraja značajna su dela arhitekta Aleksandra Deroka [2], koji je jedan od najvažnijih autora koji su radili na narodnoj arhitekturi bivše Jugoslavije, i arh Jovan Krunić [3], koji se bavio gradovima centralnog Balkana i među njima je obradio i neke koje su predmet ovog istraživanja.

2.1. Jovan Cvijić i njegov doprinos istraživanju

Jovan Cvijić, poznati geograf, koji se bavio antropogeografskim istraživanjima Balkanskog poluostrva u Atlasu naselja srpskih zemalja, Knjiga 1 [4] izdala se 1902. gde je dao skice i fotografije kuća i delova naselja iz Polimlja. U većini fotografija ne pokazuje tačnu lokaciju, pa se ne može sa sigurnošću utvrditi da li je zona Gornjeg

Polimlja, koja je deo teritorije koja se kroz ovaj rad obrađuje, ili Srednje Polimlje. Međutim, pa makar to bila i zona Srednjeg Polimlja, među kućama u ovoj široj zoni verovatno nije bilo velikih razlika u tipovima.

Jovan Cvijić [5] definiše sledeće tipove kuća na teritoriji Balkanskog poluostrva:

1. Brvnare u šumovitom Dinarskom kraju
2. Kamena kuća jadranske obale i goli krš
3. Kuća od ćerpiča i pletera u moravskom vardarskom kraju oblasti
4. Novi tipovi kuća
5. Druge vrste kuća, uključujući tursko-istočne kuće i kule.

2.2. Milisav Lutovac o Beranskoj kotlini

Milisav V. Lutovac obrađuje naselja i kuće u ovoj oblasti, i daje veoma dobar pregled razvoja i vrste tradicionalne arhitekture. Navodi da je kuća u tom kraju na duže vreme puta samo od drveta, jer je oblast je bila veoma šumovita.

Kao najstariji i najprimitivniji tip kuće pominje dubirog, čiji je „kostur od drveta, a krov od slame“. Takođe, ističe su oko dubiroga bile i neke pomoćne zgrade, manji dubirozi i stanovi koji su služili za članove matične zadruge i za stoku. „Dakle, kuća jednog združnog domaćinstva je bila čitavo naselje“ [1].

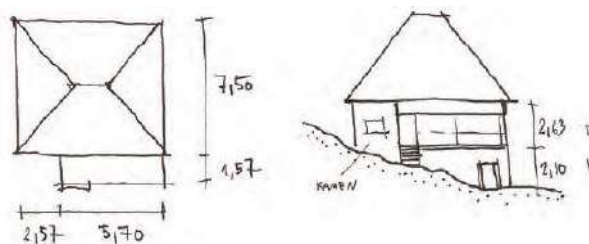
U drugoj fazi razvoja, kada su ljudi postali nešto nezavisniji u odnosu na begove, počinju da grade brvnaru – siromašniju jednodelnu pozemljušu, a imućniji „kuća nad izbom“, pokrivena mlaćenom raženom slamom, ređe sa šindrom.

Kuća „nad izbom“ bila je jednostavna: sastojala se od tričetiri odeljenja koja su služila i za ljude i za stoku. To su: izba, "kuća", soba, klet (ćiler) i ajat. Posle 1912. godine kuća se počinje menjati pod uticajem slobode, većih proizvodnih snaga i društvenog napretka. Umesto brvnare, ljudi grade jaču i bolju kuća od kamena sa slamnatim krovom.

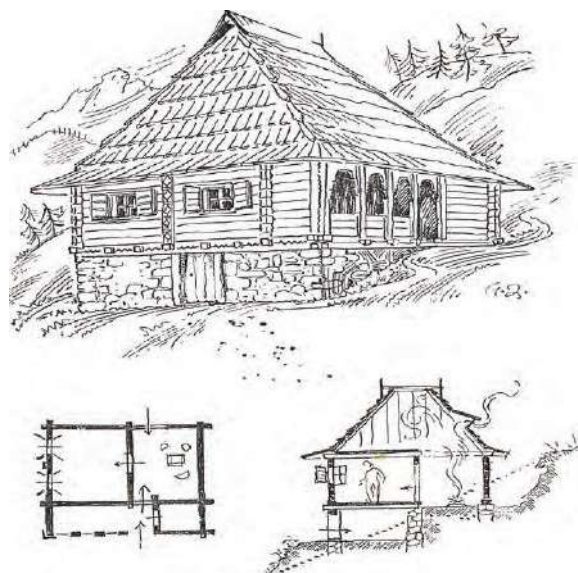
Privremena naselja se dele na: letnja naselja, zimske staje i katune, tj. stanove u selu, stanove i staje u srednjoj planini i katune u visokoj planini.

Lutovac u Beranima izdvaja sledeće tipove kuća:

1. Dubirog – busar,
2. Podzemljuša – pletara,
3. Čatmara,
4. Polubrvnara – polučatmara (kuća nad izbom (podrumom)),
5. Brvnara – kuća nad izbom (slika 1, 2),
6. Kula (čardak).



Slika 1. Kuća nad izbom, autorska skica



Slika 2. Brvnara sa više odjeljenja u Polimlju, izvor: [2]

3. TIPOVI KUĆA U SELIMA

Osnovni element tradicionalne arhitekture u selima je svakako seoska kuća – centralni/glavni objekat svakog seoskog imanja koji ima stambenu namenu. Arhitekta Branislav Kojić, jedan od najznačajnijih istraživača ruralne arhitekture, naveo je za seosku kuću da je „iskonska suština veštine građenja“ [6].

Tipovi stambene tradicionalne arhitekture se mogu definisati prema obliku, formi i materijalu od kojeg su građeni, ali i u odnosu na vreme u kojem su nastali. Na prostoru koji je obrađen kroz ovaj rad prepoznati su, u odnosu na formu i materijal od kojeg su građeni, sledeći osnovni tipovi kuća:

- dubirozi (slika 3)
- brvnare (podzemne i brvnare nad izbom)
- čatmare
- polubrvnare polučatmare
- kamene kuće (slika 4)
- kule
- kule sa čardakom od čatme.

3.1. Dubirozi

Kolibe predstavljaju najjednostavniji oblik stambenih objekata. Najstariji tip koliba koje su pravljene u početku je imao samo krov, koji je polazio odmah od zemlje, sa jednostavnom konstrukcijom od drvenih oblica i različitim vrstama pokrivača od dostupnih materijala.

Od ovih najjednostavnijih formi koliba razvili su se složeniji tipovi, koji predstavljaju prelaz ka kućama, a kod kojih se formira niži zid na koji se postavlja krovna konstrukcija i krov. Najrasprostranjeniji oblik među najjednostavnijim oblicima koliba, posebno u šumovitim krajevima, bile su kolibe kružne osnove, sa ognjištem u sredini, pokrivene krovom u obliku kupe.

U Crnoj Gori se ova vrsta koliba naziva dubirog ili savardak. Kao najjednostavnija vrsta konstrukcije, dubirozi su očigledno bili građeni kako u selima tako i u privremenim naseljima – katunima.



Slika 3. Dubirog u Bihoru; izvor [7]

3.2. Brvnare

Brvnara je zgrada četvrtaste osnove, sa zidovima od brvana položenih vodoravno jedno iznad drugoga. Brvno je, u stvari, tesano deblje i pravo stablo drveta. Reč brvno i od nje izvedena brvnara potiče od praslovenskog brv – balvan, greda, daska.

U narodnom govoru reč brvno ne označava samo drveni trupac kružnog preseka. I talpe, od kojih su se (već odavno) najviše gradile brvnare, majstori uvek će nazvati brvno. To znači da je po narodnom shvatanju, brvno svaka oblica ili deblja daska (u građevinarstvu inače pod nazivom talpa) slagana vodoravno i ukrštena na uglu u čert ili unizana u direk, koja čini deo zidnog platna.

3.3. Kuće od kamena

Pod kamenim kućama (slika 4) se podrazumevaju kuće čiji su zidovi zidani od kamena vezanog malterom, a koje mogu biti prizemne, ali su zastupljenije svakako kuće na sprat, sa dve etaže. Kao poseban tip kamenih kuća javljaju se i kule, koje imaju specifičnu formu sa po tri etaže i koje su, uz stambenu, imale i odbrambenu funkciju. Prizemne kuće zidane od kamena očigledno nisu bile čest tip na ovom, ali se ipak sreću. One su očigledno zidane sredinom XX veka, ili moguće i ranije.

Zidane su od kamena u malteru, imaju izduženu pravougaonu osnovu, sa vratima postavljenim najčešće na sredini podužnog zida, i prozorima na glavnoj fasadi. Imale su, kao i većina ostalih kuća, strmi četvorovodan krov i bile su pokrivene ili slamom ili šindrom. Danas nalazimo na malom broju primera kamenih prizemnih kuća. Moguće da su se neke od njih koristile i kao pomoćni objekti.



Slika 4. Kuća Đurovića na Polici; izvor: [8]

3. VILA MILEVA, TRADICIONALNA KUĆA SA SAVREMENIM PRISTUPOM

Kombinacija tradicionalne seoske arhitekture severoistočne Crne Gore sa savremenim građevinskim tehnikama predstavlja izazov koji uključuje očuvanje kulturnog nasleđa dok se odgovara na potrebe modernog stanovanja. Ovaj odeljak razmatra ključne aspekte ove kombinacije, uključujući osnovne komponente kuće, metode zidanja, krovne konstrukcije i temelje, kako bi se postigla harmonija između tradicionalnog i savremenog pristupa. Ideja samog projekta ove kuće je da prikazemo kako mogu izgledati kuće sa ovog područja u skladu sa današnjicom i savremenim potrebama čoveka XXI veka.

Horizontalni gabarit objekta je približno kvadratnog oblika, kao i kod kuća iz ranijeg perioda. Vertikalni gabarit objekta je podrum i prizemlje, takođe osnovna karakteristika kuća sa područja severoistočne Crne Gore. Namena objekta je stambena i prihvata veću porodičnu strukturu, koja bi mogla da broji 6-8 korisnika.

Parkiranje je rešeno unutar parcele. Pešački ulaz u objekat je sa istočne strane objekta. Prizemlje je odignuto od okolnog terena i uliza za oko 50 cm.

Prema dvorištu sa severoistočne strane u podrumu, nalaze se ulaz, kupatilo, kao i zatvoreni bazen sa đakuzijem. Što se tiče prizemlja, severna i severoistočna strana bila je pogodna za kupatilo i kuhinju, dok je zapadna strana objekta bila namenjena prostorijama za spavanje. Južnu stranu objekta ostavili smo dnevnoj sobi i terasi, kako bi te prostorije u kojima se najviše boravi, veći deo dana bile osvetljene i osunčane. Prostor je organizovan tako da su zone u kojima je češći boravak smeštene na prizemlje kao i prostorije namenjene spavanju, dok su prostorije koje su se nalazile u podrumima takvih kuća bile namenjene za skladištenje i pripremu, dobile novu namenu koja uključuje svaki vid rekreacije i relaksacije (u ovom slučaju zatvoreni bazen) koja je vodeća potreba čoveka ovog veka.

Konstruktivni sistem je klasičan, tradicionalni sistem gradnje kuće. Masivni sistem gradnje, koji se sastoji od nosećih zidova, zidanih opekam, trakastih temelja i kosog krova, na kom se primećuje uticaj savremenog pristupa, te možemo zaključiti da se ne radi o klasičnom drvenom krovu koji je prekriven crepom.



Slika 5. Vila Mileva, Petnjik – idejno rešenje kuće

Krov kuće u Petnjiku predstavlja značajan deo arhitektonske identifikacije. Dizajn krova je obeležen svojom jednostavnošću i neupadljivom integracijom u

celokupni volumen kuće. Cilj je da se stvori harmonična veza između kuće i njene prirodne okoline, naglašavajući geometrijsku čistoću i suptilnu eleganciju. Krov je izrađen od savremenih materijala koji poboljšavaju vizuelni izgled i funkcionalne performanse. Završni sloj krova je vodonepropusna bela boja koja naglašava minimalistički izgled kuće.

Uprkos minimalističkom izgledu, krov je projektovan da bude visoko funkcionalan i otporan na vremenske uslove. Korišćeni materijali su odabrani zbog svoje izdržljivosti i sposobnosti da izdrže lokalne vremenske uslove, uključujući kišu, vetar i promene temperatura. Ispravna vodootporna i drenažna rešenja su uključena kako bi se osiguralo da krov ostane bez prokišnjavanja i efikasan u funkciji tokom vremena.

Bela fasada je jedan od najpopularnijih izbora u savremenoj arhitekturi zbog svoje univerzalnosti i čistog izgleda. Ova boja fasade pruža svetlost i otvorenost, stvarajući osećaj prostranosti i prozračnosti. Bele fasade često koriste glatke, ravne površine koje doprinose minimalističkom izgledu i omogućavaju lako uklapanje u različite okruženje. Ubacivanje travertin kamena u pojedinim delovima samog prostora (terasa, spetenište), asocira nas na kuće iz doba kada je kamen bio glavni materijal kada je u pitanju zidanje tradicionalne kuće [9].

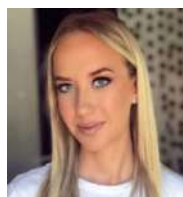
4. ZAKLJUČAK

Zaključak ovog istraživačkog rada upućuje na važnost očuvanja tradicionalne sredine u selima, ističući da je stanje te sredine danas ugroženo i da su manje brojni primeri sačuvanih objekata. Nedostatak adekvatne zaštite i održavanja dovodi do postepenog gubljenja autentičnosti i identiteta ovih naselja, kao i do pustošenja ruralnih sredina. Unapređenje ovog procesa zahteva sinergiju različitih aktera - od državnih institucija do lokalne zajednice i akademske zajednice. Neophodno je da se kreativnost i inovacije ugrade u proces očuvanja, kako bi se omogućilo da kvalitetno nastavi izgradnja ovih vrednosti za buduće generacije.

5. LITERATURA

- [1] Lutovac, Milisav V. 2000, Ivangradska (Beranska) kotlina regionalnogeografska ispitivanja (Fototipsko izd. Iz 1957. god.), Skupština opštine, Berane.
- [2] Deroko, Aleksandar 1968, Narodno neimarstvo, Spomenik CXVIII, Odeljenje društvenih nauka
- [3] Krunić, Jovan 1996, Baština gradova srednjeg Balkana, Republički zavod za zaštitu spomenika i kulture
- [4] Cvijić, Jovan 1902, Antropogeografski problemi Balkanskoga poluostrva, Naselja srpskih zemalja, Rasprave i građa, Knjiga I, Državna štamparija Kraljevine Srbije, Beograd.
- [5] Cvijić, Jovan 1987, Balkansko poluostrvo, Sabrana dela, knjiga II, Srpska akademija nauka i umetnosti, Književne novine, Zavod za udžbenike Cvijić, Jovan 1902, Atlas, Naselja srpskih zemalja, Knjiga I, Srpski etnografski zbornik, knjiga četvrta, Beograd.
- [6] Vuksanović-Macura, Z. i dr. (2017) Branislav Kojić - prostor u selu, selo u prostoru
- [7] Lutovac, Milisav V. 1967, Bihor i Korita: antropogeografska ispitivanja, Naučno delo, Beograd.
- [8] Zbirka fotografija iz Polimskog muzeja u Beranama, broj 998
- [9] Master rad, Unapređenje tradicionalne porodične kuće sa područja severoistočne Crne Gore, Berana, Andrijevice i Plava, Anđela Marković 2024

Kratka biografija:



Andela Marković, rođena je u Loznici 2000. god. Osnovne akademske (2023) i master studije (2024) završila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Arhitekture i urbanizma – Arhitektonsko projektovanje. Oblasti interesovanja su joj sve što uključuje kreativne procece u izradi.
kontakt: andjela.arh@gmail.com



PROJEKAT GIMNAZIJE U NOVOM SADU PROJECT OF GYMNASIUM IN NOVI SAD

Anđela Samardžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad sadrži projekat gimnazije spratnosti P+2. Gimnazija se nalazi u Novom Sadu. Prilikom projektovanja fokus je pre svega stavljen na stvaranje veoma raznovrsnog sadržaja kako bi se đacima omogućio što kvalitetniji boravak u školi.

Ključne reči: *projektovanje, škola, gimnazija*

Abstract – The thesis contains the project of gymnasium, which consist of ground floor, first floor and second floor. Gymnasium is located in Novi Sad. During the design process, the emphasis is primarily placed on creating very diverse content to ensure that students have the best possible experience at school.

Keywords: *Designing, school, gymnasium*

1. UVOD

Obrazovni objekti su objekti namenjeni obrazovanju i vaspitanju dece različitog uzrasta, odraslih osoba i osoba ometenih u razvoju. Obrazovanje ima veoma značajnu funkciju u svakom društvu. Institucije u kojima se stiče znanje nazivaju se škole. U školama učitelji, nastavnici i profesori prenose znanje učenicima. Prema savremenim shvatanjima, svaka od navedenih škola treba da pruži ona znanja koja će biti funkcionalna u odnosu na buduću profesiju. Prema svojoj vaspitnoj ulozi, škola se, posle porodice, smatra najvažnijom institucijom u kojoj se odvija proces socijalizacije.

Rad škola obavlja se po razredima, a svaki razred podeljen je na nekoliko odeljenja. Opšta podela škola je na: osnovne škole, srednje škole, visoke škole i fakultete.

Za temu svog master rada odabrala sam projektovanje gimnazije, odnosno škole za srednje obrazovanje učenika, upravo zbog tolike važnosti ove ustanove u životu svakog pojedinca. Kao što je već gore navedeno, škola je jedna od najvažnijih institucija u kojoj se odvija proces socijalizacije i u njoj deca provode najveći deo svog odrastanja. Upravo zbog toga je bitno projektovati ove ustanove tako da se osobe koje u njima borave osećaju prijatno i komforno. Čitav niz spoljašnjih faktora koji utiču na novoizgrađeni objekat, analiza i osvrt kako na prirodnu, tako i na izgrađenu sredinu, unutrašnji i spoljašnji prostor koji treba da čine jedinstvenu celinu, a potom i zahtevi i potrebe korisnika kao jedan od glavnih faktora, samo su neki od niza stvari o kojima arhitekta treba da vodi računa prilikom procesa projektovanja.

NAPOMENA:

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

2. STUDIJE SLUČAJA

2.1 Srednja škola Samuel Paty u Valentonu

Škola se sastoji od tri odvojene zgrade koje mogu funkcionisati nezavisno. To su obrazovna zgrada, gimnazija i smeštaj za osoblje. Glavni ulazi u obrazovnu zgradu i gimnaziju nalaze se na otvorenoj pešačkoj zoni u opštini Valenton. Ovaj prostor je zaštićen od saobraćaja, pružajući mirno i bezbedno okruženje za učenike. Šest smeštaja za osoblje (dvokrevetni ili trokrevetni apartmani) nalazi se severno od parcele i povezano je sa stambenim tkivom naselja.

Gimnazijska sala ima teren za kolektivne sportove (rukomet, košarku i sl.), plesni studio i zid za penjanje visok 14m. Nudi različite načine rada u zavisnosti od dana, vremena i korisnika. Van školskih časova stavlja se na raspolaganje udruženjima i sportskim klubovima. U prizemlju se nalazi višenamenska sala, svlačionice i toaleti. Prvi sprat je isključivo posvećen sportskim aktivnostima. Orijentacija zgrade ka jugu omogućava maksimalnu zimsku sunčevu energiju i štiti učionice od letnjih vrućina motorizovanim roletnama. Većinu vremena, igralište je samo u senci vegetacije. Unutra, preovlađujuće boje su bela, drvo i sirovi beton.

Svetli tonovi su u harmoniji sa osvetljenošću prostora. Obilna prirodna svetlost se postiže neprekidnim trakama trostrukog zastakljivanja u okviru hibridnih ramova drvo-aluminijum. Preko sto svetlosnih kanala (cevi od nerđajućeg čelika, zakrivljene ili prave) obezbeđuju prirodno osvetljenje centralnih hodnika i zadnjeg dela praktičnih radnih prostorija (za umetničko i naučno obrazovanje).

Sve fasade dele isti jezik dizajna, bilo da je u pitanju obrazovna zgrada, gimnazija ili smeštaj za osoblje. Prozori i roletne su krem boje koja podseća na drvo enterijera. Čelični suncobrani, koji deluju kao štitnici za sunce, postavljeni su ispred stepeništa i jedinstvenih prostora (kao što su biblioteka i fiskulturna sala) kako bi se stvorila raznovrsna atmosfera osvetljenja, čija kinetika je vođena delom dana i sunčevom svetlošću.

Fotonaponska instalacija je trenutno postavljena na „petu fasadu“ objekata. Nagibi krova koji gledaju na jug, tehničke odredbe i konstruktivne dimenzije su projektovane da prihvate težinu panela i njihovih okvira. [3]

2.2 Srednja škola Tran Duy Hung u Hanoju

Projektantski zadatak je bio da se izgradi nova javna srednja škola u razmeri jednog podruma, 5 spratova, 44 učionice, višenamenske zone, bazen. Zgrada uključuje učionice, funkcionalne učionice i fiskulturnu salu koji su

povezani u celinu preko sistema mostova, koji pokriva centralno dvorište.

Cilj je dati prioritet uređenju učionica na osi severoistok-jugozapad kako bi se postigla optimalna ventilacija i prirodno osvetljenje i obezbedila udobnost i zaštita od buke. Škola je planirana u zadnjem delu zemljišta, daleko od glavnog puta. Fiskulturna sala sa mnogim namenama može niti od koristi zajednici, poput bazena. Višenamenski prostor uređen pored glavnog puta igra ulogu u sprečavanju buke od glavnog puta da utiče na učionice.

Krov je projektovan sa ciljem stvaranja zelenog prostora i botaničke bašte za učenike. Održavanje zelenih površina na krovu omogućava razvijanje razumevanja i iskustva učenika o prirodnom svetu. Arhitektura škole ima za cilj da dovede zeleni prostor do visokog nivoa: 6000m² povrća i zelene bašte je planirano u više tipova – visoka i niska drveća pogodna za svako godišnje doba. Cela škola izgleda kao zeleni park u srcu urbanog područja.

Arhitektura zgrade je dizajnirana u minimalističkom stilu, koristeći samu zgradu da bi se istakla arhitektonska estetska vrednost, integrišući se sa celokupnom pejzažnom oblasti. Boje su jednostavne, ali fleksibilne i atraktivne. [4]

2.3 Srednja škola Mansueto u Čikagu

Dvospratna struktura, sa spoljašnjošću od tamne cigle i unutrašnjošću od svetlih, sivih metalnih panela, skoro u potpunosti se obavlja oko uređenog dvorišta. Upotreba zidanih zidova učvršćuje identitet zgrade, replicirajući istorijski kontekst lokacije, pružajući osećaj zaštite i štiteći unutrašnje funkcije od saobraćajne buke koja se stvara duž prometne industrijske saobraćajnice.

Dok učenici ulaze u kampus kroz gomilu drveća, ostavljaju iza sebe buku i gužvu 47. ulice, zarad mirnog i tihog okruženja. Učionice su prozračne, sa visokim plafonima i obiljem prirodnog svetla; krovni prozori u fiskulturnoj sali pojačavaju ovaj efekat. Najsavremenije naučne laboratorije imaju prozore od poda do plafona koji gledaju na dvorište – koje takođe služi kao drugo okruženje za učenje. Sportski objekti škole uključuju veliku teretanu sa košarkaškim i odbojkaškim terenom. Pokretne pregrade pružaju mogućnost korišćenja polovine prostora za ručak ili skupove, čak i kada se časovi u teretani nastavljaju u drugoj polovini prostora. Na istočnoj strani kampusa, fudbalski teren u punoj veličini omeđen je stazom za šetnju.

Ekološki progresivni materijali i karakteristike dizajna su očigledni u svim zgradama i uređenju pejzaža. Krovni prozori i prozori visokih performansi raspršuju dnevnu svetlost u učionice i pružaju pogled na dvorište i preko zgrade. Svi prostori (osim fiskulturne sale) se mehanički greju i hlade korišćenjem sistema varijabilnog protoka rashladnog sredstva koji je izuzetno energetski efikasan, što dovodi do uštede energije i smanjenih operativnih troškova. Sistem za prikupljanje kišnice sa južnog krova obezbeđuje pasivno navodnjavanje kampusa. [2]

2.4 Zaključak studije slučaja

Analizom navedenih primera dolazimo do sledećih zaključaka:

- U savremenom dobu je veoma važno da stavimo prirodu na prvo mesto i da pokušamo da je na bilo koji način uvedemo u objekat. To je moguće postići na mnogo načina: zeleni krovovi, upotreba prirodnih i ekološki progresivnih

materijala, sadnja što više visokog i niskog rastinja, igra svetlosti itd.

- Što veća udaljenost objekta od saobraćaja i buke predstavlja veliku prednost, a može se postići stvaranjem zelene barijere oko objekta. Na taj način se rešava problem saobraćajne buke, a prostor postaje prijatniji za boravak.

- Multifunkcionalni prostori su sve češći, jer oni predstavljaju optimalan način upotrebe prostora. Pokretne pregrade se najčešće koriste u tu svrhu.

3. LOKACIJA

Kao jedan od najvećih i najnaseljenijih gradova Srbije, Novi Sad ima tendenciju rasta broja stanovnika, pre svega mladih koji u ovaj grad dolaze radi obrazovanja. Samim tim javlja se potreba za većim brojem obrazovnih ustanova. Novoprojektovana gimnazija u Novom Sadu smeštena je na parceli sa katastarskim brojem 5857/1. Parcela se nalazi na čošku ulica Stojana Novakovića i Đorđa Nikšića Johana. Iako se nalazi u blizini velikih saobraćajnica, Bulevara Evrope, Bulevara Vojvode Stepe i Bulevara Slobodana Jovanovića, sama parcela je veoma dobro izolovana od gradske buke. Od Bulevara Evrope je udaljena 300m i odvojena je parkom, koji predstavlja odličan zaštitni pojas. Od Bulevara Vojvode Stepe i Bulevara Slobodana Jovanovića je deli pojas stambenih zgrada. Od svih novosadskih gimnazija, Gimnazija „Laza Kostić“ je najbliža odabranoj parceli i udaljena je skoro 3km. Dobru povezanost sa ostalim delovima grada omogućava postojanje nekoliko autobuskih stajališta za gradski prevoz u neposrednoj blizini parcele. U blizini se nalaze autobuska stajališta za linije 7a, 7b, 8a, 8b, 13a i 13b. U neposrednoj blizini (na svega dve minute hoda) nalaze se i teniski tereni, koji mogu biti korisni za povremeno održavanje časova fizičkog vaspitanja. Kvalitetu lokacije značajno doprinosi postojanje velikog broja zelenih površina i visokog rastinja, koje je od velikog značaja za zdravo okruženje, jer umanjuje ili apsorbira štetne gasove koji dolaze iz okolnog saobraćaja. To je posebno značajno u velikim gradovima, gde se svakodnevno susrećemo sa činjenicom o sve manjoj zastupljenosti zelenih površina.

4. KONCEPT

Razvoj koncepta predstavlja prvi korak ka oblikovanju nekog sklopa. [7] Na formu objekta najviše je uticao specifičan oblik osnove, koja je izrađena upotrebom ćelijskog automata, čiji je autor dr. doc. Dejan Ecet. Jednostavne kubične forme različitih visina idealno su se uklopile u parcelu pravilnog pravougaonog oblika. Škola je pozicionirana na parceli tako da gleda na dve ulice (Stojana Novakovića i Đorđa Nikšića Johana). Objekat je slobodnostojeći. Postojanje prirodnog osvetljenja u što većoj količini je jedna od glavnih stvari kojima se težilo.

5. KONSTRUKCIJA

Konstruktivni elementi su oni elementi koji formiraju konstrukciju objekta, primaju, nose i prenose opterećenje iznad sebe, kao i sopstvenu težinu na elemente ili tlo ispod sebe. [6] U ovom slučaju je primenjen skeletni konstruktivni sistem, gde su noseći elementi armiranobetonski stubovi dimenzija 30x30cm, odnosno 30x50cm u fiskulturnoj sali i armiranobetonske grede poprečnog preseka 30/40cm, odnosno 50/60cm iznad

fiskulturne sale. Armiranobetonska platna se nalaze oko liftovskog jezgra i oko stepeništa. Fasadni zidovi su debljine 30cm i zidani su ytong termo blokovima. Unutrašnji zidovi ka hodniku su od opeke i debljine su 25cm. Pregradni zidovi su gips zidovi koje čini metalna konstrukcija debljine 75mm i dvostrana dvoslojna obloga od ploča po 12.5mm sa izolacijom od mineralne vune. Međuspratnu konstrukciju čine pune armirano-betonske ploče debljine 20cm. Spratna visina od 340cm savladana je pomoću dvokrakog armiranobetonskog stepeništa. Po jednom kraku ima 10 stepenika dimenzija 17/30cm. Visina fiskulturne sale u njenom najvišem delu je 8,6m, a u najnižem 7m. Stepenište ka tribinama je dvokrako u istom pravcu, sa kracima od po 10 stepenika dimenzija 17/30cm. Prizemlje je izdignuto 10cm u odnosu na dvorište i ta denivelacija je savladana pomoću jednog stepenika. Na oba ulaza u objekat se nalazi rampa nagiba 5% i širine 125cm. Objekat ima četiri atrijuma i sva četiri su formirana staklenim zid zavesama.

Izvršeno je temeljenje preko temelja samaca na dubini od 110cm. Ispod temelja je urađen sloj mršavog betona debljine 5cm i sloj šljunka debljine 10cm.

Krovnu konstrukciju najvećim delom čine ravni krovovi i statički sistem je isti kao i kod međuspratne konstrukcije. Ravan krov je nagiba 2,5% i veliki deo čini prohodan zeleni krov. Ostatak ravnog krova čini neprohodan krov. Kosi krov, nagiba 8,75%, nalazi se iznad fiskulturne sale. Krovnu konstrukciju čine LLD nosači poporečnog preseka 120/30cm, postavljeni u poprečnom pravcu, i rožnjače dimenzija 16/40cm postavljene u rasponu od 2,9m u podužnom pravcu između LLD nosača. Krov je slagani sa nosećim trapezastim limom, termoizolacijom od kamene vune i krovnom hidroizolacionom folijom.

Zidovi od ytong termo blokova su obloženi pločama kamene vune debljine 15cm, koje se postavljaju lepljenjem preko suvih i čistih zidnih površina čime se formira energetski efikasna fasadna obloga. Fasada objekta je delom obložena fasadnom dekorativnom opekama, a delom fasadnim malterom.

6. MATERIJALIZACIJA

Prilikom izbora materijala težilo se minimalizmu i uklapanju u kontekst. Na fasadi su kombinovani sledeći materijali: dekorativna opeka, fasadni malter, drvo i staklo. Kada je u pitanju drvo, izbor je pao na tikovinu, kao najkvalitetnije drvo za spoljnu upotrebu. Tikovinu karakteriše specifična samoimpregnacija budući da drvo sadrži brojne ćelije bogate uljem koje mu pružaju dugotrajnu elastičnost, izdržljivost i otpornost na insekte i truljenje. [1] Brisoleji koji se pojavljuju na delu istočne fasade su drveni. Drvo se javlja i na krovu, u vidu deking podnog sistema.

Najveći deo fasade urađen je dekorativnom opekama i fasadnim malterom. Upotreba opeke na većem delu fasade proizilazi iz konteksta, jer su okolne stambene zgrade, kao i vrtić od opeke. Opeka okolnih objekata se kreće od narandžaste do svetlo braon, dok je na školi primenjena braon opeka, slične nijanse kao drveni brisoleji. Kako bi se pojednostavio celokupan izgled objekta i stvorio balans sa braon opekama, na ostatku fasade primenjen je fasadni malter svetlo sive boje.

Staklene površine čine veliki deo objekta, posebno u atrijumima gde dolazi do prožimanja unutrašnjeg prostora

sa spoljašnjim. Velike staklene površine se javljaju i u biblioteci, svečanoj sali (velikoj i maloj) i u glavnom holu. Na ovaj način se stvara osećaj otvorenosti i dopušta se svetlosti da u što većoj meri proдре u objekat.

Spajanjem svih ovih materijala dobijamo celinu koja odiše elegancijom i jednostavnošću.

7. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA

Funkcionalna analiza je postupak pomoću koga se utvrđuju sve aktivnosti i sadržaji koji se odvijaju u određenom prostoru. Na ovaj način raščlanjuje se prostorni sklop na pojedinačne funkcionalne zone. [7]

Novoprojektovana škola spratnosti P+2, prostire se na 8 467,78m² bruto razvijene površine. Ukupna neto površina objekta iznosi 7 662,43 m². Uz to objekat u svom sastavu ima i 4 atrijuma čija ukupna površina iznosi 386,28m². Atrijumi su zamišljeni kao male oaze za odmor, ispunjene zelenilom, koje oplemenjuju ceo objekat. Po potrebi oni mogu da se koriste i kao učionice na otvorenom. Škola ima dva ulaza, a od vertikalnih komunikacija lift i troje stepeništa, od kojih samo jedno stepenište vodi do poslednje etaže.

Prizemlje čini najveći deo površine objekta. U prizemlju se nalaze glavni hol, kantina sa kuhinjom, biblioteka sa čitaonicom, velika i mala svečana sala, fiskulturna sala, 4 učionice, učionica za informatiku, prostorija za volonterski rad, skladišta, tehničke prostorije, toaleti za učenike, radionica. Velike staklene površine od poda do plafona čine boravak u ovom prostoru veoma prijatnim. Škola ima svoju kantinu i kuhinju u kojoj se pripremaju obroci za učenike. U sklopu kuhinje postoji i prostor za skladištenje hrane. Iz menze može da se uđe u atrijum. Odmah pored glavnog hola se nalaze svečane sale – mala i glavna. Iz velike sale može da se stupi direktno u malu salu, a po potrebi ove dve sale mogu da se koriste kao jedna, jer su odvojene lakom pokretnom pregradom. Fiskulturna sala ima i tribine i u nju može da se uđe i iz dvorišta. Kako bi se đacima što više podigla svest o tome koliko je važna humanost i pomaganje drugima, u okviru škole postoji volonterski rad.

Na prvoj etaži se nalaze sledeće prostorije: zbornica, prostorija za pomoćno osoblje, čajna kuhinja za zaposlene, direktor, administracija, psiholog, pedagog, 8 učionica, laboratorije za fiziku, hemiju i biologiju sa pripremnim prostorijama u sklopu, toaleti za učenike, toaleti za zaposlene. Od vannastavnih aktivnosti na ovoj etaži se nalazi slikarska sekcija, novinarska sekcija i foto sekcija. U jednom delu hodnika se nalazi prošireni deo zamišljen kao mali dnevni boravak gde će đaci provoditi vreme na odmorima.

Poslednja i najmanja etaža poseduje sledeće prostorije: 5 učionica, učionicu za muzičko, prostoriju za orkestar i hor, školu jezika, garderobu, toalete za učenike, skladište, tehničku prostoriju. Najveći deo ove etaže čini zeleni prohodni krov. Zamisao je da u okviru škole postoje i časovi domaćinstva, tj. da đaci imaju mogućnost da se bave poljoprivrednom proizvodnjom i uzgajaju različite biljke. Prilikom osmišljavanja sadržaja cilj je bio projektovati školu sa dosta raznolikim spektrom aktivnosti, i na taj način omogućiti đacima da kvalitetno provedu vreme u njoj. Veliki broj vannastavnih aktivnosti koje škola nudi će učiniti boravak u njoj dosta zanimljivijim i daće priliku

mladim ljudima da se druže i upoznaju na osnovu sličnih interesovanja.

8. ENTERIJER

U enterijeru dominira jednostavnost i teži se postizanju komfora. Jedan od glavnih ciljeva je bilo uvođenje prirodnog osvetljenja, pa iz toga proizilazi i veliki broj atrijuma i staklenih površina. Prirodna svetlost prostor čini zdravijim za boravak. Podovi su većinski obloženi granitnom keramikom. Sve vrste učionica, garderobe, zbornice, kancelarije i prostorija za pomoćno osoblje imaju vinil pod. Epoksi pod se nalazi u tehničkim prostorijama i radionici. Obloga poda u fiskulturnoj sali je parket. Zidovi su uglavnom bojeni u belo ili svetlo sivo, dok su u toaletima obloženi keramičkim pločicama. Betonsko stepenište obloženo je granitnom keramikom. U celoj školi prevladavaju svetliji tonovi, sa pojavljivanjem akcentnih boja u pojedinim prostorijama.



Slika 1 – Prikaz atrijuma

9. EKSTERIJER

Prilikom projektovanja ovog javnog objekta velika pažnja je posvećena i projektovanju prostora oko škole, odnosno dvorišta i sadržaja koji će ga ispuniti. Pre svega je bilo važno da sadržaj bude što raznovrsniji kako bi učenici provodili što više vremena na otvorenom. U dvorištu škole se izdvajaju sledeće zone: park, sportski tereni, parking za goste, parking za zaposlene, parking za bicikle.

Celo dvorište je ispunjeno sa dosta zelenila. Visoko rastinje dominira, što je veoma velika prednost. Stvara hladovinu tokom vrelih letnjih dana i čini da dvorište postane ušuškani kutak izolovan od okoline. Značajna je i njena estetska vrednost, jer svojim karakteristikama doprinosi drugačijem, a tokom godišnjih doba, promenljivom izgledu objekta. [6] Postoje dva odvojena parkinga: jedan je za zaposlene u školi sa 22 parking mesta, a drugi za goste sa 39 parking mesta. U današnje vreme, kada parking svakodnevno predstavlja veliki problem, postojanje istog u sklopu objekta je veoma olakšavajuća okolnost. Dva velika sportska terena omogućavaju đacima da se bave sportom. Park zauzima veliku površinu sa uređenim zelenim površinama i dosta prostora za sedenje.



Slika 2 – Prikaz škole

10. ZAKLJUČAK

Projektovanje jednog javnog objekta je veoma kompleksan proces tokom kojeg arhitekta mora da vodi računa o velikom broju različitih faktora istovremeno, pokušavajući da ih uskladi i spoji u jednu funkcionalnu celinu. Osim na zahteve korisnika, posebnu pažnju treba obratiti i na okolinu i prirodu, tj. kako objekat najbolje uklopiti u dati kontekst, a da ga pritom ne narušimo. U današnje vreme posebno treba obratiti pažnju na uvođenje prirode i prirodnog u projektovanje. Iako se na prvi pogled možda i ne čini tako, potreban je naporan rad i posvećenost kako bi se zadovoljili svi kriterijumi i rešile sve poteškoće sa kojima se arhitekta susreće, pre nego što isprojektuje komforan, funkcionalan i zdrav prostor u kome će korisnik rado boraviti.

11. LITERATURA

1. *Drvo u eksterijeru - podne obloge od drveta.* (n.d.). Retrieved 8 5, 2023, from podovi: <https://www.podovi.org/drvo-u-eksterijeru-podne-obloge-od-drveta/>
2. *Mansueto High School / Wheeler Kearns Architects.* (n.d.). Retrieved from Archdaily: <https://www.archdaily.com/946017/mansueto-high-school-wheeler-kearns-architects>
3. *Samuel-Paty Secondary School in Valenton / Archipente.* (n.d.). Retrieved from Archdaily: <https://www.archdaily.com/1002313/samuel-paty-secondary-school-in-valenton-archipente>
4. *Tran Duy Hung Secondary School / Sunjin Vietnam Joint Venture Company.* (n.d.). Retrieved from Archdaily: <https://www.archdaily.com/998291/tran-duy-hung-secondary-school-sunjin-vietnam-joint-venture-company>
5. *Ugradnja faasde sa kamenom vunom u 8 koraka.* (n.d.). Retrieved from knaufinsulation.rs: <https://www.knaufinsulation.rs/primena/kontakt-na-fasada/ugradnja-fasade-sa-kamenom-vunom-u-8-koraka>
6. Вукајлов, Љ. (2019). *Елементи и склопови зграда.* Нови Сад: ФТН.
7. Кркљеш, М. (2019). *Архитектонска анализа.* Нови Сад: ФТН Издаваштво.

Kratka biografija



Anđela Samardžić rođena je u Novom Sadu 2000. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka, pod nazivom Projekat porodične kuće u Novom Sadu, odbranila je 2023. godine. Kontakt: samardzicandjela06@gmail.com



ПРИНЦИПИ ЕНТЕРИЈЕРА КОКТЕЛ БАРА ПРИКАЗАНИ КРОЗ ИЗРАДУ БАРА У БЕОГРАДУ

PRICIPLES OF COCKTAIL BAR INTERIOR DESIGN PRESENTED THROUGH THE CREATION OF A BAR PROJECT IN BELGRADE

Ана Марић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ДИЗАЈН ЕНТЕРИЈЕРА

Кратак садржај – Рад се бави истраживањем и приближавањем теме коктел бара и дизајна ентеријера истих, кроз пројекат коктел бара „Централ“ у Београду. Пројектом су обухваћене различите теме у савременом дизајну, и приказане кроз прожимање различитих елемената који коегзистирају.

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

Савремени дизајн ентеријера игра важну улогу у обликовању доживљаја корисника, а у великој мјери зависи од трендова и друштвених токова. У јавним просторима, естетика често зависи од економских фактора, при чему савремено дизајнирани простори привлаче више корисника и постижу комерцијални успех. Ово ствара потребу за редовним освјежавањем и унапређивање ентеријера како би остао релевантан. У том смислу, ентеријер је подложен честим измјенама, а дизајнери се труде да сваки пут понуде нову и иновативну визију простора, користећи различите материјале, боје, текстуре и типове освјетљења. Ови елементи стварају атмосферу која стимулише кориснике и изазива позитивне емоције. Стални развој друштва и технологије захтјева од дизајнера да се прилагођавају, како би ентеријери остали у складу са савременим потребама и културним промјенама.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Радомир Којић.

1.1. Коктел

Коктел је смјеша неколико супстанци, обично течних. Коктел се може припремити од најмање двије 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. За појаву коктела највећи допринос дали су Џери Томас који је 1863. године први издао приручник за мешана пића и Хари Џонсон који 1868. године издаје своју прву књигу под називом “Миксологија” [1].

1.2. Историја коктел бара

Ера Прохибиције у Сједињеним Америчким Државама, од 1920. до 1933. године, била је вријеме када су продаја, производња и транспорт алкохола били незаконити. Ово је представљало значајан изазов за индустрију коктела, јер су барови и таверне били присиљени да затворе, а продаја алкохола постала незаконита. Међутим, ово је такође довело до пораста бројности спикејзи (енг. *speakeasy*) барова (тајних барова), који су били илегални објекти у којима се продавао алкохол [2].

Са укидањем прохибиције 1933. године, барменство је доживјело значајан препород. Како је 20. вијек напредовао, умјетност барменства је уступила мјесто практичности и масовној производњи. Популарност унапријед припремљених миксева и флашираних коктела смањила је потребу да бармени праве пића од нуле. Почетком 2000-их свједоци смо оживљавања интересовања за квалитетна пића и миксологију, што је довело до појаве савременог покрета крафт коктела [3]. Покрет крафт коктела је друштвени феномен који је произашао из ренесансе коктела, периода крајем 20. и почетком 21. вијека обиљеженог оживљавањем и поновним фокусом на традиционалне рецепте и методе у индустрији барова. Овај покрет је настао као контра-одговор на масовну производњу и стандардизовану понуду пића која је доминирала касним 20. вијеком [4].

1.3. Циљ

Концепт коктел барови данас се удаљава од њихове оригиналне типологије и све чешће бива апстрактно схваћен. У овом завршном раду биће истражена типологија коктел бара, њихов однос према дрштву и култури садашњице. Кроз анализу локације и намјене, било је потребно осмислити простор који задовољава

све потребе ове типологије, али и дати освјежавајућу атмосферу и естетику простора.

2. ОПИС ЛОКАЦИЈЕ И ПРОГРАМА

Коктел бар који је било потребно дизајнирати налази се у самом срцу Београда, у улици Краља Петра, у Старом граду. Овај дио града представља спој старог и новог, гдје се историјске знаменитости сусрећу са савременим културним и урбаним токовима. Коктел бар је смјештен у приземљу старе стамбене зграде, што му даје додатну димензију аутентичности и повезаности са традицијом Београда.

Што се тиче дизајна ентеријера, он нема строго дефинисану стилску припадност. Простор је функционално организован, са логичним распоредом сегмената који омогућавају природан ток и повезаност међу различитим дијеловима.

3. ТЕМА

Идеја пројекта овог коктел бара била је да се створи простор који визуелно освежава и оставља снажан утисак на посјетиоце. Иако је акценат на модерности, дизајн задржава основне принципе који су кључни за барове. Постојећи распоред простора инспирисао је подјелу на три основне организационе целине, које су међусобно повезане и заједно стварају специфичну атмосферу. У процесу дизајнирања, посебна пажња је посвећена одржавању мистериозног тона у ентеријеру, инспирисаног раним спикизи баровима из доба Прохибиције. Овај мистериозан аспект дизајна треба да пробуди осјећај интимности.

3.1. Освјетљење

Освјетљење сједињује елементе ентеријера; оно поставља расположење, истиче простор и омогућава нам да се фокусирамо или опустимо. Освјетљење је у овом пројекту играло врло важну улогу у формирању жељене атмосфере. Свакој врсти освјетљења припада одређена сврха и, када се комбинују, могу трансформисати било који простор у визуелно занимљиво окружење. У угоститељским просторима, да би се постигла пријатна атмосфера, потребно је користити различите изворе и врсте освјетљења, као и њихове смислене комбинације.

Једнако важна као и вјештачко освјетљење, јесте дневна свјетлост. Она утиче на положај свих елемената у простору, те је важно пратити њено кретање.

3.2. Материјал и текстура

Својим утицајем на цјелокупни излед, доживљај и функционалност простора, материјали имају кључну улогу у дизајну ентеријерских простора. Материјали стварају наратив и идентитет простора, одражавајући његову личност и сврху. Они су фундаментални за естетику простора. Различити материјали могу пренијети различите стилове и атмосферу простора.

Текстура је још један важан аспект материјала који значајно утиче на дизајн. Текстуриране површине могу додати „визуелну тежину“ простору и помоћи у истицању одређених елемената.

3.3. Намјештај

Подједнако важна тема уређења ентеријерских простора јесте одабир адекватног намјештаја, јер директно утиче на функционалност, естетику и начин коришћења простора. Намјештај није само визуелни елемент већ и средство којим се диктира динамика и намјена простора. Он може подстаћи бржу или спорију интеракцију, као и различите нивое удобности и доживљаја.

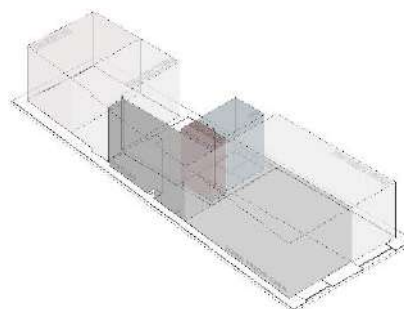
4. УРЕЂЕЊЕ ЕНТЕРИЈЕРА

4.1. Концепт

Ентеријер коктел бара је пажљиво осмишљен као три повезане цјелине, свако са својом јасно дефинисаном темом. Ове три зоне су усклађене тако да природно прелазе једна у другу, стварајући тако хармоничан и функционалан простор.

Прва цјелина, која је непосредно доступна при уласку у бар, дизајнирана је као брзи бар. Овај дио је креиран са фокусом на динамичну и енергичну атмосферу, гдје је основна сврха брза и ефективна услуга. Из овог простора, преко друге цјелине која служи као комуникациони пролаз, приступа се трећем простору, осмишљеном као спори бар.

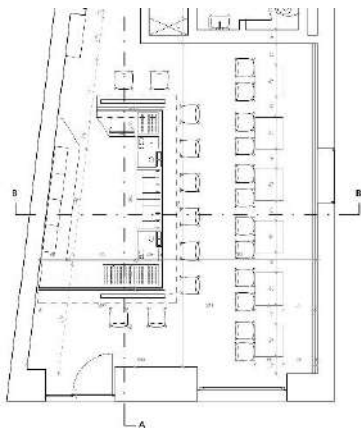
Основна идеја била је свакој од ових цјелина додијелити специфичну атмосферу и нагласити је кроз избор материјала, текстура и освјетљења.



Слика 1. Концепт подјеле простора

4.2. Прва тема / сегмент бара

Како је овај дио бара први који се уочава и видљив са улице, он игра кључну улогу у привлачењу клијената. Конципиран као брзи бар, овај сегмент простора је динамичан и енергичан. По уласку у бар, прво што се сагледава је шанк, који служи као главни елемент за припрему коктела, а такође и као простор за сједење. Шанк је осмишљен као самостална цјелина која представља централну тачку освјетљења у овом дијелу бара. Плафон изнад шанка је спуштен и обложен металним панелима, који имају двоструку улогу: рефлектују свјетлост из шанка и пружају занимљив визуелни ефекат рефлексацијом догађаја који се одвијају у простору шанка.



Слика 2. Основа првог сегмента бара

У позадини шанка налази се полица за одлагање боца пића, чија је полеђина обложена металним панелима у истом стилу као и спуштени плафон, а горња страна полице је освјетљена линијским ЛЕД свјетлима, чиме се уводи драматичнија атмосфера.

Насупрот шанку, предвиђено је високо сједење, гдје се сједећи дио може отворити и користити као складиште. Зидови у овом дијелу су обојени у црну боју до висине од 122 центиметра, док је остатак зида обложен профилисаним лименим панелима.

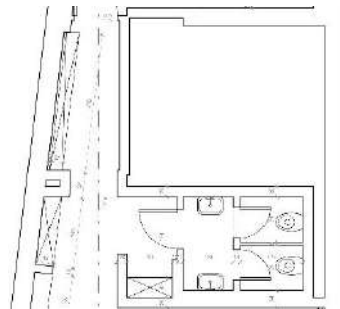
Материјал који доминира у овом простору је профилисани лим металног финиша, који је изабран због својих рефлектујућих карактеристика. Текстура овог материјала појачава визуелни ефекат простора, чинећи га динамичним и јединственим. Различити извори освјетљења доприносе додатном наглашавању текстуре и стварању атрактивне атмосфере.



Слика 3. Амбијентални приказ првог сегмента бара

4.3. Друга тема / сегмент бара

Као засебна тема бара, јавља се пролаз који повезује брзи и спори бар. Овај дио простора игра улогу као транзициона зона, која омогућава прелаз из динамичне атмосфере брзог бара у интимније окружење спорог бара. Своје особине пролаз истиче напетом и ишчекивањем које ствара на путу ка новој атмосфери. Простор пролаза је узак и таман, са пажљиво дизајнираним индиректним изворима освјетљења који додају дубину и мистериозност.



Слика 4. Основа другог сегмента бара

Настављањем кроз пролаз, са лијеве стране је постављена полица за трофеје и боце, осмишљена по истом принципу као и полица у шанку. Ова полица је освјетљена тако да наглашава њене садржаје и ствара контраст са црним плафоном. Са десне стране пролаза, отвара се приступ складишту које води до тоалета.

Тема пролаза је такође инспирисана геометријским аспектима, јер се дужином сужава због косине контурног зида.



Слика 5. Амбијентални приказ другог сегмента бара

4.4. Трећа тема / сегмент бара

Овај дио бара осмишљен је као спори бар и има мање сједећих мјеста у односу на брзи бар. Спори бар је мањи и интимнији, са суптилнијим освјетљењем. Концепт дизајна ентеријера у овом сегменту наставља основну тему, уз одређене модификације како би се постигла жељена амбијентална атмосфера.



Слика 6. Основа трећег сегмента бара

Овдје је предвиђено дуже задржавање уз барски пулт, гдје одабир мобилијара игра значајну улогу.

Полеђина бара опремљена је полицом за пиће која је, као и остале у бару, направљена по принципу модуларног дизајна, састављена од шупљих кубичних облика, али без алуминијумске позадине. Ово је намјерно урађено јер у овом дијелу простора није потребна рефлексија свјетлости са полица.

Плафон изнад барског пулта је спуштен, али без употребе металних панела, доприносећи стварању интимније и топлије атмосфере, избјегавајући рефлексију металних панела.



Слика 7. Амбијентални приказ трећег сегмента бара

4.5. Освјетљење

Тема освјетљења била је централна у овом пројекту, јер је оно играло кључну улогу у постизању жељене атмосфере у све три цјелине бара.

У оквиру брзог бара, освјетљење је усмјерено на линијеске висилице дизајнера *Мутто* изнад шанка, које добијају на интезитету захваљујући металним панелима на плафону. Тачкасте *Креон* - ове висилице стварају интимнију атмосферу изнад столова.

У пролазу, главно освјетљење су ЛЕД траке на полици, а двије плафоњере доприносе општој расвјети, не нарушавајући мистериозну атмосферу.

У спором бару, освјетљење је суптилније, уз спот свејтиљке изнад шанка и ЛЕД траке на полицама.

Линијско ЛЕД освјетљење постављено је на зидовима, сакривено између профилисаних панела.

Све расвјетне компоненте коегзистирају са рефлектујућим материјалима, стварајући јединствену атмосферу и идентитет простора.

4.6. Материјализација

Код одабира материјала, основна идеја је била да коегзистирају са освјетљењем, стварајући одговарајућу атмосферу. Главни материјал је профилисани лим металног финиша, који се монтира на зидове и спољашњу страну шанка.

Полице су израђене од лимених кутија у црној боји са металном полеђином, док у спором бару метална полеђина недостаје како би се избјегла рефлексија

свјетла. Метални панели на спуштену плафону над шанком рефлектују освјетљење.

Радна површина бара је од инокса, што осигурава лако одржавање и отпорност. Висока сједишта комбинују тамну еко кожу и орахово дрво, стварајући топлију атмосферу.

4.7. Мобилијар

Концепт подјеле бара на три сегмента одражава се и у одабиру мобилијара и опреме.

За шанком брзог бара, гдје је кратко задржавање гостију, употребљене су столице без наслона од дизајнера *Мутто*, са кожним сједиштем и дрвеном базом. У зони високог сједења и шанку спорог бара, одабране су столице са наслоном истог дизајнера, такође тапациране кожом. Барски столови су једноставни и елегантни, лако се уклапајући у простор.

5. ЗАКЉУЧАК

Култура коктел барова данас је у порасту, постајући важан елемент урбаног живота и поп културе. Стога је кључно да дизајн ових простора буде пажљиво осмишљен, како би се створио препознатљив идентитет.

Основна идеја дизајна овог простора била је стварање идентитета кроз унутрашње уређење. Функционалност и естетика су били на првом мјесту, а сваки сегмент има своју атмосферу, али су сви дијелови повезани истим материјалима. Различити извори и типови освјетљења допринјели су стварању засебних амбијената.

Овај дизајн не само да задовољава практичне захтеве, већ и пружа пријатно и инспиративно окружење које одражава трендове урбаног живота, промовишући значај коктел културе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Cocktail> (приступљено у јулу 2024.)
- [2] <https://alambika.ca/blogs/articles/the-history-of-cocktail-culture-and-its-evolution-over-time> (приступљено у јулу 2024.)
- [3] <https://abcpermits.com/history-of-bartending/> (приступљено у јулу 2024.)
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Craft_cocktail_movement (приступљено у јулу 2024.)

Кратка биографија:



Ана Марић рођена је у Србињу 2000. године. Дипломирала 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: anamariccc22@gmail.com

GRADENJE NA SLOJEVIMA NARATIVNOG TALOGA: PROJEKAT MEMORIJALNOG PARKA „STARO SAJMIŠTE“**BUILDING ON LAYERS OF NARRATIVE SEDIMENT: THE MEMORIAL PARK "STARO SAJMIŠTE" PROJECT**

Nina Čegar, Miljana Zeković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad teži ka formiranju koncepta arhitektonskog rešenja za memorijalni park Staro sajmište. Ovaj prostor se može okarakterisati kao kompleksno graditeljsko nasleđe sa mnogobrojnim slojevima nataloženih narativa uslovljenih događajima koji su se u njemu odigrali i društveno-političkom situacijom datog trenutka. Kako bi se ključni slojevi razumeli i uspostavio adekvatan odnos sa njima i kako bi novi umetnuti sloj bio reaktivan na njih, rad dublje istražuje fenomen slojeva narativnog taloga. Na osnovu ovog teorijskog okvira razvija se idejno rešenje za budućnost ovog prostora.

Ključne reči: Memorijalni park, slojevi, narativni talog, kompleksno nasleđe

Abstract – The aim is to define the architectural concept for the memorial park at Staro Sajmište, a site marked by a complex heritage of layered narratives shaped by various historical events and socio-political contexts in less than a century. Understanding the most dominant layers and establishing a meaningful relationship with them is essential while ensuring that the newly introduced layer is responsive to all these existing narratives. Thus, the phenomenon of layers of narrative sediment serves as a theoretical foundation to rethink the future of the space.

Keywords: Memorial park, layers, narrative sediment, complex heritage

1. UVOD

Sa leve strane Save u Beogradu, neposredno pre njenog ušća u Dunav, nalazi se grad u gradu, mikrokosmos u centru Beograda – Staro sajmište. Ovaj oneobičeni narativni pejzaž bi se zbog svoje istorije lako mogao opisati kao prostor fantastike koji u malom uzorku reflektuje događaje ne samo na nivou ostatka Beograda, već bi se mogao posmatrati i kao „parče sveta“ u malom. Apsurdno, možda je događajima koji su se odigrali na ovom prostoru Staro sajmište najbolje uspelo da ispuni ulogu reprezentacije sveta kroz nacionalne paviljone, tokom gotovo čitavog veka od trenutka njegovog nastanka 1937. godine. Ako je ova hipoteza tačna, promena uslova u kojima se danas nalazi ovaj prostor mogla bi da implicira i promene na širem društvenom planu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Miljana Zeković, red. prof.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja predstavlja fenomen slojeva narativnog taloga u prostoru, uočen na prostoru kompleksnog graditeljskog nasleđa Starog sajmišta. Istražuje se na koji način priča, događaj i sećanje definišu prostor i postaju njegova dominantna funkcija. Fokus istraživanja je na ispitivanju toga kako modifikacijom prostora možemo promeniti narativ koji on nosi. Prostori poput Starog sajmišta nisu samo fizički objekti, već složene prostorne naracije koje svedoče o traumama, promenama i kontinuitetu društva.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja jeste razvijanje metode za prostorni tretman kompleksnog graditeljskog nasleđa, koje nosi slojevite i višeznačne narative proizašle iz različitih istorijskih, društvenih i političkih događaja. Kroz ovo istraživanje nastoji se uspostaviti jasna metodologija koja omogućava promišljen pristup ovakvim prostorima, uz poštovanje njihovih istorijskih slojeva, ali i s ciljem da se omogući njihova revitalizacija i savremena interpretacija. Poseban fokus rada jeste na primeni definisane metode na prostoru Starog sajmišta, koje predstavlja nasleđe sa kompleksnom i problematičnom istorijom. Istraživanje teži da pruži odgovore na to kako tretirati prostor sa složenim narativima i konfliktima koji proizlaze iz prošlih događaja, a da se pritom sačuva njegov integritet, ali i omogući njegovo dalje korišćenje i adaptacija.

Ova strategija treba da pruži okvir za delovanje u prostoru gde se prepliću različiti narativi, kako bi se izbegla redukcija značenja i omogućilo kompleksno čitanje i tumačenje prostora.

2. TEORIJSKI OKVIR**2.1. Slojevi narativnog taloga**

Prostor Starog sajmišta može biti opisan na različite načine, pri čemu svaki opis verovatno odgovara nekoj njegovoj fazi, s obzirom na kompleksnost i protivrečnost značenja koje je ovaj prostor imao kroz vreme. Međutim, primetan je jedan pojam koji se izdvaja i čiji eho je opšteprisutan pri svakom promišljanju Starog sajmišta, a to je – priča. O neraskidivoj vezi prostora i priče koju on nosi Meta Hočevar piše u svojoj knjizi „Prostori igre“: „Iskustvo koje prostor dobija pričom (pre svega kad se ta priča ponavlja), spaja se tako sa prostorom pa karakteristično oblikovanje prostora postaje znak pojedinog iskustva.“ [1]. Na prostoru Starog sajmišta, u

priči koju taj prostor nosi sadržano je mnoštvo makro i mikro priča o događajima koji su se tu odigrali i zajedno sa fizičkim strukturama čine neraskidivu celinu. Snaga te priče, koja je u ovom slučaju uzima primat nad svim ostalim determinantama prostora, navodi na postavljanje tog fenomena u centar i pokušaj formiranja arhitektonskog koncepta memorijalnog parka oslanjajući se na ovaj fenomen.

Tako je došlo do kovanja termina „narativni talog“, jer zaista, na prostoru Starog sajmišta se sve te priče doživljavaju kao kompleksna supstanca i mešavina mulja, ostataka ili ekscesa, kojima je neophodno sveobuhvatno pristupiti.

Narativ predstavlja početnu tačku za istraživanje narativne funkcije prostora i na koji način se može intervenisati u prostoru u kom je priča hijerarhijski iznad fizičkih tragova. Postavlja se pitanje, kako umetnuti novi sloj, svesno konstruisan, gde prostorni gestovi predstavljaju novi narativ, u prostor koji je već preopterećen i stoji kao čuvar svih svesnih i nesvesnih prethodno generisanih narativa.

2.2. Nataloženi narativi Starog sajmišta

Istoriju ovog grada u geografskom centru grada Beograda, možemo pratiti od njegovog planiranja i nastanka izgradnjom sajamskog kompleksa 1937. godine, kada Beograd prvi put prelazi na levu obalu reke Save. Sajam je izgrađen u stilu ranog modernizma, progresivan za svoje vreme i dominantan narativ koji je prostor nosio u tom trenutku jeste bio napredak i razvoj.

Međutim, neposredno nakon toga 1941. godine, sajam dobija prenamenu u nacistički koncentracioni logor. Centralno organizovana urbanistička matrica sajma je poslužila kao pogodna za ovakvu programsku transformaciju, te prostor umesto sajma postaje stratište.

Nakon što je u savezničkom bombardovanju prostor značajno uništen, po završetku rata na mestima potpuno srušenih paviljona niču barake za smeštaj Omladinskih brigada koje su gradile Novi Beograd, dok su se i malobrojni opstali paviljoni takođe koriste u iste svrhe. Ovaj prostor je opet, akterima tog vremena poslužio za zgodnu prenamenu zbog svoje pozicije kao jedine izgrađene celine koja se u tom trenutku nalazi sa druge strane reke.

Danas, osim doseljenih umetnika i članova marginalizovanih društvenih grupa, ovaj prostor je u javnom diskursu nedvosmisleno definisan nemarom i zaboravom.

Po rečima antropologa Srđana Radovića, ovaj prostor je tokom čitavog postojanja definisala urbana centralizacija i simbolička maginalizacija [2]. To je upravo posledica taloženja svih nepomirenih narativa akumuliranih na ovom prostoru.

2.3. Novi narativi – studija slučaja

Pre nego što se zauzme prostorni stav i utvrdi strategija za tretman prostora Starog sajmišta, izvršen je pregled relevantnih narativa u arhitektonskom diskursu, koji služe kao baza za razumevanje problematike koja se tiče prostora ovog prostora.

Analizirana su relevantna iskustva koja su poslužila kao potpora za formiranje prostornog stava, kao što je definisanje termina kompleksnog i problematičnog nasleđa, analiza primera koji su klasifikovani kao tip

grad-spomenik, i razmatranje strategije za građenje na objektima pogođenim ratnim razaranjima ili drugim tipom traume koja je upisana u prostor.

2.4. Tipovi veze staro-novo – redefinisane granice novim prostornim sredstvima

Pjero Zanini u svojoj knjizi „Značenje granice“ kaže: „Ograničiti znači zatvoriti nešto unutar jednog skupa tačaka, kontrolisanog, nadgledanog prostora; to je više ili manje vidljiva oznaka, neka vrsta horizonta koji mi namećemo ili nam ga kultura nameće“ [3].

Stoga, ako posmatramo fizičke elemente prostora Starog sajmišta, možemo granicu razumeti kao ovojnici paviljonskih struktura – postoji prostor unutar i van njih, a granica je sama ljuštura objekta. U suštini, ta granica razdvaja dva ambijenta, saglediva unutar i izvan paviljona. Međutim, umetanjem nove strukture, granica postaje kompleksnija, veza između spolja i unutra se redefiniše i usložnjava, kako bi postojeća struktura maksimalno ispoljila svoju narativnu funkciju – u simbiozi sa novom.

Definisanje tipova veze postojeće i novoizgrađene strukture proizašla je iz potrebe za razumevanjem na koje sve načine je moguće uvesti nove strukture u prostor. Važno je naglasiti da njih prvenstveno definiše njihova veza sa postojećim strukturama. Ova sistematizacija teži da bude primenjiva pri širem spektru prostornih intervencija, odnosno svaki put kada je pri projektovanju početni imput postojeći objekat, a samim tim i narativ koji on sa sobom nosi.

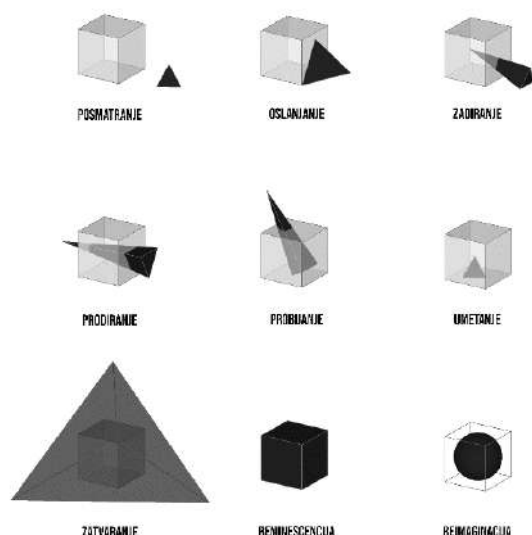
Nova prostorna intervencija se tada može razumeti kao novi sloj narativa koji se umeće u postojeći, a projektantska odluka kakav fizički oblik ova interakcija zauzima i kakav je međudodnos starih i novih struktura podleže razmatranju priloženih odnosa.

Ovi odnosi ispituju prostorne granice koje su se u prethodnim narativnim etapama prostora izražavale putem jedne vrste prostornih sredstava, a prilikom refleksije i uspostavljanja novog narativa, pojavljuje se potreba za modifikacijom tih granica novim prostornim sredstvima. Izmenom prostornih granica, njihovog tipa, razmera, propustljivosti i ostalih karakteristika teži se promeni priče koju prostor nosi. Odnosno, potreba za promenom odnosa prema prostoru, aktiviranjem zaboravljenog i umetanjem novog, zahteva preispitivanje i redefinisane demarkacije.

Novi narativ iziskuje novi odnos prema priči, pa samim tim i prema prostoru. Kristijan Norberg-Šulc u svojoj knjizi „Egzistencija, prostor i arhitektura“ tvrdi da se slika čovekove okoline sastoji od želja i snova, a da arhitektura konkretizuje takvu sliku, koja ide dalje od već postojeće okoline [4].

Stoga, redefinisanjem struktura koje trenutno ne zadovoljavaju aktuelne težnje, kroz ovakve prostorne intervencije, teži se redefinisaju značenja koje te strukture nose.

Ispitujući načine na koje se sa postojećim može interagovati došlo se do 9 mogućih pristupa, odnosno tipova međudodnosa stare i nove strukture: posmatranje, oslanjanje, zadiranje, prodiranje, probijanje, umetanje, zatvaranje, reminiscencija i reimaginacija, slika 1. Ovaj spisak je podložan daljem proširivanju.



Slika 1. Tipovi odnosa nove strukture prema staroj

3. PROJEKTANTSKI RAD

3.1. Primena teorijskih zapažanja na prostor Starog sajmišta

Osnovna premisa pri primeni teorijskog okvira jeste da gest u prostoru priča priču. Geometrijski odnos i jukstapozicija struktura imaju značenje u kontekstu narativa.

U odnosu na svaki izabrani pojedinačan trag u prostoru (Spasićev paviljon, Centralna kula, Mađarski paviljon, Turski paviljon, Italijanski paviljon, Češki paviljon, Nemački paviljon, Stambene barake, fudbalski teren F.K. Brodarac) iskorišćeni su odgovarajući tipovi umetanja novih struktura, u cilju mikroambijentalizacije makro prostora, fokusirajući se na priču koju data postojeća struktura nosi.

Pojednostavljeni i uopšteni tipovi veza objašnjeni su u teorijskom delu rada, dok je njihova primena u praksi najčešće podrazumevala korišćenje više tipova za naraciju jednog prostornog traga. Ova fleksibilnost omogućava širu primenu ovakve klasifikacije – kombinovanjem tipova moguće je adekvatno programirati strukturu i scenario njene upotrebe, kako bi ona postala nosilac novog narativa kontekstualizovanog u postojećoj strukturi.

3.2. Prostorno rešenje memorijalnog parka

Ispitivanjem navedenih mehanizama odnosa starog i novog došlo je do formiranja bele prohodne nadstrešnice nad značajnim delom Starog sajmišta. Ova jedinstvena struktura je duboko kontekstualno određena i značenje dobija pri interakciji sa postojećim strukturama, nastalim u različitim iteracijama intervencija na ovom prostoru, i svaka predstavlja nosioca priče.

Tim intervencijama se priča iskopava i iznosi na svetlo dana, prostor je taj koji osvetljava priču. Opna je neka vrsta artificijalnog pročišćenog pejzaža, memorijal koji nadvisuje kompleksan prostor Starog sajmišta i poput

živog organizma reaguje na nadražaje koje prima u skladu sa pričom koju osvetljava. Reljef je negde brdo, negde kotlina, a negde ošupljen. Te prostorne konfiguracije su, pored atmosfere, nosioci značenja. Modifikacije na opni, odnos sa paviljonima, količina propuštenog svetla, smer kretanja koji dozvoljava, su prostorni gestovi sa ciljem pričanja priče.



Slika 2. Ambijent ispod opne

Glavni pravci takođe pomiruju slojeve narativnih taloga, struktura se zasniva na pravcima osa originalnog sajamskog kompleksa, i pravcima blokova Novog Beograda koji su danas najdominantnija kontekstualna odrednica ovog prostora.



Slika 3. Prikaz opne u memorijalnom parku

3.3. Memorijalni centar

Centralni deo memorijalnog parka Staro sajmište predstavlja memorijalni centar smešten u tri postojeća objekta. To su bivši Spasićev paviljon, Centralna kula i mesto bivšeg Mađarskog paviljona koje je ujedno i mesto pogibije.

Spasićev paviljon predstavlja najbolje očuvan i najreprezentativniji izložbeni paviljon na Starom sajmištu, te zato od njega kreće postavka. Posetilac mu prilazi sa novog artificijalnog pejzaža koji nadvija lokalitet, primoran je da ga celog obiđe spuštajući se do ulaza, samim tim da ga sagleda sa svih strana i osvesti da ovaj prostor nije građen kao mučilište već kao mesto progressa. Duž spiralne rampe se nalaze biletarnica, garderoba, toaleti i ostali pomoćni sadržaji. Posetilac ulazi u paviljon sa zadnje strane, a sa istog mesta na kom mu je i prišao, ali jednu etažu niže.

Posetilac prvi deo postavke doživljava krećući se u krug i spuštajući se sa galerije, preko partera, pa do podzemne etaže - izlazi iz paviljona i pristupa podzemnom tunelu koji ga vodi do Kule. Svetlo je kontrolisano. Dok šeta putanjom koja je nekada i nadzemno spajala Kulu i Spasićev paviljon, posetilac ima vremena da malo odahne i spremi se za nastavak priče.

Polako izlazeći iz podzemlja korisnik i dalje ostaje u veoma šturo i kontrolisano osvetljenom prostoru. U Kuli, ponovo krećući se kružno, doživljava drugi deo postavke. Novoinstalirani panoramski lift je dostupan u funkciji sagledavanja celokupnog prostora u skučenom i klaustrofobičnom prostoru koji je dodatno zatamljen. Sajmište se sa visine doživljava u obrisima. Posetilac se spušta i ponovo ide u podzemlje gde nastavlja put ka mestu pogibije.

Ovaj tunel je uži, put je napetiji, ali i dalje ima prostora za promišljanje, predah pre kulminacije priče.

Posetilac iz mračnog tunela izlazi na jako osvetljen sterilan i beo prostor, koji je uokvirio mesto stradanja. Oku je potrebno vremena da se navikne na jako svetlo posle mraka. Konzervirana ruina stambenog objekta koji je fragment nekadašnjeg Mađarskog paviljona ostaje u centru translucentne polikarbonatne opne koja nadvila nad njime, atmosfera je sakralna. Sledi ulazak u finalni deo postavke. Nakon što je prošao kroz čitavu postavku, posetilac ponovo iz mraka izlazi u beli kapelni prostor i upućuje se ka početnoj tački gde uzima garderobu i ponovo izlazi na nepreglednu belu opnu koja lebdi iznad Starog sajmišta.

3.4. Tehnički opis

Opna je sačinjena od čelične potkonstrukcije sa gornje strane obložene grubo obrađenim armiranim betonom, a sa donje delimično reflektivnim aluminijumskim panelima. Opna se u pojedinim delovima oslanja na tlo, a na nekim mestima je nose armirano betonski elementi (stubovi, zidovi, arkade).

Ostatak prostora koji nije nadvijen opnom je gusto pošumljen, a jedina izgrađena struktura u šumi je vođeno ogledalo u otisku osnove Nemačkog paviljona, koji je tokom izrade ovog rada srušen.

4. ZAKLJUČAK

Urbano tkivo neminovno obiluje nataloženim ostacima koji nose memoriju i značenje vremena, kao i društveno-političkih prilika u kojima su nastali. Često su ti narativi kompleksni i problematični, što je slučaj sa prostorom Starog sajmišta. Da bi se specifično odreagovalo na problematiku ovog prostora, potrebno je pomiriti suprotstavljene slojeve narativa.

Uspostavljajući odgovarajući prostorni odnos sa njihovim nosiocima – arhitekturom, koja predstavlja svedočanstvo proteklih događaja, osvetljuju se potisnute priče i sveobuhvatno pristupa ovom i dalje ekstremno turbulentnom prostoru.

Redefinisanjem prostornih granica vrši se zaokret u narativu, čuva se sećanje i podstiče refleksija o svim fazama kroz koje je društvo prošlo, a koje su zabeležene u jednom prostoru.

Na ovaj način, prostoru Starog sajmišta se pristupa integralno, reaktualizuje se njegova uloga u javnom diskursu i reafirmiše njegova vrednost kao relevantnog javnog prostora. Na ovaj način, prostor postaje ne samo čuvar kolektivnog sećanja, već i simbol transformacije i budućih promena.

5. LITERATURA

- [1] M. Hočevan, „*Prostori igre*“, Beograd, Jugoslovensko Dramsko Pozorište, 2003
- [2] https://www.starosajmiste.info/userfiles/files/download/radovic_essay_sajmiste.pdf (pristupljeno u septembru 2024.)
- [3] P. Zanini, „*Značenje granice*“, Beograd, Clio, 2008.
- [4] K.N. Šulc, „*Egzistencija, prostor i arhitektura*“, Beograd, Građevinska knjiga, 2006.

Kratka biografija:



Nina Čegar rođena je u Moskvi 1999. god. Diplomirala je na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2022. godine, gde je nakon toga zaposlena u zvanju saradnica u nastavi.



Dr. Miljana Zeković, redovni profesor, na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka učestvuje u realizaciji nastave na sva tri nivoa studija (OAS, MAS i DAS).

**SVEST I PERCEPCIJA STANOVNIKA VOJVODINE O UTICAJU ISKORIŠĆENIH
BATERIJA IZ DOMAĆINSTVA NA ŽIVOTNU SREDINU****THE AWARENESS AND PERCEPTION OF VOJVODINA'S RESIDENTS ON THE
ENVIRONMENTAL IMPACT OF USED HOUSEHOLD BATTERIES**

Jovana Čugali, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE**

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja ovog rada je upravljanje otpadnim baterijama iz domaćinstava i njihov značaj u kontekstu zaštite životne sredine i zdravlja ljudi. Rad obuhvata analizu karakteristika baterija, njihovih ekoloških i zdravstvenih uticaja, trenutne prakse sakupljanja otpada u Srbiji, kao i svest i percepciju stanovnika Vojvodine o ovoj temi. Cilj istraživanja je da se pruži detaljan uvid u ove aspekte i da se predlože rešenja za smanjenje negativnog uticaja otpadnih baterija na životnu sredinu.

Ključne reči: Baterije, Uticaj na životnu sredinu, Svest, Percepcija, Otpad

Abstract – The subject of this thesis is the management of household waste batteries and its importance in the context of environmental protection and public health. The study includes an analysis of battery characteristics, their environmental and health impacts, current waste collection practices in Serbia, as well as the awareness and perception of Vojvodina residents regarding this issue. The goal of the research is to provide a detailed insight into these aspects and propose solutions to reduce the negative impact of waste batteries on the environment.

Keywords: Batteries, Environmental Impact, Awareness, Perception, Waste

1. UVOD

Problematika upravljanja otpadnim baterijama iz domaćinstva postaje sve važnija u kontekstu zaštite životne sredine i javnog zdravlja. Baterije sadrže brojne opasne materije, uključujući kadmijum, olovo i živu, koje mogu imati dugotrajne štetne efekte na ekosisteme i zdravlje ljudi ukoliko se ne odlažu pravilno.

Ovaj rad se bavi detaljnom analizom karakteristika baterija, njihovim uticajem na životnu sredinu, kao i praksama sakupljanja i tretmana ovog otpada u Srbiji, sa posebnim osvrtom na percepciju i svest stanovnika Vojvodine o ovoj problematici.

2. OSNOVNI PRINCIP RADA BATERIJA

Baterija se sastoji od tri ključna elementa: dve elektrode (pozitivne i negativne) i elektrolita. Pozitivna elektroda,

poznata kao katoda, sastoji se od raznih elemenata poput kobalta, nikla, aluminijuma, mangana i litijuma.

Negativna elektroda, nazvana anoda, napravljena je od grafita zbog njegovih specifičnih svojstava: hemijske neutralnosti, toplotne otpornosti, te toplotne i električne provodljivosti. Elektrolit je sastavljen od mnogo litijum jona, čija pravilna cirkulacija omogućava rad baterije. Dok anode i elektroliti imaju sličan sastav, katode mogu imati različite hemijske kompozicije [1].

Kada je baterija u upotrebi, elektroni se kreću sa anode na katodu kroz spoljašnji krug (kao što je žica), dok se pozitivno naelektrisani joni kreću kroz elektrolit unutar ćelije. Hemijske reakcije koje se dešavaju na anodi i katodi određuju količinu napona i struje koju baterija može da proizvede. Različite kombinacije materijala za elektrode i elektrolite daju različite rezultate, kao što su brzina pražnjenja, kapacitet i stabilnost napona [2].

2.1 Karakteristike tipova baterija

Po svom hemijskom sastavu baterije se mogu podeliti na [3]:

- **Cink-ugljenične baterije:** Smatraju se najlošijim baterijama za jednokratnu upotrebu zbog njihove niske cene, kratkog trajanja i česte potrebe za zamenom.
- **Srebro-oksidge baterije (Zn/Ag_2O):** Pretežno se koriste u satovima.
- **Alkalne baterije:** Imaju do tri puta duži vek trajanja u poređenju sa cink-ugljeničnim baterijama.
- **Nikal-kadmijumske baterije ($Ni-Cd$):** Najpopularniji tip punjivih baterija, čiji je glavni nedostatak memorijski efekat, zbog čega se moraju potpuno isprazniti pre ponovnog punjenja da bi postigle pun kapacitet.
- **Nikal-metal-hidridne baterije ($Ni-MH$):** Često se koriste u mobilnim telefonima, odlikuju se većim kapacitetom i nemaju memorijski efekat kao nikal-kadmijumske baterije.
- **Litijumske baterije:** Vrlo su lagane, proizvode veći napon od ostalih tipova baterija i imaju veći kapacitet od alkalnih. Iako su skuplje i obično nisu punjive, dele se na litijum-polimerske i litijum-jonske baterije, koje se razlikuju po svojim karakteristikama.

2.2 Poređenje tipova baterija

U poređenju sa drugim vrstama baterija, kao što su NiMH, litijum-jonske baterije (LIB) imaju [4]:

- niži ekološki rizik,
- duži vek trajanja,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Batinić, vanr. prof.

- kompaktiji dizajn,
- manju sklonost samopražnjenju,
- veću otpornost na visoke temperature,
- viši izlazni napon.

Kada je reč o punjivim baterijama, Ni-Cd baterije imaju prilično nisku gustinu energije (45–80 Wh/kg) u poređenju sa Ni-MH (60–120 Wh/kg) i Li-ion (110–160 Wh/kg) baterijama. Pored toga, Ni-Cd baterije pružaju dug radni vek. Broj ciklusa punjenja/praznjenja dok se njihov kapacitet ne smanji za 80% je [5]:

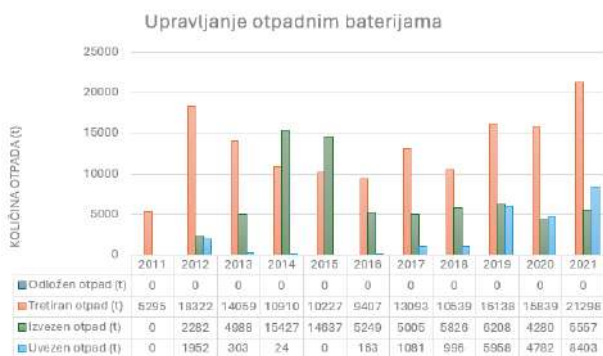
- 1500 za Ni-Cd baterije,
- 300–500 za Ni-MH baterije,
- 500–1000 za Li-ion baterije.

3. GENERISANJE OTPADNIH BATERIJA U SRBIJI

Otpadne baterije u domaćinstvima nastaju kao rezultat svakodnevne upotrebe različitih elektronskih uređaja i uređaja koji koriste baterije. Kada se kapacitet baterija smanji i prestanu da funkcionišu efikasno, postaju otpadne.

Na osnovu podataka Agencije za zaštitu životne sredine, količina **ponovnog iskorišćenja** baterija i akumulatora na teritoriji Republike Srbije je **21.298t u toku 2021. godine**. Dok je iste godine ukupno stvoreno otpada ove vrste, u količini od **3522,47t** za posebno sakupljene elektrolite iz baterija i akumulatora i **2533,98t** olovnih baterija.

Kada je reč o tretiranom otpadu ove vrste, izvezenom i uvezenom, podaci su prikazani na grafikonu 1 i odnose na period od 2011.-2021. godine [6].



Grafikon 1. Upravljanje otpadnim baterijama [6].

Na osnovu prikazanih podataka na grafikonu 1, može se zaključiti da je u proteklih nekoliko godina primetan porast tretiranih baterija, dok je znatno manja količina uvezenih i izvezenih baterija tokom prethodnih godina. Najveća količina izvezenih baterija, primetna je tokom 2014. i 2015. godine a najveća količina tretiranih baterija je tokom 2021. godine.

3.1 Trenutno stanje sakupljanja i tretmana otpadnih baterija u Srbiji

Lokalne samouprave u Srbiji trenutno nemaju dovoljno resursa za sprovođenje zakonskih regulativa u oblasti upravljanja opasnim otpadom. Kao rezultat toga, baterije i drugi opasni otpad često završe na deponijama zajedno sa

komunalnim otpadom iz domaćinstava. Sistem za odvojeno sakupljanje istrošenih baterija i akumulatora još nije uspostavljen, niti postoje određene lokacije za njihovo prikupljanje, osim nekoliko izuzetaka. U Srbiji postoje samo dva reciklažna dvorišta namenjena prikupljanju otpada iz domaćinstava, uključujući elektronski otpad, a nalaze se u Čačku i Bajinoj Bašti pod upravom javnih komunalnih preduzeća [4].

U Evropskoj uniji, upravljanje baterijama i akumulatorima uređeno je Direktivom 2006/66/EC. Ova direktiva postavlja osnovne standarde i ciljeve za pravilno upravljanje i reciklažu baterija i akumulatora, uključujući zabranu stavljanja na tržište onih koji sadrže živu i kadmijum. U Srbiji, transpozicija ove direktive ostvarena je kroz Pravilnik o načinu i postupku upravljanja istrošenim baterijama i akumulatorima i Zakon o upravljanju otpadom. Od ukupno 135 obaveza iz Direktive, Srbija je u potpunosti prenela 83, delimično 13, dok 39 odredbi još nije transponovano. Pored toga, Direktiva postavlja visoke standarde za sakupljanje i reciklažu otpadnih baterija kako bi se smanjio njihov štetan uticaj na životnu sredinu [4].

4. UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU I ZDRAVLJE LJUDI

Iako većina baterija sadrži toksične teške metale kao što su živa, kadmijum, olovo, nikl, cink ili bakar, koji su opasni po ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Bazelska konvencija smatra da su opasne samo baterije koje sadrže kadmijum, olovo i živu. Dok su baterije koje ne sadrže kadmijum, olovo ili živu, kao što su alkalni mangan i cink ugljenik, klasifikovane kao neopasne [7].

Kroz procedne vode, metali sadržani u baterijama se polako oslobađaju u životnu sredinu tokom hiljada godina. U kratkoročnoj perspektivi (npr. manje od 100 godina) u slučaju deponovanja, baterija se uglavnom ponaša kao inertni otpad, što znači da metali sadržani u ćelijama ostaju „zaključani“ unutar njihovog kućišta. Međutim, iz dugoročne perspektive, deo metala sadržanih u bateriji će na kraju završiti u životnoj sredini [8].

5. TRETMAN OTPADNIH BATERIJA

Reciklaža se deli po načinu vraćanja materijala u proces ponovnog korišćenja na [9] :

- **Primarna-** reciklaža kojom se posle odgovarajuće pripreme materijala isti koristi za dobijanje novih proizvoda ili se doradom korišćenih proizvoda omogućava njihova ponovna upotreba,
- **Sekundarna-** reciklaža u kojoj se konvencionalno nereciklabilni materijali prerađuju korišćenjem novih tehnologija do maksimalno mogućeg iskorišćenja

Postupci reciklaže baterija mogu biti fizički i hemijski [4]:

- **Fizički proces** uključuje proces mehaničkog razdvajanja, termički tretman, mehaničko-hemijski proces i proces rastvaranja.

- **Hemijski proces** uključuje luženje kiselinom ili bazom, bioluženje, ekstrakciju rastvorom, hemijsko taloženje i elektrohemijski proces.

6. SVEST I PERCEPCIJA STANOVNIKA VOJVODINE O UTICAJU ISKORIŠĆENIH BATERIJA IZ DOMAĆINSTVA NA ŽIVOTNU SREDINU

Istraživanje pod nazivom “Svest i percepcija stanovnika Vojvodine o uticaju iskorišćenih baterija iz domaćinstva na životnu sredinu” realizovano je putem online ankete tokom jula 2024. Godine, koje je distribuirano ispitanicima putem društvenih mreža. Anketa je obuhvatila 21 pitanje, raspoređeno u dve kategorije. Prva kategorija obuhvata osnovna demografska pitanja, koja omogućavaju detaljniji prikaz profila ispitanika (pol, region Vojvodine u kojem žive, starosna dob, radni status, stepen obrazovanja, i broj članova domaćinstva). Druga kategorija se fokusira na svest ispitanika o štetnosti otpadnih baterija. U anketnom istraživanju učestvovalo je 110 ispitanika iz sva tri regiona Vojvodine, u nastavku će biti prikazani odgovori ispitanika.

Od ukupnog broja ispitanika, 80 ispitanika je ženskog pola, odnosno 72,7%, dok je ispitanika muškog pola 30, odnosno 27,3%. Kada je reč o regionu u Vojvodini u kom ispitanici žive, čak 76,4% ispitanika živi u Banatu, 18,2% ispitanika živi u Bačkoj, a 5,5% ispitanika živi u Sremu. Najzastupljenija starosna grupa među ispitanicima je od 41 do 50 godina, koja čini 30% ukupnog broja. Slede ih ispitanici starosti od 21 do 30 godina sa 29,1%. Ispitanici starosne grupe od 31 do 40 godina čine 21,8%, dok su ispitanici od 51 do 60 godina zastupljeni sa 11,8%. Manje su zastupljeni ispitanici mlađi od 20 godina, koji čine 4,5%, dok ispitanici starosti od 61 do 70 godina čine 1,8%. Najmanje je ispitanika starijih od 70 godina, koji čine svega 0,9% uzorka

Baterije različitih dimenzija i vrsta, koriste se u domaćinstvima za napajanje različitih uređaja. Kod 36,4% ispitanika, preko 7 uređaja radi pomoću baterija, a kod 33,6% ispitanika 5 do 6 uređaja. Nešto manje ispitanika, 26,4% baterije koristi za funkcionisanje 3 do 4 uređaja, a 3,6% ispitanika za 1 do 2 uređaja.

Na pitanje: „Da li smatrate da su baterije nakon upotrebe štetne za životnu sredinu ako se ne odlažu na pravilan način?“, čak 81,8% ispitanika smatra da su baterije štetne za životnu sredinu nakon upotrebe i u potpunosti se slaže sa ovim stavom.

Osam i po procenata ispitanika takođe se slaže ali u manjoj meri, dok 6,4% ispitanika nema čvrsto mišljenje o ovom pitanju. Neslaganje je izrazilo 2,7% ispitanika, dok je potpuno neslaganje iskazalo 0,9% ispitanika

Kada je reč o postupanju sa baterijama nakon njihovog životnog veka, rezultati anketnog istraživanja pokazuju da čak 62,7% ispitanika stare baterije baca u kantu, zajedno sa ostalim otpadom iz domaćinstva. Znatno manji broj ispitanika, 35,5% baterije odlaže na specijalnim punktovima postavljenim u supermarketima. Budući da je ovo pitanje otvorenog tipa, te su ispitanici mogli dodati

druge odgovore, 0,9% ispitanika, odnosno jedan ispitanik je kao odgovor naveo da baterije sakuplja kod kuće i čeka da se pojavi mesto za reciklažu, dok je drugi ispitanik (0,9%) takođe rekao da baterije sakuplja kod kuće (grafikon 2).

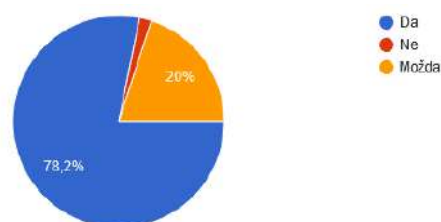


Grafikon 2. Postupanje sa istrošenim baterijama

Određeni supermarket su postavili punktove za odlaganje baterija, narednim pitanjem biće provereno da li ispitanici znaju za navedene punktove. Istraživanje je pokazalo da čak 50,9% ispitanika ne zna da u Lidl ili Maxi marketima postoje mesta za odlaganje baterija, dok je 41,8% ispitanika upoznat sa time. Za ove punktove se do sada nije interesovalo 7,3% ispitanika.

Najveći broj ispitanika, 25,5% smatra da nije informisano o uticaju otpadnih baterija na životnu sredinu, dok 22,7% ispitanika smatra da nije uopšte informisano. Za navedenu temu, 20% ispitanika se nije interesovalo, dok je sa uticajem otpadnih baterija po životnu sredinu upoznato 15,5% ispitanika, odnosno u potpunosti upoznato 16,4%.

Promena životnih navika igra važnu ulogu kada je reč o otpadnim baterijama, stoga se 78,2% ispitanika izjasnilo da bi bili voljni da ulože više novca za kupovinu punjivih baterija i punjača, kako bi redukovali količinu otpadnih jednokratnih baterija, na ovaj korak bi se možda odlučilo 20% ispitanika, dok 1,8% ispitanika ne bi izdvojili više novca za kupovinu punjivih baterija i punjača (Grafikon 3).



Grafikon 3. Promena životnih navika ispitanika i izdvajanje više novca za punjive baterije i punjače

7. ZAKLJUČAK

Otpadne baterije predstavljaju ozbiljan ekološki i zdravstveni izazov zbog svojih opasnih karakteristika. Specifični tokovi otpada, uključujući baterije, zahtevaju posebno upravljanje zbog njihove toksičnosti i dugoročnih posledica na životnu sredinu i ljudsko zdravlje. Baterije sadrže teške metale kao što su kadmijum, olovo i živa, koji mogu kontaminirati tlo, vodu i vazduh, uzrokujući zdravstvene probleme poput oštećenja kostiju, bubrežnih oboljenja i respiratornih smetnji.

Smanjenje uticaja baterija na životnu sredinu može se postići kroz nekoliko ključnih strategija: prelazak sa jed-

nokratnih na punjive baterije, pravilno skladištenje i upotreba baterija, kao i unapređenje tehnologija i infrastrukture za reciklažu. Edukacija javnosti o važnosti pravilnog odlaganja baterija, razvoj tehnologija za poboljšanje reciklaže, izgradnja odgovarajuće infrastrukture i implementacija zakona i ekonomskih mera su od suštinskog značaja za smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu.

Na osnovu rezultata istraživanja, može se izvesti nekoliko ključnih zaključaka o stavovima i ponašanju stanovnika Vojvodine u vezi sa upotrebom i odlaganjem otpadnih baterija. Istraživanje pokazuje da velika većina ispitanika (81,8%) prepoznaje štetnost otpadnih baterija za životnu sredinu, uz visoku svest o toksičnosti kadmijuma, olova i žive (93,6%). Međutim, postoji nesklad između ove svesti i stvarnog ponašanja, budući da 62,7% ispitanika odlaže istrošene baterije zajedno sa drugim otpadom. Ovaj nesklad ukazuje na potrebu za dodatnom edukacijom i jačanjem infrastrukture za selektivno odvajanje baterija. Takođe, polovina ispitanika (50,9%) nije upoznata sa mestima za odlaganje baterija, što dodatno naglašava potrebu za poboljšanjem dostupnosti informacija. Pozitivan znak je što je 78,2% ispitanika spremno da uloži dodatna sredstva u punjive baterije radi smanjenja količine otpadnih baterija, a većina (87,3%) bi poštovala zakon o pravilnom odlaganju baterija, ukoliko bi on postojao. Ovo sugerise da postoji velika potreba za jačanjem zakonskog okvira i obavezama koje bi regulisale pravilno odlaganje otpadnih baterija.

8.LITERATURA

- [1] Danino-Perraud, Raphaël . 2020. *The Recycling of Lithium-Ion Batteries: A Strategic Pillar for the European Battery Alliance*. Ifri.
- [2] Bhatt, Anand, Maria Forsyth, Ray Withers, i Guoxiu Wang. 2016. *Technology & the future: How a battery works*. 25 February. <https://www.science.org.au/curious/technology-future/batteries>.
- [3] McComb, Gordon, i Earl Boysen. 2007. *Elektronika za neupućene*. Mikro knjiga.
- [4] Pokimica, Nebojša, Slobodan Morača, i Katarina Nedeljković Bunardžić. 2021. *Analiza sakupljanja i upravljanja baterijama i sijalicama u Republici Srbiji*. NALED.
- [5] Hrustalev, D.A. 2003. *Аккумуляторы*. Изумруд. n.d. <https://www.skileurope.com/rs/upotreba-alatke/glavne-razlike-između-tehnologija-baterija.html>.
- [6] Đorđević, Ljiljana, Nebojša Redžić, Nada Radovanović, Goran Jovanović, i Elizabeta Embeli. 2022. *Upravljanje otpadom u Republici Srbiji u periodu 2021-2021. godine*. Republika Srbija, Ministarstvo zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine.
- [7] Kuchhal, Piyush, i Umesh Chandra Sharma. 2017. „BATTERY WASTE MANAGEMENT.“ *U ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ENGINEERING VOLUME 5*, autor Bhola Gurjar, Umesh Chandra Sharma i Neetu Singh, 141-155.
- [8] Mudgal, Shailendra, Yannick Le Guern, Benoît Tinetti, Augustin Chanoine, Sandeep Pahal, i François Witte. 2011. *Comparative Life-Cycle Assessment of nickel-cadmium (NiCd) batteries used in Cordless Power Tools (CPTs) vs. their alternatives nickel-metal hydride*

(NiMH) and lithium-ion (Li-ion) batteries. European Commission – DG ENV.

- [9] Stojanov, Aleksandar, i Dragan Ugrinov. 2010. „Problematika prikupljanja i reciklaže istrošenih olovnihi akumulatora.“ *Zaštita materijala* 51 (4): 245-249.

Kratka biografija:



Jovana Čugalj, rođena 03.09.1997. godine u Vukovaru, Hrvatska. Osnovne studije započela je 2016. godine na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine. Nakon završetka osnovnih studija, iste godine upisuje master akademske studije na istom fakultetu, na studijskom programu Mašinsko inženjerstvo. Po završetku master studija, nastavlja obrazovanje na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, upisavši master studije iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine. Od oktobra 2023. godine angažovana je na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ kao saradnik u nastavi za užu naučnu oblast Inženjerstvo zaštite životne sredine.



Bojan Batinić (1981) je vanredni profesor na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine u Novom Sadu. Dosađnji 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 17 radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, kao i preko 60 saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.

**МОДЕРНИЗАЦИЈА АУТОМАТСКОГ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ДЕОДОРИЗАЦИЈУ УЉА У
ФАБРИЦИ ДИЈАМАНТ****MODERNIZATION OF THE AUTOMATIC OIL DEODORIZATION PLANT IN THE
DIJAMANT FACTORY**

Милош Радовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – У овом раду анализирано је аутоматско постројење за деодоризацију уља у оквиру фабрике Дијамант. Сагледани су постојећи недостаци система, на основу којих је предложена нова хардверска конфигурација, која укључује Siemens PLC 1500 и HMI touch panel. Урађен је нови софтвер у развојном окружењу TIA Portal v17, као и потпуно нова визуализација система за HMI уређај, која омогућава оператерима непосредно управљање системом директно из визуализације. Циљ ове визуализације је да замијени постојећу синоптичку таблу. Сви елементи су детаљно тестирани и пуштени у рад, након чега су изведени одговарајући закључци на основу резултата тестирања.

Кључне речи: деодоризација, PLC, визуализација, HMI уређај, TIA Portal v17

Abstract – This paper analyzes the automatic oil deodorization plant within the Dijamant factory. The existing system deficiencies were identified, based on which a new hardware configuration was proposed, including the Siemens PLC 1500 and HMI touch panel. A new software was developed in the TIA Portal v17 development environment, along with a completely new system visualization for the HMI device, enabling operators to directly control the system from the visualization itself. The goal of this visualization is to replace the existing synoptic panel. All elements were thoroughly tested and put into operation, after which appropriate conclusions were drawn based on the results.

Keywords: deodorization, PLC, visualization, HMI device, TIA Portal v17

1. УВОД

Аутоматизована индустрија представља један од најзначајнијих корака у савременом индустријском развоју, с обзиром на њену способност да значајно побољша ефикасност, прецизност и сигурност производних процеса. Развој технологија аутоматског управљања омогућава оптимизацију и контролу сложених система, што резултира смањењем трошкова и повећањем продуктивности. У контексту

процесне индустрије, која укључује секторе попут постројења за деодоризацију, приказаног у овом раду, ове технологије су од изузетне важности. Аутоматизовани системи доприносе побољшању квалитета производа, повећању сигурности и смањењу оперативних трошкова. Они омогућавају прецизно управљање и надгледање сложених процеса, што је кључно за одржавање досљедности и високих стандарда квалитета у производњи.

Овај пројекат је заснован на жељи да се постојеће аутоматизовано постројење за деодоризацију уља модернизује. Циљ је био да се изабере савременија хардверска структура, која је укључивала PLC и HMI уређај. Такође, развијен је нови побољшани софтвер, као и визуализација система. Овим новим приступом омогућено је лакше надгледање система и управљање процесом, што у великој мјери доприноси ефикаснијем функционисању постројења.

2. ПРОЦЕС ДЕОДОРИЗАЦИЈЕ

Деодоризација је један од кључних процеса у преради уља и масти, чији је циљ уклањање нежељених мириса, укуса и испарљивих супстанци које могу утицати на квалитет финалног производа. Овај процес је веома важан у прехрамбеној индустрији, нарочито у производњи биљних уља [1].

Основни принципи деодоризације

Деодоризација је процес дестилације при високим температурама и под вакуумом. Током овог процеса, испарљиве материје које узрокују нежељене мирисе, као што су слободне масне киселине, пероксиди, алдехиди и кетони, уклањају се из уља. Употреба високих температура омогућава испаравање ових једињења, док вакуум помаже у смањењу температуре на којој се оне испаравају, чиме се смањује могућност оксидације и деградације самог уља.

Фазе процеса

Процес деодоризације се одвија у неколико фаза:

1. Претходно загријавање уља – Уље се загријава до оптималне температуре за деодоризацију, обично између 180°C и 260°C, у зависности од врсте уља и захтјева процеса.

2. Примјена вакуума – Како би се омогућило испаравање нежељених једињења при нижим

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Ласло Тарјан, ванр. проф.

температурама и смањила могућност оксидације, у деодоризатору се одржава низак притисак.

3. Проток инертног гаса – Често се током деодоризације користи инертни гас (најчешће водена пара) како би се олакшало испаравање испарљивих једињења и њихово уклањање из уља.

4. Хлађење уља – Након што су испарљива једињења уклоњена, уље се хлади како би се стабилизовало и припремило за даљу обраду или паковање.

Важност контроле параметара

Током процеса деодоризације, кључно је одржавати прецизну контролу температуре, времена задржавања уља у деодоризатору, као и притиска и протока инертног гаса. Погрешна подешавања могу довести до губитка квалитета уља, као што су нежељена промјена боје, губитак хранљивих материја (посебно токоферола и других антиоксиданата), или чак стварање нових нежељених једињења.

Управо због велике осјетљивости овог процеса, деодоризација се сматра једном од најкомплекснијих фаза у производњи биљних уља. Одговарајуће поставке и прецизна контрола параметара могу значајно утицати на финални квалитет производа.

2.1. Процес деодоризације у фабрици Дијамант

У модерним постројењима, у која спада и постројење за деодоризацију уља у фабрици Дијамант, процес деодоризације је у великој мјери аутоматизован и контролисан помоћу напредних система за надзор и управљање. Оператери могу пратити кључне параметре процеса у реалном времену, као што су температура, притисак, ниво инертног гаса и други. Ова аутоматизација омогућава ефикасније управљање процесом и осигурава конзистентан квалитет финалног производа.

У оквиру постројења постоје три карактеристична процеса која ће бити изложена у наставку. Први је *процес деодоризације*, који представља основни корак у обради уља и његовој припреми за коначну употребу. Други важан процес је *промјена сировине*, који се примјењује када у систем улази нова врста сировине, а претходна сировина се повлачи. Овај процес је кључан за одржавање континуитета рада постројења и спречавање контаминације различитих врста уља. Трећи процес је *дренажа*, који се примјењује када је сва улазна сировина обрађена или када је потребно извршити ремонт система. Овај корак је важан за пражњење система и припрему постројења за нови циклус рада или одржавање.

3. ХАРДВЕРСКА КОНФИГУРАЦИЈА СИСТЕМА ПРИЈЕ МОДЕРНИЗАЦИЈЕ

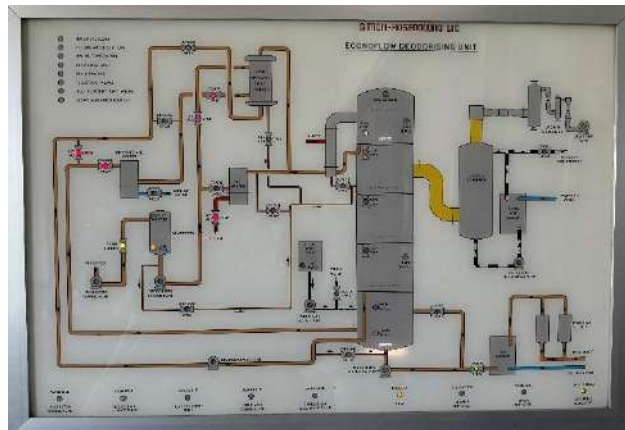
Стара хардверска конфигурација обухватала је Siemens S5 PLC, који је познат по својој поузданости и робусности у индустријској аутоматизацији. Овај PLC је био значајан за своје вријеме због своје способности да управља сложеним процесима и интегрише разне системе. У систему су постојали логери за приказивање вриједности температура одговарајућих дијелова система, вакуума и нивоа

напуњености резервоара и етажа, што је омогућавало прецизно праћење стања у постројењу. Такође, постојали су и засебни регулатори за регулацију температура и нивоа у систему, који су омогућавали тачно управљање и одржавање потребних параметара. Изглед старе конфигурације је приказан на слици 1.



Слика 1. Изглед старе конфигурације система

За процесно вријеме коришћен је Unitronics M-90 тајмер, који је обезбиједио прецизно мјерење и контролу времена процеса. У старој конфигурацији није била присутна интерактивна визуализација, већ је систем посједовао само синоптичку таблу, која је приказана на слици 2.



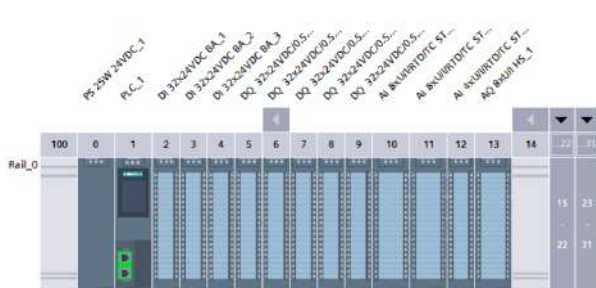
Слика 2. Изглед синоптичке табле

4. ХАРДВЕРСКА КОНФИГУРАЦИЈА СИСТЕМА ПОСЛИЈЕ МОДЕРНИЗАЦИЈЕ

У оквиру нове хардверске конфигурације система, за програмабилни логички контролер изабран је Siemens PLC 1513-1 PN, који припада S7-1500 серији контролера [2]. Овај PLC је изузетно поуздан и моћан уређај, дизајниран за напредне аутоматске системе. PLC 1513-1 PN има високу процесорску снагу, подршку за PROFINET комуникацију, и веома брзу обраду података, што га чини идеалним за сложене индустријске апликације. Због ових перформанси омогућено је да се избаце регулатори као и тајмер, који су раније били коришћени у систему, а њихове функционалности које су обављали де се интегришу у новом програмском коду овог PLC-а. Поред PLC-а, у нову конфигурацију је изабрано напајање 25W 24VDC за напајање компоненти које су поредане на

шини, као што су PLC и одговарајуће аналогне и дигиталне картице за прикупљање и обраду података са сензора и актора:

- Три картице дигиталних улаза, свака са по 32 улаза, што омогућава повезивање великог броја дигиталних сензора и прекидача.
- Пет картица дигиталних излаза, такође свака са по 32 излаза, омогућавајући контролу бројних извршних уређаја као што су електромагнетни вентили, релеји и пумпе.
- Двије картице аналогних улаза са по 8 улаза на свакој, те једна картица аналогних улаза са 4 улаза, омогућавајући повезивање уређаја који шаљу аналогне сигнале, попут сонди и мјерних инструмената.
- Једна картица аналогних излаза са 8 излаза, омогућавајући контролу уређаја који раде на основу аналогних сигнала, као што су пропорционални вентили.



Слика 3. Изглед конфигурације PLC система

Такође, изабран је и HMI TP1500 Comfort Touch Panel, који представља врло моћан уређај за визуализацију и управљање процесима [3]. Овај панел има екран осјетљив на додир величине петнаест инча, високу резолуцију и подршку за напредне визуализацијске функције. Поседује моћан процесор који омогућава брзу и ефикасну обраду графике, као и интерфејс који подржава више протокола комуникације. Овај HMI уређај значајно олакшава оператерима праћење и управљање системом директно са екрана. Изглед HMI уређаја је приказан на слици 4.



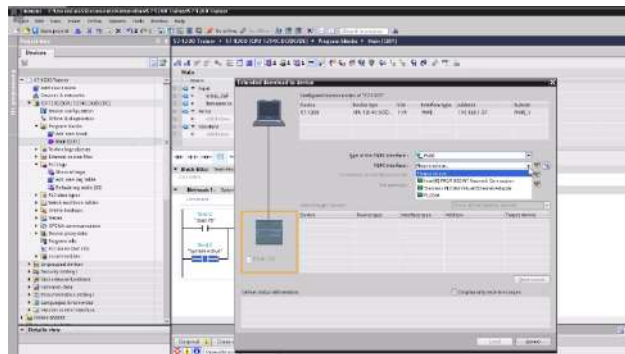
Слика 4. Изглед HMI Comfort Touch Panel-a

Визуализација цјелокупног процеса је у потпуности израђена на HMI уређају, тако да су сви логери, контролери и тајмери из старог система избачени,

што је поједноставило конфигурацију и одржавање система.

5. PLC ПРОГРАМ

За израду овог пројекта одлучено је да се користи TIA Portal v17 развојно окружење приказано на слици 5. TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) v17 представља моћно развојно окружење које омогућава инжењерима да пројектују, програмирају и визуализују аутоматизоване системе у индустрији на јединственом и интегрисаном интерфејсу.



Слика 5. Изглед TIA Portal v17 развојног окружења

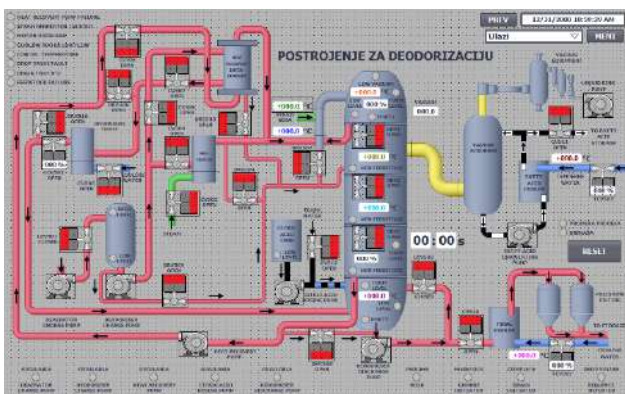
Програм је урађен у програмском језику Ladder Diagram (LAD), познатом по својој једноставности и примјени релејне логике. Овај језик је погодан за кориснике који су упознати са класичним електричним шемама и релејним склоповима, чиме омогућава једноставну визуализацију процеса управљања. Програм је структуриран кроз пут-корак дијаграм (Step Sequence Diagram), који омогућава прегледност и ефикасно праћење процеса кроз појединачне кораке. Ово је од велике важности јер се у систему управља радом пумпи и вентила чији је редослијед укључивања/искључивања у случају пумпи и отварања/затварања у случају вентила пресудан фактор у правилном кретању и финалном квалитету сировина које пролазе кроз процес деодоризације.

6. ВИЗУАЛИЗАЦИЈА СИСТЕМА

Визуализација система је кључан дио модерних аутоматизованих процеса који омогућава оператерима да на једноставан и интуитиван начин управљају и прате рад система у реалном времену. Она представља графички приказ свих битних параметара процеса, укључујући стање пумпи, вентила, нивоа сировина, температуре и других критичних вриједности, чиме оператери добијају јасну слику о томе како систем функционише.

У старом систему, визуализација није постојала, што је значајно отежавало рад оператера. Они су били приморани да ручно одлазе на лице мјеста, одврћу вентиле, укључују пумпе и обављају све остале операције физички, што је захтијевало више времена и било подложније људским грешкама. Осим тога, није постојала могућност тренутног праћења свих параметара система, већ само оних најбитнијих, па су се неке ситуације могле занемарити или касно уочити, што је повећавало ризик од неисправности у систему.

Са развојем новог система, у оквиру којег је коришћен TIA Portal v17, визуелизација је посебно развијена како би омогућила оператерима да једноставно управљају системом путем HMI touch panel-а. Овај напредни интерфејс омогућава да се сва потребна подешавања и контроле извршавају са једног мјеста, без потребе за физичком интервенцијом на лицу мјеста. Оператер сада може са панела укључити или искључити пумпе, отворати или затворити вентиле једноставним додиром на жељени елемент који отвара нови прозор са одговарајућим тастерима и лампицама које представљају индикаторе стања сензора на вентилима или пумпама. Такође, могуће је управљати и референтним величинама регулатора путем HMI уређаја, као и пратити све главне параметре система попут температуре, нивоа течности и притиска у реалном времену.



Слика 6. HMI визуелизација – приказ система

Осим праћења система, визуелизација омогућава и унапријед дефинисане аларме који оператерима сигнализирају потенцијалне проблеме у систему. У случају било какве неправилности, аларм се одмах активира, чиме оператери добијају могућност да брзо интервенишу и спријече озбиљније кварове или застоје у процесу. Овај систем алармирања и праћења процеса је значајан напредак у односу на стари начин рада, јер омогућава проактивно управљање и одржавање система.



Слика 6. HMI визуелизација – параметри система

7. ПУШТАЊЕ У РАД И ТЕСТИРАЊЕ

Тестирање и пуштање у рад извршено је тако што се прво тестирао сваки вентил и сензор појединачно како би се утврдило да ли су механички исправни и да ли сензори функционише. Сваки сензор је испитан да ли правилно читава вриједности, а затим се преко

визуелизације пратило да ли се читавања подударају са приказом на HMI уређају. Поред тога, тестирано је и управљање из визуелизације, како би се осигурало да свака команда исправно функционише. У случајевима гдје је утврђено да поједини елементи не раде како треба, они су замијењени новим. Након појединачних тестова, прешло се на тестирање аутоматског режима рада. У овом процесу коришћена је сировина која служи за чишћење система цијеви и резервоара након ремонта. Током овог теста урађене су минималне корекције у софтверу како би се осигурало да све функционише у складу с очекивањима. На крају, када је дошла сировина намијењена за производњу, тестирање је показало да је читав систем за деодоризацију у потпуности функционалан.

8. ЗАКЉУЧАК

Модернизација постројења за деодоризацију у фабрици Дијамант донијела је значајна унапређења, како у погледу технолошког процеса, тако и у оперативном управљању. Увођењем нове хардверске конфигурације на бази Siemens PLC-а 1513-1 PN и HMI TP1500 Comfort Touch Panel-а, омогућено је прецизније и ефикасније управљање процесом. Визуелизација је замијенила стари начин управљања, те је рад оператера значајно олакшан. Умјесто ручног управљања вентилима и пумпама са лица мјеста, сада је омогућено једноставно и интуитивно управљање директно са HMI екрана, што је допринијело већој продуктивности и смањењу могућности грешака. Такође, сви регулатори и тајмер су интегрисани у једну компактну цјелину, а управљање њиховим референтним вриједностима је изузетно лако. Ова модернизација је резултирала побољшањем укупне ефикасности и флексибилности процеса, те допринијела унапређењу квалитета рада.

9. ЛИТЕРАТУРА

[1] „Уљарство: Часопис за индустрију биљних уља, масти и протеина“, вол. 46, бр. 1, Технолошки факултет Нови Сад, Институт за ратарство и повртарство, ДОО Индустријско биље, Нови Сад, 2015.

<https://www.tf.uns.ac.rs/download/nauka/publikacije/uljarstvo/uljarstvo-2015-vol-46-broj-1.pdf>

[2] Datasheet Siemens PLC 1513-1 PN

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/842/109752842/att_936139/v4/s71500_cpu1513_1_pn_dtc_manual_en-US_en-US.pdf

[3] Datasheet HMI TP1500 Comfort Touch Panel

<https://support.industry.siemens.com/teddatasheet/?format=pdf&mlfbs=6AV2124-0QC02-0AX1&language=en&caller=SIOS>

Кратка биографија:



Милош Радовић рођен је 1999.године у Сокоцу, Босна и Херцеговина. Дипломски рад под називом „Примена концепта линеаризације по повратној спрези у роботизи“ на Факултету техничких наука одбранио је 2023.године. Контакт: mrialdoosvic@gmail.com

IMPLEMENTACIJA IOT PLATFORME ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE PAMETNIM KUĆNIM SISTEMOM**IMPLEMENTATION OF AN IOT PLATFORM FOR REMOTE MONITORING AND MANAGEMENT OF A SMART HOME SYSTEM**

Dejan Mutavdžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je razvijeni sistem pametne kuće koji obezbeđuje mogućnost praćenja i regulacije osvetljenosti, temperature i vlažnosti vazduha u prostoriji, kao i dozvolu ulaza i detekciju pretnji. Podaci se prikupljaju pomoću ESP32 mikrokontrolera i distribuiraju na internet server preko Arduino IoT Cloud platforme, koja omogućava korisnicima da upravljaju sistemom i prate njegove parametre putem mobilne aplikacije ili računara.

Ključne reči: IoT, pametni kućni sistem, nadzor, upravljanje, mobilna aplikacija

Abstract – This paper presents a developed smart home system that monitors and controls lighting, temperature and air humidity in the room, as well as entrance control and threat detection. Data is collected using an ESP32 microcontroller and distributed to an Internet server via the Arduino IoT Cloud platform, which allows users to manage the system and monitor its parameters through mobile applications or computers.

Keywords: IoT, Smart Home System, Monitoring, Management, Mobile Application

1. UVOD

Neindustrijska automatizacija podrazumeva primenu komponenti i sistema za automatizaciju u svakodnevnim aktivnostima. Razvoj ovakvih sistema proističe iz potrebe za pronalaženjem ravnoteže između tehnološkog napretka i društvenih potreba.

Tehnološki napredak ima ključnu ulogu u razvoju neindustrijske automatizacije. Kroz napredak u mikroelektronici omogućen je razvoj malih, jeftinih i efikasnih senzora, mikrokontrolera i drugih elektronskih komponenti, što je povećalo njihovu dostupnost i olakšalo njihovu primenu izvan industrijskog sektora.

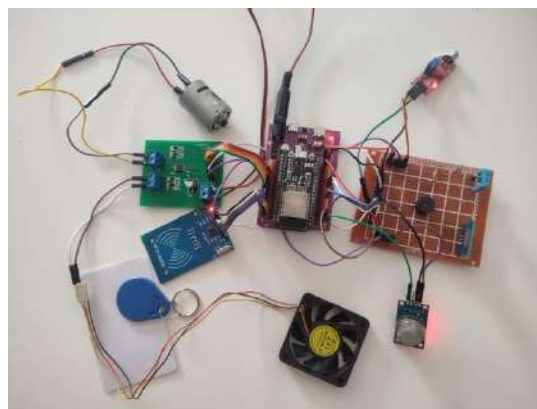
Senzori su omogućili prikupljanje i precizno praćenje podataka iz okruženja, u realnom vremenu. Dok internet stvari i veštačka inteligencija dodatno poboljšavaju ove sposobnosti povezivanjem uređaja na mrežu, gde oni mogu autonomno da komuniciraju i donose odluke na

osnovu prikupljenih podataka, prilagođavajući sisteme prema stvarnim potrebama korisnika.

Pametni kućni sistemi doneli su revoluciju u upravljanju domovima, integrišući različite tehnologije kako bi stvorili povezano okruženje u kojem uređaji međusobno komuniciraju i sarađuju u korist korisnika. Daljinski nadzor i upravljanje sistemima mogu biti ostvareni putem oblaka, gde se podaci skladište, analiziraju i koriste za unapređenje funkcionalnosti sistema. Uređaji u pametnom domu mogu automatski reagovati na promene u okruženju ili na uputstva korisnika, što omogućava visok nivo personalizacije.

2. OPIS SISTEMA

Razvijeni sistem (Slika 1.) obezbeđuje mogućnosti praćenja i regulacije osvetljenosti, temperature i vlažnosti vazduha u prostoriji, kao i dozvolu pristupa, odnosno ulaska u kuću, i detekciju potencijalnih pretnji. Shodno tome, sistem se može podeliti u četiri celine.



Slika 1. Prikaz sistema

Prva celina, za regulaciju osvetljenosti, obuhvata senzor za praćenje osvetljenosti i aktuator kojim se vrši regulacija. Na mobilnoj aplikaciji se korisniku pruža mogućnost praćenja trenutne osvetljenosti koja je podeljena na tri opsega: srednju, slabu i visoku osvetljenost. Korisnik bira režim rada koji može biti ručni ili automatski; u ručnom režimu se aktiviranjem odgovarajućih tastera upravlja radom aktuatora, dok se u automatskom režimu teži ka tome da osvetljenost uvek bude u optimalnom, srednjem nivou. Pored toga, postoje i dodatna podešavanja, koja se odnose na vremenski interval rada u automatskom režimu.

U drugoj celini sistem se bavi regulacijom temperature. Putem senzora prikupljaju se podaci o temperaturi i

NAPOMENA

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gordana Ostojić, red. prof.

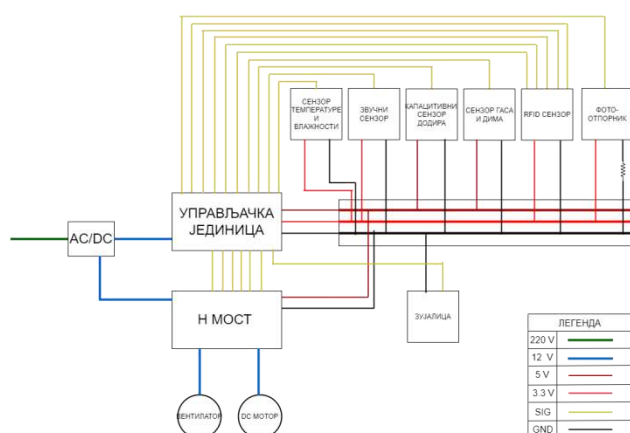
vlažnosti vazduha. Trenutna vrednost temperature se prikazuje na meraču, a na grafičkom prikazu omogućeno je praćenje temperature do 15 dana unazad. Podaci o vlažnosti vazduha se prikazuju na skali i izraženi su u procentima. Regulacija temperature može biti u ručnom i automatskom režimu, a postiže se aktivacijom rashladnog uređaja. U ručnom režimu korisnik aktivira i deaktivira prekidač za regulaciju temperature, dok u automatskom režimu rada zadaje željenu temperaturu.

Treća celina upravlja dozvolom ulaska u kuću i uključuje pametne sisteme za identifikaciju, kao što su RFID (Radio-Frequency Identification) i senzor dodira. Sistem osigurava da samo ovlašćena lica imaju pristup i omogućava praćenje i upravljanje putem mobilne aplikacije i obaveštenja koja prima korisnik.

Četvrta celina zadužena je za detekciju potencijalnih pretnji, kao što su detekcija gasa, dima, pojačane buke i nedozvoljenog ulaza. U slučaju detekcije bilo koje od pomenutih aktivnosti, sistem upozorava korisnike kroz obaveštenja i omogućava brzu reakciju.

3. KOMPONENTE SISTEMA I POVEZIVANJE

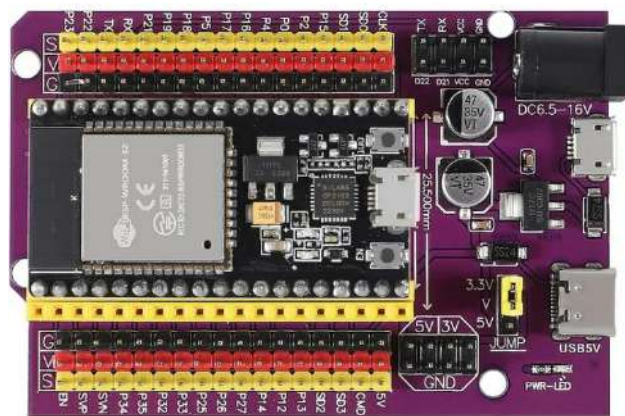
Uspešna implementacija sistema pametne kuće u velikoj meri zavisi od pravilnog izbora odgovarajućih komponenti i njihovog povezivanja u sistem (Slika 2). Svaka komponenta ima određenu ulogu u kreiranju funkcionalnosti i efikasnosti sistema, a njihovo povezivanje zahteva poznavanje tehničkih specifikacija i načina komunikacije.



Slika 2. Blok šema povezivanja sistema

3.1. Upravljačka jedinica - ESP32- WROOM-32

Glavna upravljačka jedinica sistema je ESP32-WROOM-32 razvojna ploča (Slika 3), koja na sebi sadrži ESP32-D0WDQ6 mikrokontroler. Mikrokontroler pruža širok spektar ulazno/izlaznih opcija, uključujući 38 GPIO (General-Purpose Input Output) pinova, koji se mogu konfigurisati za različite funkcije kao što su ulazi/izlazi, PWM (Pulse Width Modulation) izlazi, i komunikacioni interfejsi poput I2C (Inter-Integrated Circuit), SPI (Serial Peripheral Interface), I2S (Inter-IC Sound) i UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Osim toga, modul sadrži i 18 analognih ulaza sa rezolucijom od 12 bita, što omogućava precizno merenje analognih vrednosti.



Slika 3. Upravljačka jedinica [1]

Jedna od glavnih prednosti ovog modula je integrisana podrška za bežičnu komunikaciju. Posедуje Wi-Fi modul koji podržava 802.11 b/g/n standarde kao i Bluetooth 4.2 tehnologiju, što ga čini veoma pogodnim za IoT aplikacije. Mikrokontroler ima dva mikroprocesora, Xtensa LX6, koji mogu raditi na podesivoj frekvenciji procesorskog takta od 80 do 240 MHz. Memorijska konfiguracija uključuje 448 KB ROM (Read-Only Memory) memorije, 520 KB SRAM (Static Random-Access Memory) memorije, i 4 MB ugrađene Flash memorije [1].

3.2. Kapacitivni senzor dodira - TTP223B

Senzor dodira u ovom sistemu ima ulogu upravljanja dozvolom ulaska u kuću. Njegov princip rada zasniva se na kapacitivnosti, što je sposobnost kondenzatora da skladišti električni naboj. Kapacitivni senzor dodira koristi TTP223B mikročip, koji može detektovati promenu kapacitivnosti i generisati digitalni signal.

3.3. RFID modul - MFRC522

Pored kapacitivnog senzora dodira, RFID modul je drugi modul koji upravlja dozvolom ulaska u kuću. Ovaj modul se sastoji od RFID čitača, taga i kartice pomoću kojih se identifikuju korisnici i vrši dozvola pristupa.

Princip rada MFRC522 senzora baziran je na elektromagnetnoj indukciji i bežičnoj komunikaciji putem radio frekvencija, koristeći tehnologiju bliskog polja NFC (Near Field Communication). Kada MFRC522 modul generiše elektromagnetno polje na frekvenciji od 13,56 MHz, ovo polje se širi i služi kao izvor energije za RFID kartice koje se nalaze u njegovom dometu. U trenutku kada kartica uđe u elektromagnetno polje, unutar nje se indukuje struja koja napaja integrisani čip. Aktiviran na ovaj način, čip generiše signal koji nosi jedinstveni identifikacioni broj. S obzirom na to da signal nosi informacije u formi modularane radio frekvencije, prijemnik mora da dekodira signal kako bi dobio UID (Unique Identifier) kartice i prosledio ga upravljačkoj jedinici putem SPI protokola [2].

3.4. Fotootpornik

Da bi omogućili regulaciju osvetljenosti, neophodno je prikupiti podatke o trenutnom nivou osvetljenja u prostoriji. U tu svrhu, za potrebe sistema, korišćen je fotootpornik koji menja svoju otpornost u zavisnosti od intenziteta svetlosti kojoj je izložen. Prikupljanje podataka o nivou osvetljenosti zasniva se na principu naponskog razdelnika, koji se sastoji od dva otpornika povezana

serijski, fotootpornika i fiksnog otpornika, u ovom sistemu sa otpornošću od 10 k Ω .

3.5. Senzor temperature i vlažnosti vazduha - DHT11

Prikupljanje podataka o trenutnoj temperaturi i vlažnosti vazduha obavlja se putem DHT11 senzora. Princip rada senzora zasnovan je na korišćenju dva različita elementa za merenje temperature i vlažnosti vazduha. Za merenje temperature koristi se NTC (Negative Temperature Coefficient) termistor, čija otpornost varira sa promenom temperature. Za merenje vlažnosti vazduha, DHT11 senzor koristi rezistivni metod, koji podrazumeva korišćenje dve elektrode. Mikroprocesor u senzoru meri ove otpornosti i konvertuje ih u vrednosti temperature i vlažnosti vazduha [3].

3.6. Zvučni senzor - KY-038

Jedna od bezbednosnih funkcija ovog sistema je detekcija pojačane buke, a to se postiže pomoću zvučnog senzora KY-038. Ovaj senzor sadrži kondenzatorski mikrofoni koji zvučne signale pretvara u električni signal, koji zavisi od intenziteta zvuka. LM393 ugrađeni čip upoređuje ulazni signal sa referentnim naponom, koji se može podešavati uz pomoć potencijometra.

3.7. Senzor dima i gasa - MQ-2

Pravovremena detekcija pretnji ključna je za prevenciju nezgoda i povećanje sigurnosti sistema. MQ-2 senzor je dizajniran za detekciju različitih gasova, uključujući metan, propan, butan, amonijak, dim i koksni gas. Kada je senzor u dodiru sa gasom, dolazi do hemijskih reakcija koje uzrokuju promene u otpornosti senzora. Ove promene se pretvaraju u električni signal koji je proporcionalan koncentraciji gasova u vazduhu [4].

3.8. Zujalica

U ovom sistemu, zujalica je zadužena za signalizaciju dozvole ulaska u kuću, gde generiše različite zvučne signale u zavisnosti od statusa pristupa. U pitanju je piezoelektrični tip zujalice, koja funkcioniše na osnovu piezoelektričnog efekta i impulsne struje. Unutar zujalice se nalazi piezoelektrični materijal, najčešće keramika, koji se deformiše pri primeni električnog napona. Ova deformacija izaziva vibracije koje se prenose na metalnu ploču ugrađenu u konstrukciju zujalice. Metalna ploča, pod dejstvom vibracija, oscilira i stvara zvučne talase.

3.9. Ventilator

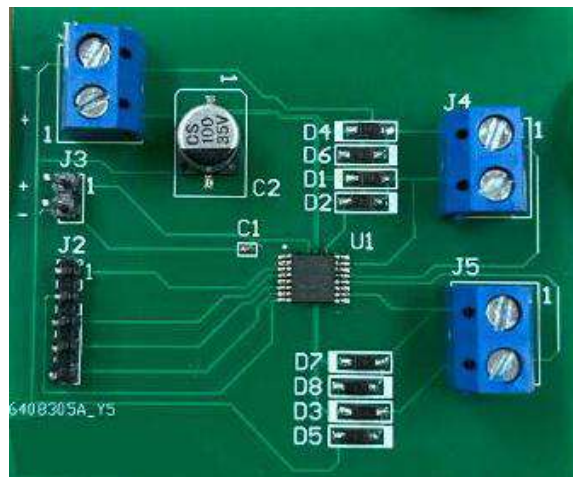
Rashladni uređaj, ventilator, ima ulogu održavanja optimalne temperature i poboljšanja komfora u sistemu pametne kuće. U sistem je integrisan ventilator D50SM – 12 AS, koji vrši regulaciju temperature i poboljšava cirkulaciju vazduha.

3.10. DC motor

U sistemu za regulaciju osvetljenosti, DC motor služi kao aktuator koji omogućava podešavanje nivoa osvetljenosti u prostoriji. Ovaj motor svojim pokretanjem upravlja mehanizmom zavese ili roletne, što omogućava preciznu kontrolu nad količinom prirodne svetlosti koja ulazi u prostoriju.

3.11. H most

H-most je elektronski sklop koji se koristi za upravljanje pravcem i brzinom DC motora. Omogućava motoru da menja smer obrtanja i brzinu u zavisnosti od impulsa koje dobija. Za upravljanje ventilatorom i DC motorom koristi se razvijena PCB (Printed Circuit Board) pločica (Slika 4) koja ima za cilj implementaciju H-mosta sa mogućnošću upravljanja sa dva motora. Dizajn PCB pločice i električne šeme realizovan je u softveru Altium Designer.



Slika 4. Prikaz PCB pločice H mosta

3.12. Eksterno napajanje – AC/DC ispravljač

Napajanje sistema obezbeđuje se preko AC/DC ispravljača, koji pretvara naizmeničnu struju iz električne mreže u jednosmernu struju. Ispravljač stabilizuje izlazni napon kako bi se obezbedila konstantna i pouzdana struja za napajanje upravljačke jedinice, čime se osigurava pravilan i siguran rad celokupnog sistema. Izlazni napon ispravljača je 12 V sa maksimalnom strujom od 5 A.

4. RAZVOJ UPRAVLJAČKOG PROGRAMA

Za razvoj upravljačkog programa u ovom sistemu odabrana je Arduino Cloud platforma [5], koja predstavlja integrisano okruženje za razvoj, implementaciju i upravljanje IoT sistemima putem oblaka. Arduino Cloud platforma funkcioniše kroz integraciju sa Arduino IoT Cloud-om, centralnom platformom u oblaku, koja omogućava povezivanje, upravljanje i nadzor IoT uređaja na daljinu, putem interneta. Platforma je zadužena za prikupljanje, skladištenje i obradu podataka u realnom vremenu, koji se šalju iz upravljačke jedinice. Takođe, oblak omogućava definisanje promenljivih, logike i pravila koja određuju kako sistem reaguje na različite promene.

4.1. Podešavanje okruženja

Podešavanje okruženja na Arduino Cloud platformi započinje pristupanjem sajtu i registracijom novog korisnika. Nakon čega se preuzima i instalira Arduino Cloud Agent, koji omogućava prepoznavanje uređaja povezanih putem USB-a, serijsku komunikaciju i programiranje. Nakon instalacije, korisnik može dodati novi uređaj u sekciji Devices, gde se za ESP32 WROOM 32 mikrokontroler bira odgovarajuća opcija. U procesu konfiguracije uređaja unosi se naziv, generiše tajni ključ i identifikacioni broj.

Zatim se projekt konfigurise u sekciji Things, gde se dodaju promenljive i uređaji. Promenljive su sinhronizovane sa oblakom i mogu biti različitih tipova, od osnovnih do kompleksnih. Takođe, u ovoj fazi se uređaj povezuje sa Wi-Fi mrežom unosom odgovarajućih parametara, čime se omogućava komunikacija između uređaja i Arduino IoT Cloud-a.

Nakon svih podešavanja, platforma automatski generise skicu koja sadrži programski kod neophodan za upravljanje uređajem i povezivanje sa oblakom. Sistem takođe generise potrebne datoteke za sinhronizaciju promenljivih i mrežnih parametara, omogućavajući stabilnu komunikaciju i dalji razvoj sistema.

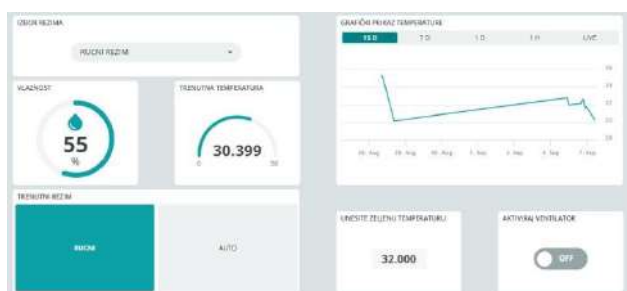
4.2. Programski kod

Programski kod za upravljanje pametnim kućnim sistemom, koji omogućava regulaciju osvetljenosti, temperature i vlažnosti vazduha, kao i kontrolu pristupa i detekciju pretnji, razvijen je na Arduino Cloud platformi u okviru sekcije Sketch, u datoteci sa ekstenzijom .ino, standardnom za Arduino IDE okruženje. Ovaj kod je zasnovan na pojednostavljenom C/C++ jeziku, sa bibliotekama specifičnim za rad sa Arduino uređajima. Kod je podeljen u tri celine. Prva celina uključuje dodavanje biblioteka za rad sa senzorima i RFID modulom, kao i definisanje pinova i globalnih promenljivih koje povezuju fizičke komponente sistema. Druga celina, unutar funkcije void setup(), izvršava se jednom, prilikom pokretanja koda i podešava komunikacije (serijsku i SPI), inicijalizuje senzore i uspostavlja internet vezu sa Arduino IoT Cloud-om. Treća celina sadrži glavnu logiku programa unutar funkcije void loop(), koja obrađuje podatke sa senzora i upravlja različitim funkcijama sistema, kao što su rad ventilatora i motora, na osnovu očitanih vrednosti i korisničkih unosa.

5. KONTROLNA TABLA I MOBILNA APLIKACIJA

Arduino Cloud platforma omogućava lako praćenje i upravljanje sistemom putem kontrolne table, koja se sastoji od jedne ili više ikonica koje su direktno povezane sa promenljivama sistema i ažuriraju svoje stanje pri promeni njihove vrednosti.

Kontrolne table omogućuju praćenje i upravljanje sistemom pomoću računara (Slika 5), a istovremeno definišu i njihov izgled u mobilnoj aplikaciji. Mobilna aplikacija Arduino IoT Cloud Remote omogućava jednostavan pristup i upravljanje sistemom sa bilo kog mesta, uz internet konekciju. Nakon instalacije aplikacije na mobilni telefon i prijavljivanja na već registrovani Arduino IoT Cloud nalog, aplikacija automatski sinhronizuje sve postojeće kontrolne table (Slika 6).



Slika 5. Kontrolna tabla za regulaciju temperature



Slika 6. Kontrolna tabla za regulaciju temperature u mobilnoj aplikaciji

Sistem takođe pruža mogućnost upozoravanja korisnika na različite aktivnosti putem obaveštenja, što omogućava brzu reakciju na potencijalne pretnje.

6. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad je predstavljen uspešno razvijen pametan kućni sistem, sa fokusom na osnovne pojmove neindustrijskih sistema i prednosti IoT platformi. Prikazane su komponente sistema, njihova funkcionalnost i povezanost, uključujući praćenje osvetljenosti, temperature, vlažnosti, bezbednosti kroz detekciju pretnji i upravljanje pristupom. Razvijen je programski kod u Arduino Cloud okruženju, koji omogućava integraciju svih komponenti sa korisničkim interfejsom i omogućava daljinski nadzor putem mobilne aplikacije Arduino IoT Cloud Remote.

Dalje istraživanje može uključivati dodavanje novih perifernih uređaja za bolju regulaciju osvetljenosti, unapređenje sigurnosti korišćenjem video nadzora i analize u realnom vremenu, kao i integraciju virtuelnih asistenata poput Alexa i Google Home za lakše upravljanje sistemom glasovnim komandama.

7. LITERATURA

- [1] Espressif, Mikrokontroler ESP32-WROOM-32, https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf.
- [2] Probots, RFID modul MFRC522, <https://probots.co.in/rc522-rfid-mifare-reader-writer-13-56mhz-with-keychain-tag.html>.
- [3] Datasheet Hub, Senzor temperature i vlažnosti vazdha DHT11, <https://www.datasheethub.com/dht11-temperature-and-humidity-sensor-module/>.
- [4] Datasheet Hub, Senzor gasa i dima MQ-2, <https://www.datasheethub.com/mq2-gas-sensor-detector-module/>.
- [5] Arduino Cloud <https://cloud.arduino.cc/>.

Kratka biografija:



Dejan Mutavdžić rođen je u Užicu 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike, robotike i automatizacije odbranio je 2024.god.
kontakt: mutavdzic.d99@gmail.com

KOMBINATORNE IGRE COMBINATORIAL GAMES

Jelena Ljiljanić, *Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MATEMATIKA U TEHNICI

Kratak sadržaj – Rad sadrži osobine kombinatornih igara, koje predstavljaju posebnu klasu u matematičkoj teoriji igara. Definišu se glavni elementi ovih igara i navodi osnovna podela. Takođe, prolazi se kroz različite primere ovih igara, kao i kroz različite načine analize pozicija i strategija u igri.

Ključne reči: Igra, pozicija, strategija

Abstract - The paper presents the characteristics of combinatorial games, which represent a special class in the mathematical game theory. The main elements of these games are defined, and the basic classification is provided. Additionally, various examples of these games are discussed, along with different methods of analyzing positions and strategies in the game.

Keywords: Game, position, strategy.

1. UVOD

Kombinatorne igre su igre za dva igrača sa savršenim informacijama i bez slučajnih poteza. To znači da su oba igrača u svakom trenutku svesna svih poteza koji su napravljeni i svih informacija koje su dostupne i da nisu dozvoljeni slučajni potezi kao što su bacanje kocke ili deljenje karata. Ishod ovih igara je dobitak za jednog, a gubitak za drugog igrača. Kombinatorne igre određuje skup pozicija, uključujući i početnu poziciju igrača, i skup dozvoljenih poteza između pozicija. Igra se kreće od jedne pozicije do druge, pri čemu se igrači obično smenjuju u potezima, sve dok se ne dostigne terminalna pozicija. Terminalna pozicija je ona iz koje potezi više nisu mogući. Tada se jedan od igrača proglašava pobednikom, a drugi gubitnikom.

2. OSOBINE KOMBINATORNIH IGARA

Za kombinatornu igru sa skupom pozicija X kaže se da je progresivno ograničena ako za svaku početnu poziciju $x \in X$ postoji konačno ograničenje broja poteza do završetka igre. Maksimalan broj poteza od x do završne pozicije označava se sa $B(x)$.

Opšta podela kombinatornih igara je na dve kategorije. Prva kategorija su igre u kojima su pobedničke pozicije i dostupni potezi jednaki za oba igrača, ovakve igre na engleskom nose naziv *impartial*. Druga kategorija su igre u kojima svaki igrač ima različite skupove pobedničkih pozicija ili različiti skup mogućih poteza sa date pozicije, takve igre nose naziv *partizan*[1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Buda Bajić Papuga.

U standardnom obliku kombinatorne igre pobeđuje onaj igrač koji je poslednji odigrao potez. Igre u kojima igrač koji je poslednji odigrao potez gubi nazivaju se *misère*.

2.1. P- i N-pozicije kod *impartial* igara

Za bilo koju *impartial* kombinatornu igru, definišemo sa N skup pozicija koje igraču koji je na redu mogu garantovati pobedu-takve pozicije nazivamo N-pozicijama. Skup pozicija sa kojih svaki potez vodi ka N-poziciji označavamo sa P , pozicije koje pripadaju ovom skupu mogu garantovati pobedu prethodnom igraču i nazivamo ih P-pozicije. Svaka moguća pozicija u igri je ili P-pozicija ili N-pozicija. Da bismo uspeli da rešimo i analiziramo igru najpre moramo da odredimo koje su to P-pozicije, a koje N-pozicije.

Definicija 1 P-pozicije i N-pozicije su definisane rekursivno sledećim tvrdnjama:

- Sve terminalne pozicije su P-pozicije.
- Sa svake N-pozicije postoji bar jedan potez do P-pozicije.
- Sa svake P-pozicije svaki potez vodi do N-pozicije.

Nakon pravilno određenih P-pozicija i N-pozicija, lako uočavamo da je strategija pomeranja ka P-pozicijama zapravo pobednička strategija[2].

Teorema 1 U progresivno ograničenoj *impartial* kombinatornoj igri u standardnom obliku, sve pozicije spadaju u $N \cup P$. Dakle, iz bilo koje početne pozicije, jedan od igrača ima pobedničku strategiju.

3. NIM

3.1. Igra Oduzimanja

Igra Oduzimanja spada u *impartial* kombinatorne igre. Neka se na gomili na stolu nalazi n žetona, $n \in \mathbb{N}$, i neka je S skup pozitivnih celih brojeva manjih od n . Pravila igre su sledeća: imamo dva igrača (igrača I i igrača II), koji igraju naizmenično, potez svakog igrača se sastoji u tome da iz gomile od n žetona uzme s žetona, gde $s \in S$. Igrač koji uzme poslednji žeton pobeđuje. Za bilo koje $n \in \mathbb{N}$ ova igra je progresivno ograničena sa $B(x) = n$. Za analizu ove igre koristimo indukciju unazad.

Zamislamo da se na stolu nalazi 21 žeton, igrač I i igrač II imaju zadatak da naizmenično uzimaju po 1, 2 ili 3 žetona, sve dok na stolu ne ostane nijedan žeton. Dakle, skup $S = \{1, 2, 3\}$, a $n = 21$. Postoji samo jedna terminalna pozicija i to je kada na stolu ostane 0 žetona, po definiciji sledi da je to P-pozicija. Ukoliko na stolu ostane jedan, dva ili tri

žetona igrač koji je na redu da povuče potez pobeđuje, te su to N-pozicije. Pretpostavimo da je na stolu ostalo četiri žetona, oni predstavljaju gubitak za igrača koji je naredni na potezu, ali i pobeđu za prethodnog igrača. Zaključujemo da je slučaj kada na stolu ostanu četiri žetona P-pozicija. Vidimo da će nam pozicije kada na stolu nakon našeg poteza ostane 0, 4, 8, 12, 16 i 20 žetona doneti pobeđu. Kako broj 21 nije deljiv sa četiri, igrač I uvek može pobediti ako u svom prvom potezu uzme jednu šibicu. Šta god igrač II uradio, igrač I može pobediti tako što će uvek uzimati onoliko žetona koliko je potrebno da na stolu ostane broj žetona deljiv sa 4.

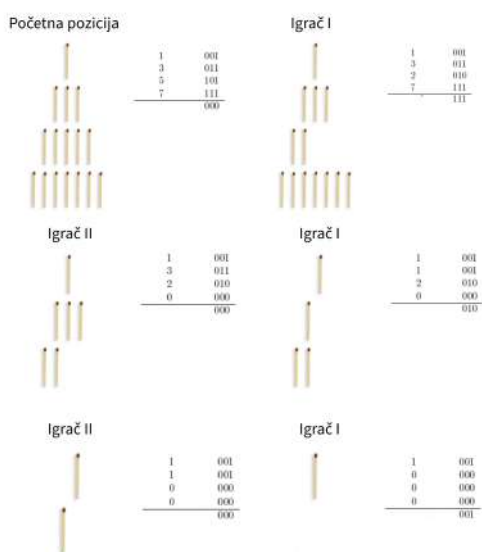
3.2. Igra Nim i pojam Nim-zbira

Na samom početku igre se na stolu nalazi nekoliko gomila šibica, svaka od tih gomila sadrži konačan broj šibica. Dozvoljeni potezi ove igre su sledeći: igrači naizmenično sklanjaju pozitivan broj šibica iz koje god gomile žele. Dakle, dozvoljeno je uzeti koliko god šibica želeli sa gomile koju odaberete, ali za vreme jednog poteza nije dozvoljeno uzimati šibice sa različitih gomila. Pobednik je onaj koji uzme i poslednju šibicu. Poziciju u igri ćemo označavati sa $(x_1, x_2, \dots, x_k)$. Ovo znači da postoji k gomila šibica i da se u prvoj gomili nalazi x_1 šibica, u drugoj x_2 šibica, i tako dalje. Nim-zbir brojeva se nalazi predstavljanjem brojeva u bazi dva i korišćenjem sabiranja sa modulom dva na odgovarajućim komponentama[3].

Definicija 2 Nim-zbir brojeva $x = (x_m x_{m-1} \dots x_1 x_0)_2$ i $y = (y_m y_{m-1} \dots y_1 y_0)_2$ je broj $z = (z_m z_{m-1} \dots z_1 z_0)_2$. Pišemo $(x_m x_{m-1} \dots x_1 x_0)_2 \oplus (y_m y_{m-1} \dots y_1 y_0)_2 = (z_m z_{m-1} \dots z_1 z_0)_2$, gde je $z_k \equiv_2 x_k + y_k$, $k = 1, \dots, m$, $a \equiv_2$ ostatak pri deljenju sa dva.

Teorema 2 Pozicija $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ igre Nim je P-pozicija ako i samo ako je Nim-zbir njenih komponenti jednak nuli, tj. ako je $x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_k = 0$.

Primer 1



Slika 1: Pobeda igrača II u igri Nim

Na stolu se se 16 šibica raspoređenih u 4 gomile. Stavimo se u ulogu igrača II i pokušajmo da dobijemo ovu igru konstantnim prelaženjem na P-pozicije, odnosno pozicije čije je Nim-zbir jednak nuli. Na slici 1 je predstavljen tok cele partije igre Nim, potezi igrača I su u potpunosti slučajni, dok su potezi igrača II prelazi na P-pozicije.

4. GRAFIČKO PREDSTAVLJANJE IGARA I SPRAG-GRANDIJEVA FUNKCIJA

Pojedine kombinatorne igre možemo predstaviti i uz pomoć usmerenog grafa. To se postiže identifikovanjem pozicija u igri sa čvorovima grafa i poteza igre sa putevima u grafu. Dakle, za usmereni graf $G = (X, F)$ skup X će biti skup pozicija u igri, dok će F biti funkcija i za svako $x \in X$, $F(x) \subset X$ će predstavljati pozicije na koje igrač može da se pomeri sa pozicije x . Pozicije koje pripadju skupu $F(x)$ nazivamo sledbenicima pozicije x . Ukoliko je $F(x) = \emptyset$ pozicija x je terminalna pozicija. Kao i do sada imamo dva igrača, igrača I i igrača II, oni se naizmenično smenjuju u potezima i uzmimo da prvi igra igrač I. Kod igara na grafovima potrebno je najpre odrediti početnu poziciju $x_0 \in X$, dalje se sledi sledeće pravilo: na poziciji x igrač koji je na redu da igra bira poziciju $y \in F(x)$. Onaj igrač koji se nađe na terminalnoj poziciji u svom potezu i stoga ne može dalje da igra, gubi.

4.1. Sprag-Grandijeva funkcija

Pored P- i N- pozicija za analizu igara na grafovima može se koristiti i Sprag-Grandijeva funkcija.

Definicija 3 Sprag-Grandijeva funkcija grafa $G = (X, F)$ je funkcija g definisana na X , koja uzima nenegativne celobrojne vrednosti tako da:

$$g(x) = \min\{n \geq 0 : n \neq g(y) \text{ za } y \in F(x)\}.$$

Funkciju g možemo definisati i preko minimalnog isključnog elementa kao:

$$g(x) = \text{mex}\{g(y) : y \in F(x)\}.$$

Način na koji se Sprag-Grandijeva funkcija koristi za analizu igara na grafovima je sledeći: sve pozicije x za koje važi da je $g(x) = 0$ su P-pozicije, sve pozicije za koje to ne važi su N-pozicije. Pobednička strategija jeste pri svakom potezu izabrati put koji vodi do čvora sa vrednošću Sprag-Grandijeve funkcije jednakoj nuli[1].

Pretpostavimo da imamo dato n progresivno ograničenih grafova: $G_1 = (X_1, F_1), G_2 = (X_2, F_2), \dots, G_n = (X_n, F_n)$. Kombinacijom ovih grafova dobijamo novi graf $G = (X, F)$, u oznaci $G = G_1 + G_2 + \dots + G_n$, koji nazivamo sumom grafova $G_1, G_2, \dots, G_n$.

Teorema 3 Ako je g_i Sprag-Grandijeva funkcija grafa G_i , $i = 1, \dots, n$, tada i suma grafova $G = G_1 + G_2 + \dots + G_n$ ima Sprag-Grandijevu funkciju i ona je definisana kao $g(x_1, \dots, x_n) = g_1(x_1) \oplus \dots \oplus g_n(x_n)$.

5. IGRE OKRETANJA NOVČIĆA

Posebnu klasu *impartial* kombinatornih igara čine igre okretanja novčića. U ovim igrama imamo dat konačan niz novčića, od kojih svaki pokazuje glavu ili pismo. Potezi ove igre se sastoje u okretanju novčića sa glave na pismo i obrnuto. Kako bi postojala garancija da će se igra završiti u

konačnom broju poteza imamo završni uslov koji kaže da krajnji desni novčić prilikom okretanja mora preći sa glave na pismo. Konačni cilj igre je postići da su svi novčići okrenuti na istu stranu, bila to glava ili pismo, i onaj igrač koji povuče poslednji potez pobeđuje.

Jedan od primera ovakvih igara jeste igra pod nazivom Lažne kornjače (eng. *Mock Turtle*). Horizontalni red od n novčića raspoređen je tako da neki od njih pokazuju glavu, a neki pismo. Igraču je dozvoljeno da preokrene jedan, dva ili tri novčića, pri čemu krajnji desni novčić prelazi sa glave na pismo. U primerima ćemo koristiti latinično slovo H za glavu (eng. *head*) i latinično slovo T za pismo (eng. *tails*). Ukoliko, imamo 9 novčića raspoređenih na sledeći način:

T	H	T	T	H	T	T	T	H
0	1	2	3	4	5	6	7	8

dozvoljeni potez za igrača je da na primer okrene novčić na poziciji 4 sa glave na pismo i novčić na poziciji 0 sa pisma na glavu. U vezi traženja SG-vrednosti pozicija koristimo sledeće. Pozicija sa k glava na mestima $x_1, x_2, \dots, x_k$ može se predstaviti kao (disjunktna) suma k igara od kojih svaka ima na tačno jednom mestu novčić koji pokazuje glavu, pri čemu je za $j = 1, 2, \dots, k$ glava u igri j na mestu x_j . Napisaćemo koje su to SG-vrednosti pozicija ove igre kada postoji tačno jedan novčić koji pokazuje glavu i on se nalazi krajnje desno. Ukoliko je glava na mestu 0, ona se može okrenuti na pismo i time preći na terminalnu poziciju pa je SG-vrednost jednaka 1. Glava na mestu 1 može se okrenuti i time dobiti terminalna pozicija ili se nakon okretanja tog novčića može okrenuti i onaj na mestu 0 sa pisma na glavu. Dobija se da je SG-vrednost jednaka 2. Kada novčić na mestu 2 prikazuje glavu nakon okretanja može se dobiti glava na mestu 1, glava na mestu 0, glave na mestima 1 i 0, ili terminalna pozicija. Tada dobijamo da je $g(2) = \text{mex}\{g(1), g(0), g(1) \oplus g(0)\} = \{2, 1, 3\} = 4$.

Primer 2 Igrajmo igru Lažnih kornjača. Zamislamo da se na stolu nalazi 11 novčića okrenutih na sledeći način:

Ovo predstavlja početnu poziciju igre. Određujemo da li je u pitanju P- ili N-pozicija, odnosno određujemo Nim-zbir vrednosti SG-funkcije za mesta na kojima novčići pokazuju glavu. Za računanje koristimo tabelu ???. Kako se u početnoj poziciji novčići koji pokazuju glave nalaze na mestima 2, 3, 4, 6 i 10 računamo Nim-zbir za:

$$g(2) \oplus g(3) \oplus g(4) \oplus g(6) \oplus g(10) = 4 \oplus 7 \oplus 8 \oplus 13 \oplus 21 = 19.$$

Dakle, ovo je N-pozicija, pa po teoremi ??? sledi da igrač I ima pobedničku strategiju. Dajemo primer mogućeg toka igre u kojoj su potezi igrača II u potpunosti slučajni, dok su potezi igrača I takvi da stalno prelazi na pozicije sa Nim-zbirom jednakim nula, tj. na P-pozicije.

Početna pozicija:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	T	H	H	H	T	H	T	T	T	H

$$g(2) \oplus g(3) \oplus g(4) \oplus g(6) \oplus g(10) =$$

$$4 \oplus 7 \oplus 8 \oplus 13 \oplus 21 = 19$$

Igrač I okreće novčiće 10, 3 i 0:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	T	H	T	H	T	H	T	T	T	T

$$g(0) \oplus g(2) \oplus g(4) \oplus g(6) =$$

$$1 \oplus 4 \oplus 8 \oplus 13 = 0$$

Igrač II okreće novčiće 6, 3 i 1:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	H	H	H	H	T	T	T	T	T	T

$$g(0) \oplus g(1) \oplus g(2) \oplus g(3) \oplus g(4) =$$

$$1 \oplus 2 \oplus 4 \oplus 7 \oplus 8 = 8$$

Igrač I okreće novčić 4:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	H	H	H	T	T	T	T	T	T	T

$$g(0) \oplus g(1) \oplus g(2) \oplus g(3) =$$

$$1 \oplus 2 \oplus 4 \oplus 7 = 0$$

Igrač II okreće novčić 0:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	H	H	H	T	T	T	T	T	T	T

$$g(1) \oplus g(2) \oplus g(3) =$$

$$2 \oplus 4 \oplus 7 = 1$$

Igrač I okreće novčiće 3, 2 i 1:

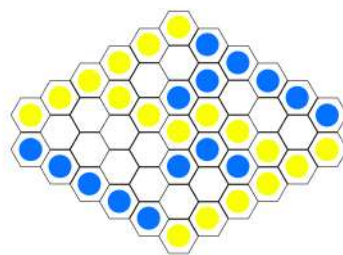
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Svi novčići pokazuju pismo, igrač I je pobednik!

6. HEKS

Kombinatorne igre koje spadaju u grupu *partizan* igara najčešće se prikazuju preko skupa čvorova X koji predstavljaju pozicije igre i preko dva skupa usmerenih grana koje predstavljaju dozvoljene poteze za dva igrača. Jedna od najmlađih ovakvih igara je igra Heks.

Heks se igra na ploči u obliku romba prekrivenog šestouglovima tj. heksagonima. Šestougli od kojih se ploča sastoji se nazivaju ćelije, polja ili heksovi. Igračima se dodeljuju kamenčići, jedan igrač dobija kamenčiće plave boje, a drugi kamenčiće žute boje. Takođe im se dodeljuju i po dve suprotne strane ploče. Igrači naizmenično postavljaju jedan kamenčić svoje boje na prazna polja. Jednom kada se kamenčić postave oni ne smeju da se pomeraju, zamenjuju niti uklanjaju sa ploče. Cilj svakog igrača je da formira niz kamenčića u svojoj boji tako da taj niz poveže njegove dve strane ploče, odnosno da napravi monohromatski prelaz[4].

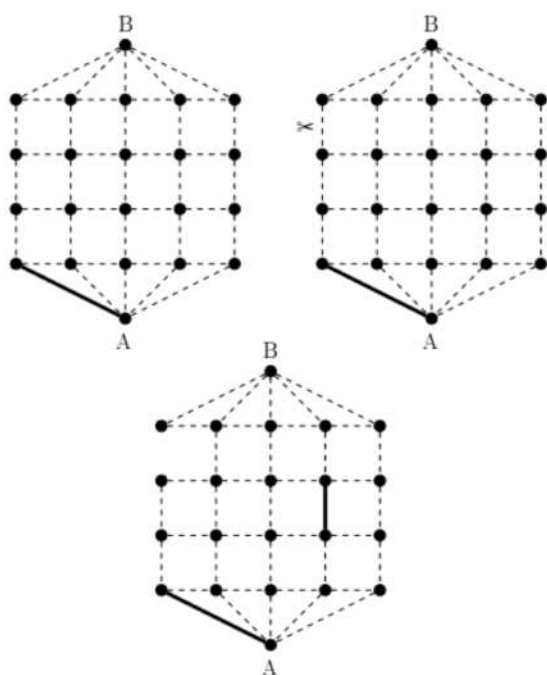


Slika 2: Primer igre u kojoj pobeđuje žuti igrač

Pronalazak poredničke strategije u igri Heks je za sada ostao nerešen problem, osim kada je tabla mala. Ono što se može pokazati jeste da igrač koji prvi pravi potez ima poredničku strategiju i da na ploči prekrivenoj kamenčićima mora postojati tačno jedan niz kamenčića koji spaja naspramne strane prekrivene kamenčićima jednakih boja kao i kamenčići koji prave niz.

7. ŠENONOVA IGRA PREKLAPANJA

Šenonovu igru preklapanja igraju dva igrača, njihova imena na engleskom glase *Cut* i *Short*. Igra se igra na povezanom grafu sa dva izdvojena čvora, ove čvorove obeležimo velikim latiničnim slovima A i B. Dozvoljen potez za igrača *Short* jeste "učvršćivanje" grane u grafu, čime je čini otpornom na sečenje. Dozvoljen potez za igrača *Cut* je da seče granu grafa koja nije učvršćena. *Short* pobeđuje ako uspe da poveže čvorove A i B putem pojačanih grana. *Cut* pobeđuje ako uspe da razdvoji čvorove A i B. Na sledećoj slici dat je prikaz moguća prva tri poteza Šenonove igre preklapanja, u kojoj je prvi na redu *Short*. Sve grane u grafu su predstavljene isprekidanim linijama. Podebljanim linijama prikazane su one grane koje *Short* učvrsti, dok grane koje *Cut* iseče imaju sa svoje leve strane simbol makazica.



Slika 3: Prva tri poteza Šenonove igre preklapanja

Ova igra spada u grupu *partizan* kombinatornih igara. Šenonova igra preklapanja se mora završiti nakon konačnog broja poteza tj. ona je progresivno ograničena i jedan od dvojice igrača mora pobediti. Za ovu igru takođe važi da poredničku strategiju ima onaj igrač koji je prvi na potezu, bilo da je to *Short* ili *Cut*[5].

8. ZAKLJUČAK

U poređenju sa drugim oblastima matematike teorija igara se smatra relativno mladom disciplinom. Kombinatorne igre predstavljaju posebnu grupu matematičkih igara. U radu smo uveli važne alate koji pomažu pri određivanju poredničkih strategija, kao što su Nim-zbir i Sprag-Grandijeva funkcija, čija je upotreba u poredničkim strategijama pojedinih igara ilustrovana u radu.

9. LITERATURA

- [1] T. S. Ferguson, "A Course in Game Theory", World Scientific, 2020.
- [2] A. R. Karlin, Y. Peres, "Game Theory, Alive", *American Mathematical Society*, vol. 101, 2016.
- [3] E. R. Berlekamp, J. H. Conway, R. K. Guy, "Winning ways for your mathematical plays", AK Peters/CRC Press, vol.4, 2004.
- [4] C. Browne "Hex Strategy: Making the right connections", AK Peters/CRC Press, 2009.
- [5] Kimberly Wood, "Switching the Shannon switching game", Bard College, 2012.

Kratka biografija:



Jelena Ljiljanić rođena je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Matematika u tehnici odbranila je 2024. god.

Kontakt: ljiljaniceva@gmail.com

