



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXVIII

Број: 4/2023

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXVIII

Свеска: 4

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Александар Купусинац
Проф. др Борис Думнић
Проф. др Дарко Стефановић
Проф. др Себастиан Балоиш
Проф. др Дејан Лукић
Проф. др Јован Дорић
Проф. др Мирослав Кљајић
Проф. др Немања Тасић
Проф. др Дејан Убавин

Проф. др Милан Видаковић
Проф. др Мирјана Дамњановић
Проф. др Јелена Атанацковић Јеличић
Проф. др Игор Пешко
Проф. др Драган Јовановић
Проф. др Небојша Ралевић
Доц. др Сања Ожват
Проф. др Немања Кашиковић
Проф. др Теодор Атанацковић

Редакција:

Проф. др Дарко Стефановић, главни уредник
Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

Проф. др Драгољуб Новаковић
Проф. др Иван Пинђер
Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор
Софија Рацков, коректор
Мр Марина Катић, преводилац

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН,
проф. др Стеван Станковски, 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
Срђан Колаковић. – 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 четврта 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». Једна од последица нарастања материјалних проблема и несрећних догађаја на нашим просторима јесте и привремени прекид континуитета објављивања часописа двобројем/двогодишњаком 21/22, 1990/1991. год.

Друштво у коме живимо базирано је на знању. Оно претпоставља реорганизацију наставног процеса и увођење читавог низа нових струка, као и квалитетну организацију научног рада. Значајне промене у структури високог образовања, везане за имплементацију Болоњске декларације, усвајање нове и активне улоге студената у процесу образовања и њихово све шире укључивање у стручне и истраживачке пројекте, као и покретање нових мастер и докторских студија, доносе потребу да ови, веома значајни и вредни резултати, постану доступни академској и широј јавности. Оживљавање „Зборника радова Факултета техничких наука“, као јединственог форума за презентацију научних и стручних достигнућа, пре свега студената, обезбеђује услове за доступност ових резултата.

Због тога је Наставно-научно веће ФТН-а 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 сајту ФТН-а (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 24.10.2022. до 04.11.2022. год., а који се промовишу 22.03.2023. 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.

Велик број дипломираних инжењера–мастера у овом периоду био је разлог што су радови поводом ове промоције подељени у три свеске.

У овој свесци, са редним бројем 4. објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дузајна,
- архитектуре,
- сценске архитектуре и дизајна и
- биомедицинског инжењерства.

У свесци са редним бројем 3. објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- анимација у инжењерству и
- чистих енергетских технологија.

У свесци са редним бројем 5. објављени су радови из области:

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- математике у техници,
- инжењерства третмана и заштите вода (TEMPUS),
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара и
- инжењерства информационих система.

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. Ти радови ће бити објављивани на енглеском језику због пуне међународне видљивости и проходности презентованих резултата.

У плану је да часопис, својим редовним изласком и високим квалитетом, привуче пажњу и постане довољно препознатљив и цитиран да може да стане раме-уз-раме са водећим часописима и заслужи своје место на СЦИ листи, чиме ће значајно допринети да се оствари мото Факултета техничких наука:

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

STRANA

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Slaviša Mičić, NEDESTRUKTIVNE METODE ISPITIVANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA SA PRAKTIČNIM PRIMERIMA U SRBIJI	441-444
2. Milica Lilić, PLANIRANJE I PRAĆENJE GRAĐENJA U BIM-U	445-449
3. Tijana Trninić, PROCENA STANJA, REVITALIZACIJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE ŽELEZNIČKE STANICE U NAUMOVIĆEVU	450-453
4. Aleksandar Đorđević, PRIMENA BIM-a U PROCENI TROŠKOVA GRAĐENJA	454-458
5. Momir Milivojević, POVEZIVANJE BOLNICE ŠEIK KALIFA SA MEĐUNARODNOM PUTNOM MREŽOM – MSE ZIDOVI	459-462
6. Ivana Kosić, UTICAJ DIGITALNE TRANSFORMACIJE NA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U GRAĐEVINARSTVU	463-466

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Jovan Rašković, Pavle Pitka, UPOREDNA ANALIZA VREMENA PUTOVANJA KORISNIKA U SISTEMU JAVNOG PREVOZA PUTNIKA SA DRUGIM VIDOVIKA PREVOZA	467-470
--	---------

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Ana Četković, Savka Adamović, OPASNOSTI I RIZICI TOKOM IZRADE PROIZVODA FLEKSO TEHNIKOM ŠTAMPE	471-474
2. Dejana Sarić, Ivana Jurić, UTICAJ ŠUMA I ZAMUĆENJA NA DETEKCIJU LICA NA FOTOGRAFIJI	475-478
3. Jelena Mamić, Magdolna Pál, PROJEKTOVANJE I KONTROLA LEPLJENIH ELEMENATA U IZRADI GRAFIČKIH PROIZVODA SA ISKAKAJUĆIM (POPAP) ELEMENTIMA	479-482

4. Staša Laličić, Sandra Dedijer, UPOREDNA ANALIZA REPRODUKCIJE TEKSTA U BOJI U ZAVISNOSTI OD REZOLUCIJE ŠTAMPE INK DŽET I ELEKTROFOTOGRAFSKOG POSTUPKA	483-486
---	---------

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Саша Влајков, АНАЛИЗА ЛУМЕН UNREAL ENGINE 5 СИСТЕМА ГЛОБАЛНОГ ОСВЕТЉЕЊА НА ПРИМЕРУ ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ ЕНТЕРИЈЕРА	487-490
2. Агота Кереша, СТРАТЕШКО ПЛАНИРАЊЕ МАЊИХ НАСЕЉА: СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА НАСЕЉА АДА И МОЛ	491-494
3. Александра Марковић, КРАГУЈЕВАЦ КРОЗ ДВА ДРУШТВЕНА УРЕЂЕЊА: ТРАНСФОРМАЦИЈА СТАМБЕНОГ МОДЕЛА	495-498
4. Dunja Bašić Palković, PASIVNA KUĆA ZA ODMOR NA LOKALITETU LABUDOVO OKNO	499-502
5. Stefan Strajin, PROJEKAT ENTERIJERA BICIKLISTIČKOG CENTRA NA PALIĆU	503-506
6. Anja Pilipović, ISPITIVANJE ZNAČAJA SEGMENTA ARHITEKTONSKE VIZUELIZACIJE UNUTAR SFERE VIRTUELNE PRODUKCIJE	507-510
7. Инес Божулић, УТИЦАЈ ОКРУЖЕЊА НА ПЕРЦЕПЦИЈУ УМЕТНИЧКИХ ДЕЛА УНУТАР ГАЛЕРИЈА У ВИРТУЕЛНОЈ РЕАЛНОСТИ	511-514
8. Анђела Ђокановић, УПОРЕДНИ ПРИСТУП ПРОЈЕКТОВАЊУ СТАНОВА XX И XXI ВЕКА КРОЗ АНАЛИЗУ НЕФУНКЦИОНАЛНИХ ПРОСТОРА ПРИМЕНОМ ИНТЕРАКТИВНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЈЕ	515-518
9. Ivana Martinović, OBJEKT MEŠOVITE NAMENE U NOVOM SADU	519-521
10. Ivan Ostojić, REVITALIZACIJA CRKVE SVETOG RUDOLFA SA NOVOPROJEKTOVANOM VINARIJOM U BANOŠTORU	522-524
11. Dragana Gajić, TRANSFORMACIJA CRKVE SVETOG RUDOLFA U BANOŠTORU U SPA CENTAR	525-528
12. Katarina Tričković, IDEJNO ARHITEKTONSKO REŠENJE RESTORANA U ŠKOTSKOJ	529-532
13. Олга Јевтић, АНАЛИЗА СВЕТЛОСНОГ ЗАГАЂЕЊА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА И ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ЊЕГОВО СМАЊЕЊЕ	533-536
14. Dejan Konjević, REKONSTRUKCIJA ZGRADE U ULICE ILIJE OGNJANOVIĆA BROJ 26 U NOVOM SADU	537-539
15. Dejan Čeliković, KAFE-ČITAONICA SA ZELENIM KROVOM	540-543

Radovi iz oblasti: Scenska arhitektura i dizajn

1. Dragana Baćović, ZAPOSTAVLJENA MESTA: RAD VEČERA	544-547
2. Ana Ilić, IZVORNI EHO	548-551

Radovi iz oblasti: Biomedicinsko inženjerstvo

1. Nina Martinović, PRIMENA INTERFEJSA MOZAK-RAČUNAR U REHABILITACIJI NAKON MOŽDANOG UDARA	552-555
2. Aleksandra Mijuk, Mario Šokac, ANALIZA BIOTRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I ODNOSA IZMEĐU METALNE VOĐICE I HIRURŠKOG GAJDERA	556-559
3. Milica Abeer, Mario Šokac, ISPITIVANJE BIOTRIBOLOŠKIH I DIMENZIONALNIH KARAKTERISTIKA POLIMETILMETAKRILATA ZA PRIMENU U DENTALNOJ PROTETICI	560-563
4. Ostoja Jeftić, Slobodan Tabaković, PRIMENA 3D SKENIRANJA U PROTETICI	564-567
5. Vesna Surla, PREDNOSTI ITERATIVNE REKONSTRUKCIJE KOD KOMPJUTERSKE TOMOGRAFIJE U KLINIČKIM PRIMENAMA	568-570
6. Нађа Килибарда, ПРИМЕНА И ИНЖЕЊЕРСКИ АСПЕКТИ ИНТЕРФЕЈСА МОЗАК-РАЧУНАР	571-574

NEDESTRUKTIVNE METODE ISPITIVANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA SA PRAKTIČNIM PRIMERIMA U SRBIJI**NON-DESTRUCTIVE METHODS OF TESTING PAVEMENT STRUCTURES WITH CASE STUDIES IN SERBIA**

Slaviša Mičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, teorijskog i praktičnog. U teorijskom delu su obrađene nedestruktivne metode ispitivanja koje se koriste u svetu. U praktičnom delu navedeni su primeri metoda koji su se koristili u Srbiji. Za svaki pojedinačni primer ustanovljeno je da li je novoizgrađena ispitna deonica zadovoljila Tehničke specifikacije.

Ključne reči: Put, Saobraćajnica, Ravnost, Hrapavost i Defleksije

Abstract – The paper consists of two parts, theoretical and practical. The theoretical part deals with non-destructive testing methods used in the world. In the practical part, examples of methods used in Serbia are listed. For each individual example, it was established whether the newly built test section met the Technical Specifications.

Keywords: Road, Traffic, Evenness, Roughness and Deflections.

1. UVOD

Vozna površina kolovoza mora biti projektovana i izgrađena tako da osigura sigurnost i udobnost za korisnike saobraćaja u projektnom razdoblju eksploatacije. Kvalitetnim izvođenjem svih slojeva kolovozne konstrukcije (gornjeg i donjeg stroja) povećava se procenat sigurnosti odvijanja saobraćaja i utiče na dugotrajnost vozne površine, ali i vozila.

Za kretanje vozila po voznoj površini najvažnija su površinska svojstva asfaltbetonskih kolovoza. Sastav i kvalitet asfalta u velikoj meri povećava sigurnost putnog saobraćaja.

Stanje vozne površine može se odrediti preko površinskih svojstava kolovoza (hrapavost, ravnost, bučnost površine, tekstura i oštećenja kolovoza). Informacije o eventualnim nepravilnostima navedenih svojstava mogu se odrediti ispitivanjem na izvedenom habajućem sloju.

Ispitivanja mogu da bude destruktivna (uzimanje uzoraka iz vezanih slojeva kolovozne konstrukcije pomoću dijamantske jezgrovnice bušilice i otvaranje sondažnih jama) i nedestruktivna (ravnost, hrapavost i defleksije).

U okviru datog rada prikazane su nedestruktivne metode za ispitivanje kolovoznih konstrukcija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Milan Marinković.

2. NEDESTRUKTIVNE METODE ISPITIVANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Oštećenje površine kolovoza zajedno sa ravnosti i hrapavosti direktno utiče na učesnike u saobraćaju, dok putem defleksija stručnjaci mogu da saznaju uzrok nastalog oštećenja kao i sami razvoj oštećenja i da preduzmu određene mere kako bi spasili dalji životni vek kolovozne konstrukcije [1].

2.1 Primeri ocene stanja kolovoza

Praksa u SAD je pokazala da ocena stanja kolovoza na primarnoj putnoj mreži u većini zemalja zasnovana na međunarodnom indeksu ravnosti IRI i metoda za mjerenje otpornosti površine na proklizavanje/klizanje - ispitivanje klatnom (SRT klatno) [2]. Pored kvaliteta habajućeg sloja novoizgrađene saobraćajnice, osnovne nabrojane metode mogu da pokažu stanje već izgrađene saobraćajnice, tj. da li saobraćajnica na kojoj se odvija saobraćaj u kritičnom stanju. Na osnovu podataka koje se dobiju, građevinski inženjer za puteve donosi zaključak da li je potrebno izvršiti rehabilitaciju na saobraćajnici na kojoj se odvija saobraćaj. Ocena nivoa usluge puta, dobijena od strane korisnika mnogo zavisi od kvaliteta kolovozne konstrukcije, npr. njene površine. Ovo stanje može da se prenese na stanje funkcionalnih karakteristika kolovoza (ravnost, otpor klizanju itd.), odnosno stanje habajućeg sloja [1].

2.2 Osnovni pokazatelji sigurnosti saobraćaja

U putnom saobraćaju postoje faktori koji utiču na sigurnost korisnika u saobraćaju, a međusobna povezanost faktora dovodi do konfliktnih situacija i povećanja mogućnosti nastanka saobraćajnih nesreća. Faktori koji utiču na sigurnost putnog saobraćaja su čovek (Č), vozilo (V), put (P) i okolina (O) [3]. Međusobne korelacije faktora koje se sastoje od odnosa čovek- put, čovek-vozilo i odnosa put-vozilo imaju velik uticaj na postizanje saobraćajnog sastava u kojem će broj nezgoda biti sveden na najmanji mogući broj. Na sigurnost saobraćaja utiče i okolina, zbog toga se i okolina uzima kao faktor sigurnosti putnog saobraćaja [3].

2.3 Merenje poprečnih i podužnih profila u opsezima talasnih dužina za ravnost i megatekstur „IRI“

Merenje poprečne i podužne ravnosti površine definisano je kao odstupanja površine kolovoza u odnosu na projektovani nagib površine. Ova odstupanja utiču na kvalitet vožnje, dinamiku vozila i učinak dinamičkih opterećenja na kolovozu. Razlika između teoretskih visina

površine i stvarne visine površine u podužnom profilu može se pojaviti kao rezultat procesa izgradnje, korištenja puta ili u nekim slučajevima kombinacije oba slučaja.

Međunarodni indeks ravnosti (IRI) je standardna skala za procenu ravnosti puta u mnogim zemljama u svetu. Ravnost kolovoza (ponekad se naziva i hrapavost) se obično procenjuje korišćenjem profila kolovoza (mera sitnih promena nadmorske visine na površini kolovoza).

Postoje razne metode za merenje podužnih i poprečnih profila, kao što su: simulator četvrtine automobila, simulator polovine automobila i simulator celog automobila, merenje ravnosti laserskim profilometrom dužine 3 m, IRI kolica, laserski profilometri montirani na vozilo i laserski profilometri na guranje, ispitivanje ravnjačom dužine 3m.

Trenutno je IRI uobičajen međunarodni indeks procene ravnosti, koji ima prednosti objektivnog merenja ravnosti kolovoza i neometanost ljudskih faktora [4].

2.4 Uticaj kvaliteta asfaltnih slojeva na sigurnost saobraćaja

Sastav i kvalitet asfalta imaju veliku ulogu u povećanju stepena sigurnosti saobraćaja. Veliki broj saobraćajnih nesreća nastaje zbog smanjenog koeficijenta trenja između pneumatika i kolovoza te zbog oštećenja gornje površine kolovoza.

Kod oštećenja kolovoza većih od 15 % potrebno je čitav kolovoz obnoviti, a kod oštećenja do 15 % treba ga popraviti [3]. Na sigurnost putnog saobraćaja u velikoj meri utiču faktori kao što su pojava kolotruga, hrapavost površine, defleksije, oštećenja, ravnost kolovoza, tekstura vozne površine i sl.

2.5 Metoda za merenje otpornosti površine na proklizavanje/klizanje - Ispitivanje SRT klatnom

Jedna od uobičajenih metoda utvrđivanja otpora klizanju jeste i korištenje uređaja pomoću klatna. SRT je statički uređaj za detekciju površinskih svojstava kolovoza. Uređaj deluje na principu klatna, gdje merna ruka koja se otpušta sa okvira uređaja na slobodnom kraju ima gumenu klizač koji struganjem po površini kolovoza pokazuje vrednost. SRT vrednosti prikazane su na mernoj skali uređaja i kreću se od 0 do 150, gdje manja SRT vrijednost označava i manju vrednost otpora klizanju, odnosno manji ostvareni koeficijent trenja.

Prema kriterijima za ocenu trenja, rezultat vrednosti iznad 65 predstavlja vrlo dobru ocenu trenja u svim uslovima, dok vrednost na skali koja nakon očitavanja ne iznosi 45 predstavlja klizav kolovoz i potencijalnu opasnost za učesnike u saobraćaju. Ocena otpora klizanja se meri prema standardu SRPS U.C4.018 [5].

Uređaj se koristi za laboratorijska i terenska ispitivanja. Osim klatna, koristi se i pesak za određivanje dubine teksture na datoj tački puta.

Kombinacija merenja SRT vrednosti i dubine teksture omogućuje tačniju procenu ponašanja kočnog vozila.

Postoje i ostale metode ispitivanja kao što su: „SARSYS Volvo friction tester“- SVFT, „RoadSTAR“ metod, „H2000 Automatic Crack Detection“ - ACD Sistem.

2.6 Ugibi / defleksije kolovozne konstrukcije

Merenje ugiba / defleksija se vrši jednom od dve osnovne tehnike: statičkom i dinamičkom (udarnom) tehnikom. Zbog svoje jednostavnosti, Benkelmanova greda (Slika 1.) je u prošlosti bila najrasprostranjenija metoda merenja ugiba [6].

Benkelmanova greda - predstavlja mehanički merni uređaj koji prenosi vertikalne pokrete (ugib) površine kolovozne konstrukcije na merni sat. Međutim, dinamički (udarni) ugiomeri imaju niz prednosti kao što su: veća osetljivost i tačnost, simultano merenje ugiba u više tačaka i brže izvođenje merenja.



SLIKA 1 - BENKELMANOVA GREDA [6]

Trenutno u svetu najzastupljeniji ugiomer sa padajućim teretom je "FWD - Falling Weight Deflectometer".

3. PRIMENA NEDESTRUKTIVNIH METODA ISPITIVANJA KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Upotreba nedestruktivnih metoda ispitivanja na primerima: 1) Rekonstrukcija kolovoza "Banstol - Čortanovci", 2) rekonstrukcija ulice u naseljenom mestu Kukujevci i 3) rehabilitacija deonice puta "Ruma - Pećinci".

3.1 Rehabilitacija kolovoza „Banstol - Čortanovci“

Ispitivanja su izvršena na završnom novoizvedenom habajućem sloju od asfaltbetona na saobraćajnici Banstol-Čortanovci (km 0+000 - km 5+100).

3.1.1 Merenje poprečnih i podužnih profila u opsezima talasnih dužina za ravnost i megateksturu (IRI)

Merenje poprečnih i podužnih profila u opsezima talasnih dužina za ravnost i megateksturu su izvršena sa IRI kolicima (slika 2.). Ukupno je izmereno oko 10400 metara puta. Merenje je obavljeno i levoj i u desnoj traci. Merenje je izvršeno pomoću kolica „STPZ-3 Continuous Eight-wheel Viameter“ (slika 2) [2 3m]. Dobijene vrednosti su analizirani i preračunate u IRI. Dobijene vrednosti su prikazane u tabeli 1. i 2.



SLIKA 2 IZGLED MERNIH KOLICA [7]

TABELA 1 - DOBIJENE VREDNOSTI IRI ZA DESNU SAOBRAĆAJNU TRAKU

Desna saobraćajna traka		
Srednja vrednost IRI (m/km)	Standardna devijacija (m/km)	85% vrednost IRI (m/km)
0,9748	0,2795	1,18

TABELA 2 - DOBIJENE VREDNOSTI IRI ZA LEVU SAOBRAĆAJNU TRAKU

Leva saobraćajna traka		
Srednja vrednost IRI (m/km)	Standardna devijacija (m/km)	85% vrednost IRI (m/km)
0,9735	0,2874	1,29

3.1.2 Metode merenja i tehnički zahtevi za ispitivanje otpora klizanju

Metode merenja i tehnički zahtevi za ispitivanje otpora klizanju habajućeg sloja kolovoznih konstrukcija izvršena su SRT klatnom (slika 3.) [8]. Na mernoj deonici je urađeno je ukupno 26 opita na svakih 400m. Izmerena vrednost otpora klizanju habajućeg sloja (SRT vrednost) korigovana je vrednošću korekcionog koeficijenta usled dejstva temperature. Dobijeni rezultati se kreću u granicama od 54,6 do 63,3. Prema kriterijima za ocenu trenja, rezultati dobijenih vrednosti predstavljaju vrlo dobru ocenu trenja u svim uslovima.



SLIKA 3 – SRT MERNI UREĐAJ [8]

3.1.3 Merenje defleksija kolovoza

Merenja su izvršena sa Benkelmanovom grede. Defleksije su merene i u levoj i u desnoj traci na svakih 50m. Ukupno je izmereno 200 defleksija. Dobijene vrednosti su korigovane u odnosu na temperaturu kolovoza. Kako su defleksije merene na istim stacionažama u obe trake analizirane su sve vrednosti zajedno kako bi se utvrdili statistički parametri. U analizi su na istoj stacionaži posmatrane veće vrednosti. Statistički parametri za obe trake su prikazani u tabeli 3.

TABELA 3 - - STATISTIČKI PARAMETRI ZA OBE TRAKE

	Poč. stac km	Kraj. stac km	Dsr (μm)	σ (μm)	CV (%)	Dc (μm)
Obe trake	0+0 50	5+000	20,58	3,62	17,57	27,81

Koeficijent varijacija na homogenom potezu mora biti manji od 0,35 (35%) što je slučaj za čitav put pri analizi obe trake zajedno po stacionažama. Čitav put je jedna homogena deonica. Gde je:

Dsr (μm) – srednja vrednost defleksije na homogenom potezu;

σ (μm) – standardna devijacija defleksija na homogenom potezu;

CV (%) - koeficijent varijacije;

Dc (μm) – Karakteristična defleksija na homogenom potezu za izabrani nivo pouzdanosti podataka.

3.2 Rehabilitacija ulice u naseljenom mestu Kukujevci - Opština Šid - ulica Vuka Karadžića

Ispitivanja mernim kolicima IRI, merenje otpora klizanju i defleksije habajućeg sloja kolovozne konstrukcije su izvršena na završnom novoizvedenom habajućem sloju od asfaltbetona na saobraćajnici u naseljenom mestu Kukujevci, opština Šid, ulica Vuka Karadžića.

3.2.1 Merenje poprečnih i podužnih profila u opsezima talasnih dužina za ravnost i megateksturu (IRI)

Ispitivanja mernim kolicima izmereno je oko 1300 metara puta. Merenje je obavljeno samo u desnoj traci, posmatrano u smeru rasta stacionaža od ulice „Srpskih vladara“ (jer je širina saobraćajnice manja od 5m). Dobijene vrednosti su analizirani i preračunate u IRI (m/km). Srednja vrednost IRI u desnoj traci iznosi:

- $IRI_{sr} = 0,5006$ m/km

Standardna devijacija u desnoj traci iznosi:

- $\sigma = 0,2411$ m/km

85% vrednost IRI u desnoj traci iznosi:

- $IRI_{85\%} = 0,7541$ m/km

Prema orijentacionim vrednostima ustanovljeno je da novoizgrađena deonica puta zadovoljava kriterijume.

3.2.2 Metode merenja i tehnički zahtevi za ispitivanje otpora klizanju

Merenje otpornosti na klizanje sloja je izvršeno je sa SRT klatnom na deonici puta u desnoj i levoj saobraćajnoj traci, posmatrajući prema rastu stacionaža od ulice „Srpskih vladara“. Na mernoj deonici je urađeno je ukupno 3 opita, na svakih 400 m. Tačna stacionaža je data u tabeli 4.

TABELA 4 - SRT VREDOSTNI UL. „VUKA KARADŽIĆA“

Stacionaža	SRT vrednost
0+100,0	73,1 desno
0+500,0	73,6 levo
0+900,0	73,7 desno

Prema kriterijima za ocenu trenja, rezultati dobijenih vrednosti predstavljaju odličnu ocenu trenja u svim uslovima.

3.2.3 Merenje defleksija kolovoza

Merenja su izvršena sa Benkelmanovom gredom. Dužina puta na kojem su merene defleksije je oko 1000 m. Defleksije su merene i u levoj i u desnoj traci. Merenje defleksija je izvršeno na svakih 50 metara. Ukupno je izmerno 20 defleksije u obe trake. Dobijene vrednosti su korigovane u odnosu na temperaturu kolovoza (temperatura kolovoza u trenutku ispitivanja je bila 17

°C). Kako su defleksije merene na različitim stacionažama analizirane su sve vrednosti kako bi se utvrdili statistički parametri. Postoje tri homogene deonice: deo 1 (0+050 - 0+550 m) sa koeficijentom varijacije od 12,9 %, deo 2 (0+600 - 0+800 m) sa koeficijentom varijacije od 7,4 % i deo 3 (800 - 1000 m).

Koeficijent varijacija na homogenom potezu mora biti manji od 0,35 (35%), tako da postoje 3 homogene deonice za datu saobraćajnicu. Karakteristična defleksija je izračunata za nivo pouzdanosti od 90%.

3.3 Rehabilitacija denice puta „Ruma – Pećinci“

Merenje podužne ravnosti, otpor klizanju i merenje defleksija izvršeno je na završnom novoizvedenom habajućem sloju, na desnom kolovozu auto-puta A3, deonica Ruma - Pećinci. Stacionaža mernih mesta je od km 61+150,00 do km 63+450,00 desni kolovoz.

3.3.1 Merenje poprečnih i podužnih profila u opsezima talasnih dužina za ravnost i megateksturu (IRI)

Merenje je vršeno pomoću IRI kolica na desnom kolovozu i to u voznoj i preticajnoj traci. Dobijene vrednosti su analizirane i preračunate u IRI (m/km). Vrednost IRI za voznu traku je:

- $IRI_{sr} = 0,6516$ m/km. Vrednost IRI za preticajnu traku:
- $IRI_{sr} = 0,5510$ m/km. Zahtevana vrednost IRI za auto-puteve je < 2 .

3.3.2 Metode merenja i tehnički zahtevi za ispitivanje otpora klizanju

Merenja su vršena sa SRT klatnom. Na mernoj deonici je urađeno je ukupno 18 opita (po 9 u svakoj traci). Ispitivanja su merenja su izvršena u relativno povoljnim vremenskim uslovima. Temperatura zastora u trenutku merenja je iznosila od 33,8°C do 39,8°C. Izmerena vrednost otpora klizanju habajućeg sloja (SRT vrednost) korigovana je vrednošću korekturnog koeficijenta usled dejstva temperature. U voznoj traci ispitivanja su rađena na zamišljenom tragu desnog točka, a u preticajnoj traci na zamišljenom tragu levog točka. Izmerene SRT vrednosti za voznu traku su u vrednostima od 60 do 66, dok su SRT vrednosti za preticajnu traku u vrednostima od 56 do 61.

3.3.3 Merenje defleksija kolovoza

Defleksije kolovoza merene su na voznoj i preticajnoj traci. Defleksije kolovoza merene su deflektometrom sa padajućim teretom „FWD DYNATEST (FWD 8002-219)“. Merenje defleksija na voznoj traci izmereno je na temperaturi vazduha od 19,8 do 23,0°C, a temperatura asfalta u vreme merenja iznosila je od 27,8 do 29,3°C. Merenje defleksija na preticajnoj traci urađeno je na temperaturi vazduha od 23,2 do 26,0°C, a temperatura asfalta u vreme merenja iznosila je od 29,4 do 31,6°C.

4. ZAKLJUČAK

Površina kolovozne konstrukcije mora da bude dovoljno ravna, da pruža otpor klizanju i da ima određenu nosivost što se određuje merenjem defleksija. Sigurnost saobraćaja se povećava kvalitetnim izvođenjem svih slojeva kolovozne konstrukcije (gornjeg i donjeg stroja). Stanje vozne površine može se odrediti preko površinskih svojstava kolovoza (hrapavost, ravnost, bučnost površine, tekstura i oštećenja kolovoza). Informacije o eventualnim nepravilnostima navedenih svojstava mogu se odrediti ispitivanjem na izvedenom habajućem sloju. Ispitivanja mogu da bude destruktivna i nedestruktivna.

U okviru datog rada prikazane su nedestruktivne metode za ispitivanje kolovoznih konstrukcija. Ravnost kolovoza je pokazatelj odstupanja vozne površine od „idealne“ projektom predviđene površine. Hrapavost u velikoj meri utiče na sigurnost kretanja vozila po saobraćajnoj površini. Putni površinski sloj mora pružati dovoljnu vrednost trenja između kolovoza i pneumatika kako bi se sprečilo klizanje, zanošenje vozila i proklizavanje vozila. Nosivost same kolovozne konstrukcije određuje se pomoću defleksija (ugiba) kolovoza.

Podaci dobijeni pomoću nedestruktivnih metoda daju potpun i realan uvid u pokazatelje stanja puteva u bilo koje vreme, i to na čitavoj deonici puta ili u odabranim deonicama. Podaci daju detaljan uvid u trenutno stanje kolovoza, kao i izvedene radove novoizgrađenih kolovoza.

5. LITERATURA

- [1] **Jokanović, I. / Zeljić, D. / Mihajlović, D.** *Ocena stanja kolovoza sa tehničkog i korisničkog aspekta.*
- [2] **Uzelac, Đ.** „Kolovozne konstrukcije“. FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2015.
- [3] **Luburć, G.** *Sigurnost cestovnog i gradskog prometa*, 2010.
- [4] *Improving Pavements With Long-Term Pavement Performance: Products for Today and Tomorrow. Papers From the 2003–2004 International Contest on Long-Term Pavement Performance Data Analysis. Sponsored by the Federal Highway Administration and the American Society of Civil Engineers.*
- [5] **SRPS EN 13036-4 SRT.** *Ispitivanje otpora klizanju habajućeg sloja kolovoznih konstrukcija.*
- [6] **Impact-test.** [na mreži] <https://www.impact-test.co.uk/products/4547-benkelman-beam/>.
- [7] **Shtg17.** [na mreži] <https://www.shtg17.com/>.
- [8] **SANDBERG.** [na mreži] <https://www.sandberg.co.uk/site/specialist-testing/slip-resistance/>.

PLANIRANJE I PRAĆENJE GRAĐENJA U BIM-U

CONSTRUCTION PLANNING AND MONITORING IN BIM

Milica Lilić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA

Kratak sadržaj – BIM (eng. Building Information Modeling) predstavlja izgradnju digitalnog integrisanog modela postojeće ili buduće izgrađene okoline, prateći i planirajući njenu izgradnju.

Ključne reči: BIM u građevinarstvu, održavanje građevinskih objekata, strategija implementacije, građevinska industrija, informacioni model zgrade

Abstract – BIM (Building Information Modeling) represents the construction of a digital integrated model of an existing or future built environment, following and planning its construction.

Keywords: BIM, building maintenance, implementation strategy, construction industry, information model of building

1. UVOD

Building Information Modeling (BIM) je proces podržan različitim alatima, tehnologijama i ugovorima koji opisuju metode mapiranja objekata tokom njihovog celokupnog životnog ciklusa sa svim važnim informacijama. U tu svrhu se, i pre početka izgradnje, svi podaci o objektu kombinuju i umrežavaju pomoću softvera, tako da je na kraju na raspolaganju virtuelni model zgrade sa kojim mogu da rade svi koji su uključeni u projekat. BIM softver koriste pojedinci i preduzeća koja planiraju, projektuju, grade, rukovode i održavaju zgrade i različite fizičke infrastrukture kao što su voda, otpad, struja, gas, komunikacione usluge, putevi, železnice, mostovi, luke i tuneli.

BIM predstavlja zajedničku bazu znanja za sve učesnike na projektu (arhitekte, inženjere građevine, mašinstva i elektrotehničke, geodete) – svi podaci o projektu od faze inicijacije pa do upotrebe, obuhvaćeni su takvim parametarskim modelom.

Građevinarstvo je najznačajnija grana ljudske delatnosti zbog čega je vrlo bitno znati njenu istoriju. Istorija građevinskih sistema predstavlja proizvod i posledicu vremenske i autohtone filozofije građenja u pojedinim periodima ili na pojedinim geografskim područjima. Kroz tu istoriju najbolje se sagledava geneza, usavršavanje, materijalizacija i prenošenje ideja i veština izvođenja.

2. ISTORIJA BIM TEHNOLOGIJE

Koncept BIM-a je u razvoju od 70-ih godina prošlog veka, ali je konačnu formu dobio početkom 2000-ih, kada i postaje neizostavan deo u oblasti projektovanja i izgradnje.

NAPOMENA:

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

Konceptualne osnove BIM sistema se vraćaju u najranije dane računanja- 1962. godinu kada Douglas Engelbart predlaže objektno zasnovani dizajn i relacionu bazu podataka u svom članku "Povećanje ljudskog razuma".

Prvi koji je došao do današnjeg termina BIM je arhitekta i strateški ekspert u kompaniji Autodesk, Phil Bernstein. Popularizacija i standardizacija termina zasluga je Jerry Laiserin-a. Prema njemu i drugim autorima, prva implementacija BIM-a u neki softver bio je Virtual Building koncept na kom se zasnivao ArchiCAD kompanije Graphisoft koji je svoj debi imao 1987. godine.

Od sredine 1980-ih postaje uobičajen naziv za koncept digitalnog prikaza procesa projektovanja koje su ubrzo ponudile kompanije za izradu softvera Bentley Systems, Autodesk i Graphisoft koja je lansirala ArchiCAD.

3. BIM - Building Information Modeling

BIM je skraćenica od "Building Information Modeling" ili Building Information Model. Nacionalni instituti za nauku o građevinarstvu-NIBS definišu BIM kao „digitalni prikaz fizičkih i funkcionalnih karakteristika objekta“. Ova tehnologija pruža mnoge prednosti u odnosu na tradicionalno crtanje ili u odnosu na izradu arhitektonskog projekta uz pomoć CAD tehnologije, ali je njegovo uvođenje u postojeći sistem u građevinskoj industriji problem iz više razloga.

Tehničke karakteristike računara na kojima se radi sa BIM programom su zahtevnije u odnosu na tradicionalne CAD softvere, BIM tehnologija zahteva korisnike koji žele da uče i prilagođavaju se novoj tehnologiji, cena koštanja uvođenja ove tehnologije u pogledu cene novih softverskih rešenja na svim nivoima, cena obuke radne snage i cena u vidu izgubljenog vremena prilikom prvog prilagođavanja na ovu tehnologiju u realnom projektu, su faktori koji takođe utiču na stepen primene ove tehnologije.

BIM je zamišljen kao proces za:

- programiranje
- projektovanje
- operacije
- održavanje

zgrade odnosno modela koji skuplja sve informacije za koje je vezana tokom njenog čitavog životnog ciklusa. Sa svim informacijama o zgradi na jednom dostupnom mestu, rizici i greške su smanjeni – mogu se lako proceniti i identifikovati kroz digitalne opise projekata. Kao posledica toga, neuspešni troškovi su minimizirani i BIM podaci se mogu koristiti za ilustraciju kompletnog životnog ciklusa zgrade.

3.1. BIM prema nivou zrelosti

Pristup BIM nivoima, s njenim standardima i specifikacijama, može biti vrlo komplikovan za neke ljude. Iz tog razloga je BIM sažet po fazama zrelosti, u nadi da će to ljude navesti na shvatanje BIM-a. Postoje tri faze implementacije BIM-a, a to su:

- Faza 1 – Samo modeliranje objekta
- Faza 2 – Modeliranje objekta baziranog na međusobnoj saradnji
- Faza 3 – Modeliranje objekta baziranog na mrežnoj saradnji.



Slika 1- Grafički prikaz razvoja BIM-a po nivoima

Nivo 0- Najjednostavniji korak u procesu generisanja svih informacija. Ne uključuje nikakav nivo saradnje.

Nivo 1- U ovom slučaju koristimo CDE- zajed. okruženje podataka ili mrežno skladište gde se prikupljaju i tako skladište svi podaci koji su potrebni na samom projektu.

Nivo 2- Glavni fokus ovog nivoa je način na koji se sve bitne informacije dele među različitim članovima koji učestvuju u samom projektu.

Nivo 3- Ovaj nivo je krajnji cilj za građevinarstvo. Njegov glavni cilj je integracija BIM informacija u centralnu bazu. Ovo se postiže korišćenjem zajedničkog modela.

3.2. BIM prema nivou razvoja-detaljnosti (LOD)

Da bi se zaštitili od mogućih informacionih praznina, profesionalci su skloni da preteruju sa količinom informacija koje treba saopštiti. Na ovaj način prave grešku u proizvodnji i deljenju viška informacija koje su često beskorisne. LOD teži potrebi za informacijama koje objekat mora da sadrži da bi zadovoljio zahteve profesionalaca u tom trenutku u procesu projektovanja.

LOD se sastoji od 2 elementa:

- geometrija ili vizuelni prikaz projekta – LOG (Nivo geometrije);
- podatke priložene objektima BIM modela – LOI (Nivo informacija).

Nivo detaljnosti BIM elemenata ili LOD (eng. Level of Detail) je poglavlje BEP-a (eng. BIM Execution Plan). LOD predstavlja precizan opis svih elemenata u BIM modelu, kako u smislu grafičke detaljnosti BIM elemenata, tako i u smislu tipa količine podataka koje BIM element u sebi treba da sadrži.

LOD opisuje korake kroz koje se BIM model može logično razvijati od najnižeg nivoa aproksimativno prema najvišem nivou preciznosti.

4. NAČIN PRENOSA INFORMACIJA U BIM-U

4.1. IFC (Industry Foundation Classes)

IFC (Industry Foundation Classes) je međunarodna standardna šema koju je razvio buildingSMART za razmenu podataka modela zgrade. Namenjena je opisu podataka za arhitekturu, inženjering, građevinske objekte i elemente, kao što su zid ili prozor. IFC koristi objektno orijentisani pristup, u kome su podaci organizovani u hijerarhiju klasa.

IFC je međunarodno priznat kao najčešći i široko prihvaćen openBIM format. Mnoge zemlje, kao što su skandinavske zemlje, već su predvodile tranziciju u čitavoj industriji oslanjajući se na ekskluzivnu upotrebu IFC formata za bilo kakvu razmenu podataka o digitalno izgrađenim sredstvima.

4.2. COBie (Construction Operations Building Information Exchange)

COBie definiše informacije za sredstva koja se isporučuju kao deo projekta izgradnje objekta i koristi se za dokumentovanje podataka za proces informacionog modeliranja zgrade (BIM).

Dve vrste sredstava su uključene u COBie: oprema i prostor. Dok će podaci proizvođača za instalirane proizvode i opremu jednog dana biti direktno dostupni, COBie pomaže projektnom timu da organizuje elektronske prijave odobrene tokom projektovanja i izgradnje i isporuči konsolidovani elektronski priručnik za upravljanje i održavanje uz malo ili bez dodatnih napora.

COBie specifikacija definiše podatke koji uključuju podatke o materijalu, proizvodu i opremi, mestu proizvodnje, serijskim brojevima, garancijama i rezervnim delovima.

5. PRIMENA BIM TEHNOLOGIJA

Proces BIM tehnologije započinje izradom potrebne građevinske dokumentacije kao i svih potrebnih projekata (idejni, glavni, za izvođenje). Dosadašnji način projektovanja podrazumevao je kreiranje objekta u 2D ravni (osnove, karakteristični preseki, izgledi). Svaki korak je završen pre nego što počne sledeći. CAD se razvio i stvoren je 3D CAD (AutoCad-a i ArhiCad-a softveri koji omogućavaju 3D projektovanje). Dalji napredak tehnologije zamenio je CAD tehnologiju BIM tehnologijom, čija je baza 3D model na koji se vežu i razvijaju dodatne dimenzije - vreme (4D), troškovi (5D), održivosti i potrošnja energije (6D), upravljanje i održavanje objekta (7D).

5.1. Primena BIM tehnologije u procesu planiranja

U procesu planiranja BIM tehnologija se može koristiti za:

- Prostornu analizu potencijalnih lokacija objekta (eng. Site Analysis) - proces u kome se BIM/GIS alati koriste za ocenu podobnosti određene lokacije radi određivanja optimalne lokacije za budući objekat. Prvo se prikupljaju podaci za izbor lokacije, a zatim se na izabranu lokaciju postavlja objekat u skladu sa ostalim zahtevima definisanim u projektnom zadatku.

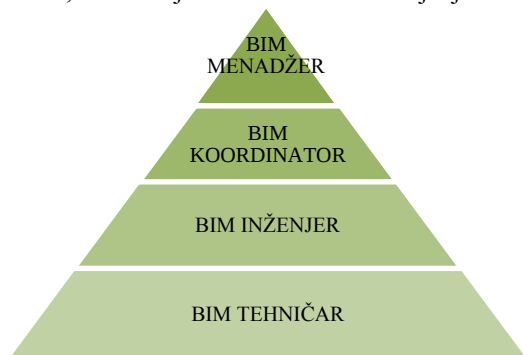
- Analizu prostorne interpolacije objekta (eng. Programming) - proces u kome se BIM model primenjuje kako bi se analiziralo i procenilo projektno rešenje u odnosu prema prostornim ograničenjima i zahtevima.
- Snimanje postojećeg stanja (eng. Existing Conditions Modeling) - proces u kome projektni tim razvija BIM model postojećeg stanja lokacije, postojećih objekata na lokaciji ili određenog dela postojećeg objekta. Koristi od primene BIM tehnologije u ovom procesu su: veća tačnost i preciznost u snimcima postojećeg stanja, pomoć u budućem modelovanju i 3D koordinaciji projekta, tačne informacije o trenutnom stanju izvedenih radova i td.

5.2. Primena BIM tehnologije u procesu projektovanja

Tradicionalan način projektovanja podrazumeva kreiranje preseka objekta po različitim profilima i prikazivanje u 2D ravni (osnove, izgledi, karakteristični preseki). Godinama unazad razvijeni su softveri poput AutoCAD-a, ArhiCAD-a i sl. koji se razvio i stvoren je 3D CAD. Međutim BIM je mnogo više od 3D projektovanja. Pored 3D vizualizacije ovakav pristup omogućava pažljivo planiranje izgradnje, koja može teći bez zastoja, u zavisnosti od priliva finansija. BIM omogućava inženjerima da lakše predvide performanse objekta pre samog građenja, da optimizuju projekat i brže odgovore na njegove promene i na taj način kreiraju kvalitetniju projektnu dokumentaciju.

5.2.1. Učesnici u BIM projektovanju

U celoj građevinskoj industriji, različite kompanije imaju različite nazive poslova kada je u pitanju rad sa BIM-om. To može biti BIM inženjer, BIM arhitekta, BIM modelar, „BIM šampion“ ili BIM koordinator i BIM menadžer. Vrlo je važno razumevanje svih zadataka i odgovornosti koje nosi svaka od ovih pozicija. Skoro svaki projekat sprovodi grupa ljudi sa različitim iskustvom, očekivanjima i načinom razmišljanja.



Slika 2- Hijerarhijska struktura BIM uloga/dužnosti

5.3. Prednosti i nedostaci korišćenja BIM-a

Modeliranje zgrada upotrebom BIM-a poboljšava sve nivoje građevinskog projekta. Ova metoda saradnje omogućava klijentima efikasniju interakciju, što samim tim dovodi do boljih odluka i većeg uspeha projekta. Neke od prednosti korišćenja BIM-a su: bolji uvid u projekat, maksimalna efikasnost, smanjeni troškovi i gubici, bolja komunikacija..

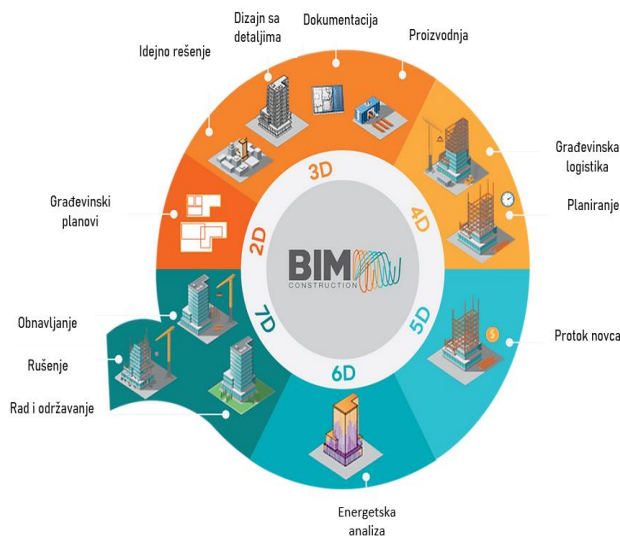
Međutim, BIM tehnologija još uvek nije univerzalno prihvaćena i korišćena u građevinarstvu. Osnovna karakteristika pametne zgrade je da su svi njeni sistemi povezani, a uvek postoji mogućnost da jedan od naših

kooperanata možda ne koristi BIM i da možda neće moći koristiti naše modele što dovodi do rasipnih troškova i nedostatka uspešne komunikacije, zahteva velika ulaganja kada su u pitanju softveri i računarski resursi...

6. DIMENZIJE U BIM-U

BIM dimenzije predstavljaju nivoje informacija koje se nalaze u u projektnom modelu. Svaki nivo predstavlja unapređen nivo informacija u zavisnosti od složenosti i zahteva samog projekta. Svaki put kada se procesu doda dodatni skup informacija, unosi se dodatni sloj dimenzija koje ovaj sistem čine efikasnijim. Unošenje dodatnih informacija podacima, u stvari, omogućava da saznate kako će projekat biti isporučen, koliko će koštati i kako bi ga trebalo održavati.

BIM nije uobičajeno kreiranje 3D modela zgrade. Ono podrazumeva i dodavanje informacija koje se odnose na njegove faze projektovanja, organizacije, izgradnje i održavanja. Nivoi informacija su evoluirali iz potrebe da se svim učesnicima i korisnicima pokaže razlika između geometrije modeliranja u dve ili tri dimenzije prelazeći sa papira za crtanje na 2D, 3D projektovanje. 4D BIM prenosi informacije o vremenskom okviru, organizaciji gradilišta i njenom trajanju, 5D se odnosi na procenu troškova i analizu budžeta, 6D BIM dimenzija govori o izgradnji samoodrživih i energetski efikasnih vrednosti, dok 7D pomaže timu da razume i analizira potrošnju energije projekta



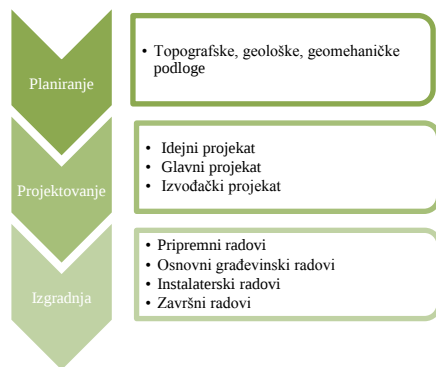
Slika 3- Grafički prikaz BIM dimenzija

7. TRADICIONALAN NAČIN PLANIRANJA I PRAĆENJA GRAĐENJA

Tehnologija građenja podrazumeva načine i postupke izvršenja rada na osnovu kojih će se vršiti izgradnja objekta. Svi radovi moraju biti izvedeni po projektu i u skladu sa standardima. Pri izboru tehnološkog procesa treba nastojati da se on reši tako da predstavlja harmoničnu celinu primenjenih mehaničkih sredstava, uređaja i grupe radnika, kao i da pojedini njegovi delovi budu potpuno sinhronizovani.

Izvođenje građevinskih radova treba da se odvija bez prekida i zastoja. Proces izvođenja radova podrazumeva uporedno angažovanje ljudskih resursa i mehanizacije, pa je definisanje svakog procesa od velikog značaja.

Na slici 4 prikazani su procesi kroz koje je neophodno proći pri građenju nekog objekta.



Slika 4-Grafički prikaz tradicionalnog načina planiranja

U svakom momentu procesa izgradnje treba da vodimo računa o faktorima koji utiču na njih, kako bi se oni sveli na minimum. Zato je i glavni cilj da na što racionalniji način izvedemo objekat zahtevanog kvaliteta i trajnosti.

Planiranje projekta ima za cilj uspostavljanje i održavanje planova koji definišu projektne aktivnosti. Planiranje polazi od zahteva koji definišu ciljeve projekta (izlazne rezultate projekta ili proizvode). Ono što nam omogućava planiranje jeste prikupljanje informacija, usklađivanje sa drugim planovima i kalendarom i td. Prilikom planiranja zadaju se zahtevi koji moraju da se ispune, zadaci koje treba izvršiti, kao i zahtevi za neophodnim resursima i koordinacijom. Pre samog izvođenja, neophodno je obezbediti svu projektну dokumentaciju potrebnu za izgradnju koja podrazumeva tehničku (generalni projekat, idejno rešenje, idejni projekat, projekat za građevinsku dozvolu, projekat za izvođenje, projekat izvedenog stanja) i administrativnu (pravnu, ekonomsku) dokumentaciju.

Dinamički plan izvršenja radova predstavlja model procesa izvršenja radova na izgradnji objekta u zavisnosti od vremena. Pomoću dinamičkog plana, projekat ima jasno definisan svoj početak i kraj. Na osnovu ovog plana na samom početku možemo organizovati nabavku, izradu i transport materijala koji će se ugraditi u objekat i lakše sagledati sledeće aktivnosti.

Kada je reč o izgradnji objekta, od ključnog značaja je osmišljen plan za organizaciju gradilišta. Neophodno je obezbediti mehanizaciju, alat, materijal za gradnju, kao i montažne objekte sa kancelarijama, prostorijama za radnike i drugim neophodnim elementima. Organizacija gradilišta definisana je u zavisnosti od raspoložive mehanizacije, karakteristika lokacije i objekta, privremenih objekata, kao i same dinamike građenja. Organizaciju gradilišta prikazujemo na šemi organizacije gradilišta, koja predstavlja grafički prikaz budućeg gradilišta.

Takođe, neizostavan deo izgradnje nekog objekta jesu mere bezbednosti i zaštite zdravlja na radu koje su određene prema pravima i obavezama poslodavaca i radnika. Težnja je da se u skladu sa zakonom i drugim propisima iz ove oblasti, dostigne najviši nivo zdravstvene i psihofizičke zaštite.

8. PLANIRANJE I PRAĆENJE GRAĐENJA U BIM-U

Upotreba BIM pristupa ima velike prednosti za fazu izgradnje. Omogućava jednostavnije i bolje planiranje

procesa izgradnje, uštedu vremena i troškova i smanjenje mogućih grešaka i konflikata na projektu. Informacije postaju sve bogatije kako faza projekta napreduje sve dok se kompletan skup podataka ne preda klijentu ili krajnjem korisniku po završetku.

Ovo poglavlje objašnjava prednosti koje strane uključene u izgradnju mogu dobiti od korišćenja BIM pristupa.

Efikasnost upravljanja građevinskim projektima značajno je poboljšana uvođenjem crteža u digitalni sistem, jer su BIM menadžeri i projektanti preuzeli potpunu kontrolu nad projektom sa manje resursa, većom preciznošću i sa minimalnim vremenom.

Međutim, pravi potencijal BIM-a je ostvaren kada su timovi za upravljanje projektima uspeali da integrišu 4D BIM. Svi članovi građevinskog tima, uključujući inženjere, izvođače i menadžere izgradnje, u potpunosti koriste prednosti 4D modela kako bi osigurali brz, siguran i uspešan završetak projekata velikih i malih razmera. Dok kreirate informacioni model, možete dodati podatke o različitim komponentama, generišući tačne informacije o programu i omogućavajući vizuelni prikaz razvoja vašeg projekta.

8.1. Primena 4D BIM tehnologije

Sve veća upotreba 4D modeliranja u građevinskim projektima naglašava šanse za korišćenje ovih mogućnosti u digitalnom sistemu upravljanja koji obuhvata reorganizaciju uloga, tokova rada i prakse koji obezbeđuju alat za praćenje na licu mesta i analizu napretka izgradnje. Cilj 4-D BIM-a je povezivanje napora optimizacije projekta i zadovoljstva klijenata sa pravilnim planiranjem vremena.

Mogućnosti 4D BIM-a se mogu podeliti u dve kategorije:

- Planiranje izgradnje i,
- Planiranje na gradilištu.

4D planiranje je relevantno za faze projektovanja i planiranja (praćenje izgradnje) i uključuje prvo upravljanje projektom i kreiranje 3D modela. Proces je vođen iskustvom arhitekata i inženjera kao i BIM menadžerom koji pomaže oko metodologije. Izvođač ima sporednu ulogu u 4D planiranju, ali preuzima odgovornost za koordinaciju u fazi planiranja.

8.2. Primena 4D BIM tehnologije u planiranju

Planiranje je suštinska karakteristika dizajna jer omogućava da se poteškoće spreče i predvide već u preliminarnim fazama, kako bi se izbegle nezgode i gubljenje vremena i resursa na lokaciji.

U poređenju sa tradicionalnim metodama, planiranje izgradnje omogućava da se otkriju prostorni i vremenski konflikti i problemi da se prevaziđu unapred kroz trenutna ažuriranja programa.

Značaj BIM-a prikazan je kroz dobro planirane projekte koji donose veliki broj prednosti:

- Povećan kvalitet dizajna kroz efektivne cikluse analize;
- Veća prefabrikacija zbog predvidivih uslova na terenu;
- Poboljšana efikasnost na terenu vizuelizacijom planiranog rasporeda izgradnje;
- Povećana inovacija kroz korišćenje aplikacija za digitalni dizajn

8.3. 4D BIM projektovanje i planiranje

Kao što je ranije rečeno, 4D modeliranje predstavlja vezu između trodimenzionalnog modela rada (3D) i rasporeda radova koji se na njemu izvode (4D). Efikasnost i tačnost kreirane 4D vizuelizacije omogućava stručnjacima da identifikuju eventualne probleme i ublaže rizik u početnim fazama projekta, mnogo pre njegove izgradnje.

Softver za 4D modeliranje ima zadatak da formira plan organizacije u skladu sa zaposlenim osobljem, troškovima i vremenom i na taj način upravlja aktivnostima građevinskih radova.

8.4. Razlika 4D i 5D modeliranja

Integracija BIM-a u planiranje troškova i vremena zasniva se na upravljanju projektom, posebno na upravljanju vremenom projekta i metodologijama upravljanja troškovima projekta. Svi učesnici na projektu, naročito oni zaduženi za upravljanje vremenom izgradnje i pripremu predmeta moraju sva merenja da povežu sa cenovnikom i parametarskim objektima korišćenjem BIM softvera.

8.5. Praćenje građenja primenom 4D metode

Izgradnja sa BIM-om ne znači da je potrebno više vremena za planiranje, to samo znači da je vremenski raspored za pojedinačne korake planiranja prilagođen. Praktična primena BIM pristupa u građenju se ogleda u sledećem:

- Vremensko planiranje (eng. Phase Planning – 4D Modeling),
- Planiranje i organizacija gradilišta (eng. Site Utilization Planning),
- Projektovanje sistema građenja (eng. Construction System Desing),
- Digitalna kontrola proizvodnje (eng. Digital Fabrication),
- Geodetsko 3D upravljanje i planiranje (eng. 3D Control and Planning),
- Snimanje izvedenog stanja (eng. Record Modeling).

BIM tehnologija omogućava vizuelno upravljanje gradilištem i izradu logističkog plana uz maksimalnu iskorišćenost prostora tokom izvođenja radova. Na taj način omogućava i optimizaciju plana izgradnje. Dobra organizacija gradilišta smanjuje upotrebu radne snage za premeštanje materijala, pa samim tim radnici obavljaju efektivno sve svoje radne obaveze.

Plan organizacije gradilišta treba da sadrži:

- Tačno definisana mesta za deponovanje materijala;
- Kancelarije, privremeni objekti (WC, barake);
- Pristupne saobraćajnice na gradilištu;
- Vertikalni i horizontalni prenos materijala,;
- Privremena voda i električna energija.

8.6. Primena 4D u budućnosti

Sve više kompanija razvija svoju strategiju digitalne transformacije, pa se samim tim upotreba 4D BIM tehnologije samo povećava, sve dok ne postane od suštinskog značaja za planiranje i upravljanje izgradnjom.

Već vidimo pozitivan uticaj koji bolje planiranje ima na rezultate projekta, omogućavajući građevinskim kompanijama da razmišljaju van okvira.

9. ZAKLJUČAK

U ovom radu po poglavljima je opisana upotreba BIM-a, njena struktura, a glavni predmet analize jeste Planiranje i praćenje gradnje u BIM-u, kao i poređenje sa tradicionalnim načinom projektovanja i građenja.

Tradicionalan način projektovanja počinje kada projektanti i projektni menadžeri kreiraju konstrukciju koja sadrži hiljadu zadataka. Razvrstavanje ovih zadataka, kao i balansiranje mnogih aktivnosti može biti veoma naporno i sporo, čak i za iskusnije projektante, dok je u BIM-u glavni cilj programa poboljšanje planiranja i komunikacije između svih uključenih strana, omogućavajući svim učesnicima da vizuelno sagledaju ceo proces izgradnje na razuman način. Vizuelne simulacije u realnom vremenu revolucionišu kompletne procese planiranja. Efikasnost i tačnost kreirane 4D vizuelizacije omogućava stručnjacima da identifikuju eventualne probleme i ublaže rizik u početnim fazama projekta, mnogo pre njegove izgradnje.

Zahvaljujući informacionom modelu, graditelji mogu da kontrolišu proces podizanja konstrukcije, prate vreme isporuke i proizvodnje. Međutim, nivo primene BIM-a u građevinarstvu u Srbiji još uvek je prilično nizak.

10. LITERATURA

- [1] BIM and Construction Management; Proven work methods, tools and Workflows; Brad Hardin Dave McCool
- [2] Igor N. Peško, „ Tehnologija izvođenja grubih građevinskih radova“, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu
- [3] Planning, Monitoring and Control of Mechanics Projects by the BIM; Alonso CANDELARIO
- [4] Hrvatska komora inženjera građevinarstva - Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu

Kratka biografija:



Milica Lilić rođena je u Somboru 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva–Planiranje i praćenje građenja u BIM-u odbranila je 2022.god.

Kontakt:
milicalilic1304@gmail.com

**PROCENA STANJA, REVITALIZACIJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE
ŽELEZNIČKE STANICE U NAUMOVIĆEVU****CONDITION ASSESSMENT, REVITALIZATION AND ENERGY REHABILITATION
OF THE RAILWAY STATION BUILDING IN NAUMOVIĆEVO**

Tijana Trninić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, naučno-istraživačkog i praktičnog dela. U naučno-istraživačkom delu su najpre opisani istorijski prozori i njihov predlog mera za rekonstrukciju i sanaciju, radi unapređenja energetske efikasnosti. U praktičnom delu rada izvršena je procena stanja železničke stanice u Naumovićevu na osnovu vizuelnog pregleda kao i proračun energetske efikasnosti. U cilju povećanja trajnosti i unapređenja energetske efikasnosti objekta na osnovu analize uočenih oštećenja i proračuna energetske efikasnosti dat je predlog sanacionih mera. Prilikom ponovljenog proračuna energetske efikasnosti na saniranom objektu, on je svrstan u energetski razred E.

Ključne riječi: Prozori, procena stanja, železnička stanica, energetska efikasnost, sanacija

Abstract – This paper consists of two parts, a scientific, research part, and a practical part. In the scientific-research part, the historical windows and their proposed measures for reconstruction and rehabilitation, to improve energy efficiency, are described. In the practical part of the work, an assessment of the condition of the railway station building in Naumovićevo was carried out based on a visual inspection, as well as an energy efficiency calculation. In order to increase the durability and improve the energy efficiency of the building, the set of remedial measures were proposed based on the analysis of the observed damage and energy efficiency calculation. Based on the repeated calculation of the energy efficiency of the renovated building, it was classified into energy class E.

Keywords: Windows, condition assessment, railway station, energy efficiency, rehabilitation

1. PROZORI

Prozor je otvor u zidu, krovu ili vratima, a njegova osnovna funkcija je da na prirodan način omogući prodor vazduha, svetlosti i zvuka ukoliko je otvoren i da spreči prodor vazduha, prašine, kiše, vetra, snega, pa i zvuka u unutrašnjost prostorije kada je zatvoren.

Prozori, su stari koliko i kuće. Čak su i praistorijski narodi pravili rupe na krovovima svojih koliba kako bi obezbedili ventilaciju i svetlost.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

Sam pojam prozor se prvi put spominje u ranom 13. veku p.n.e. Oni su u to doba bili otvori na krovu kako bi mogli primiti što više svetlosti tokom dana i bili su prekriveni tkaninom, životinjskom kožom ili drvetom. Stakleni prozori su se prvi put pojavili u Aleksandriji za vreme vladavine Rimljana i imali su loše optičke karakteristike. Rimljani su kasnije uspeali da razviju tehniku duvanja stakla, tako da su sa tom tehnikom uspeali da dobiju prozirna i uglačana stakla. U Engleskoj je tek od 17. veka počela masovna primena staklenih prozora u stambenim objektima [1].

Pošto prozori značajno utiču na karakter i stil postojećeg objekta, neophodno je novi prozor prilagoditi zahtevima koje nameće energetska efikasnost objekata, tako da ne dolazi do njegove velike promene dizajna u odnosu na projektovani. Kada su u pitanju gubici toplote, u okviru energetske efikasnosti objekata, transparentne površine predstavljaju najslabiju tačku u celokupnom termičkom omotaču zgrade i zbog toga je potrebno uskladiti dizajn prozora da, pored njegovih osnovnih zahteva u ispunjenju energetske efikasnosti, očuvaju i osnovne istorijske karakteristike. U osnovne karakteristike se ubrajaju: veličina, oblik, proporcije, raspored okana i profili prozora, kao i materijal od koga su izrađeni prozorski elementi. Postoje tri glavne vrste materijala od kojih se proizvode prozorski okviri, a to su: drveni, metalni i PVC okviri.

Najveći deo gubitaka toplote kod starih prozora usko je povezan sa lošom zaptivenošću, koja je posledica neodržavanja, ali i stepena razvoja i važećih pravila u doba građenja objekta. Najbolje i najsplativije rešenje kada su u pitanju mere za očuvanje energije kod većine istorijskih prozora jeste popravka/zamena drvenih okvira, zamena stakla i ugradnja izolacije u prozorske profile. Ovakvo rešenje će povoljno uticati na uštedu energije i sačuvati istorijske karakteristike, a ujedno će i poboljšati i akustičan komfor korisnika.

Kada je reč o popravci istorijskih prozora, u većini slučajeva je lakše i ekonomičnije popraviti postojeći prozor nego ga zameniti potpuno novim. Pored toga, originalni materijali od koga je izrađen doprinose autentičnosti i karakteru građevine.

Ukoliko je neophodna zamena istorijskih prozora, potrebno je obratiti pažnju na sledeće stavke:

- Usklađivanje odnosa prozorskih otvora i masivnog zida na primarnoj fasadi,

- Zadržavanje veličine i proporcija prozorskog otvora,
- Usklađivanje zamenskog prozora sa originalno projektovanim,
- Usklađivanje profila krila i njegovih komponenti,
- Korišćenje istih ili sličnih materijala prilikom izrade novih.

Prilikom zamene starog prozora koji ima kulturno-istorijsku vrednost, veoma je bitno da se sačuva originalni okvir kad god postoji mogućnost za to. Ovaj ukrasni element je često veza za prenos tipične stilske karakteristike koja određuje stil zgrade.

2. PROCENA STANJA OBJEKTA

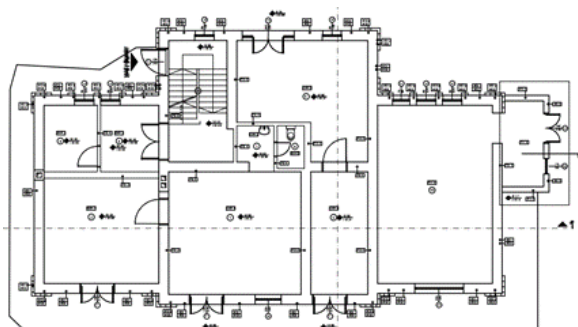
2.1. Tehnički opis

Železnička stanica u Naumovićevu (nekadašnji Šomčićev salaš) nalazi se na stacionaži na km 166+487, na katastarskoj parceli broj 972 koja pripada Opštini Bikovo. Izgrađena je 1910. godine i predstavlja nepokretno kulturno dobro kao spomenik kulture (Slika 1).



Slika 1. Izgled železničke stanice iz arhive [3]

Železnička stanica je spratnosti Po+P+1 i ukupne bruto površine cca 655 m². Osnova objekta je u obliku dva ukrštena pravougaonika koji imaju okvirne dimenzije 22x9 m i 10x12,5 m, (Slika 2).



Slika 2. Osnova prizemlja

Visina objekta koja je merena od kote gotovog poda na prizemlju do vrha slemena iznosi 14,05 m. Objekat je fundiran na trakastim temeljima od pune opeke. Jedna polovina objekta nema podrum. Konstruktivni sistem je masivni sistem gradnje u kome zidovi od pune opeke nose u poprečnom i podužnom pravcu. Zidovi su izgrađeni bez ukrućenja u vidu horizontalnih i vertikalnih serklaža. Noseći zidovi koji su debljine 45 cm su građeni od starog formata opeke koja ima dimenzije 15/30/7,5 cm. Međuspratna konstrukcija na svim etažama je pruski svod

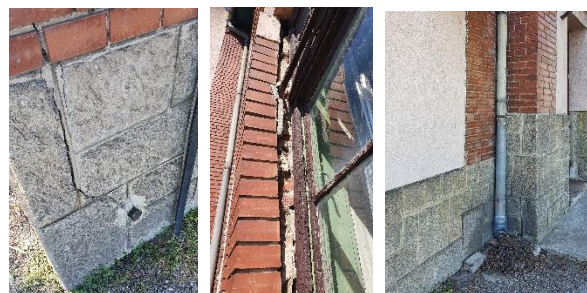
od pune opeke. Krovna konstrukcija je rešena u vidu dvostruko prave vešaljke, a krovni pokrivač je mediteran crep [2]. Zidovi objekta su obostrano malterisani produžnim malterom bez termoizolacije. Stolarija je izrađena od punog drveta prvoklasne čamove građe i zastakljena jednostrukim staklom. Fasada objekta je na pojedinim mestima ukrašena fasadnom opekam, kamenom oblogom i raznim ukrasnim motivima i ornamentima od gipsane plastike i vučenih profila.

2.2. Vizuelni pregled objekta i analiza uočenih oštećenja

Vizeulnim pregledom je ustanovljeno da se vremenom odstupilo od glavnog projekta, ali da nije napravljena nijedna konstrukcijska izmena. Pregledom su obuhvaćeni fasadni zidani zidovi sa spoljašnje strane, unutrašnji zidovi ka stepenišnom prostoru, međuspratna konstrukcija u prizemlju, međuspratna konstrukcija na tavanu, prozori i spoljašnja vrata, stepenište i krovna konstrukcija.

2.2.1. Spoljašnji fasadni zidovi

Na osnovu vizuelnog pregleda spoljašnjih fasadnih zidova, uočen je sledeći defekt: neadekvatan odvod atmosferske vode oko objekta i oštećenja: 1) trošnost maltera između fasadnih opeka i između kamene obloge: krunjenje i otpadanje maltera usled dejstva vlage, soli ili mraza na svim stranama fasade objekta, 2) mehanička oštećenja na fasadnim zidovima usled naknadno postavljenog repera za praćenje sleganja objekta, naknadno postavljanja električnih instalacija i ljudskog vandalizma, 3) mehaničko oštećenje zbog nekvalitetne zidarske veze međuprozorskog stubca sa nosećim zidom, 4) biološka korozija usled neadekvatnog odvoda atmosfelerija i neodržavanja objekta, 5) pukotina na fasadnom zidu usled naknadno ugrađivanih elektroinstalacija na objektu, slika 3.



Slika 3. a) Mehaničko oštećenje usled naknadno ugrađenog repera, b) Mehaničko oštećenje usled loše zidarske veze međuprozorskog stubca sa nosećim zidom, c) Biološka korozija usled neadekvatnog postavljanja olučne vertikale i odvoda atmosfelerija sa i oko objekta

Vizuelnim pregledom je ustanovljeno da su fasadni prozori u lošem stanju usled atmosferskih uticaja i neodržavanja, oljuštena boja i ispucao kit oko prozorskog rama, slika 4.

2.3. Zaključak o stanju objekta

Na osnovu analize dostupne projektno-tehničke dokumentacije, detaljnog vizuelnog pregleda dostupnih delova konstrukcije, izvedeni su zaključci o stanju objekta



Slika 4. Izgled oštećenog prozora usled neodržavanja

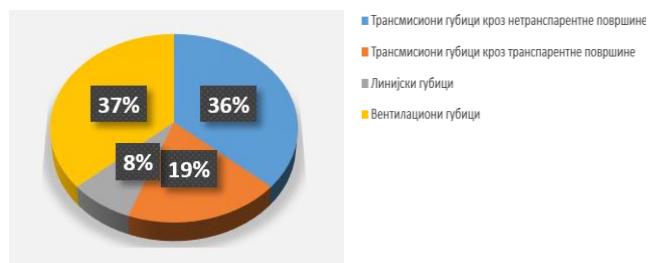
po pitanju nosivosti, stabilnosti, trajnosti i upotrebljivosti odnosno njene funkcionalnosti:

- Pored toga što je objekat star više od 112 godina i što su neki delovi zamenjeni i sanirani u toku vremena, on je još uvek generalno u dobrom stanju,
- Nisu registrovana ozbiljnija oštećenja materijala od koga je izvedena noseća konstrukcija,
- Prilikom posmatranja konstrukcije u celosti, može se na osnovu toga zaključiti da nosivost i stabilnost objekta nisu ugroženi, ali da je delimično narušena trajnost pojedinih elemenata i funkcionalnost objekta.

3. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKASNOSTI – POSTOJEĆE STANJE

3.1. Građevinska fizika

Elaborat energetske efikasnosti objekta je izrađen u skladu sa važećim Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada „Sl. Glasnik RS“ br. 061/2011 koji je objavljen 19.08.2021. godine. Na početku su elementi konstrukcije podeljeni na transparentne i netransparentne u zavisnosti od slojeva i položaja ovih elemenata gde se nalaze u konstrukciji. Za svaku poziciju je odrađen proračun građevinske fizike koji podrazumeva određivanje koeficijenata prolaza toplote, a za netransparentne sklopove dodatno određeni su: minimalna otpornost sklopa, raspored temperatura, difuzija vodene pare i parametri letnje stabilnosti. U toku proračuna dobijene su e većih vrednosti koeficijenata prolaza toplote od propisane vrednosti pravilnikom. Zatim se za svaku poziciju posebno, pristupilo proračunu toplotnih gubitaka i dobitaka objekta kao celine, u cilju određivanja potrebne energije za obezbeđenje osnovnih uslova komfora. Na Slici 5. su prikazani gubici toplote za postojeće stanje objekta.



Slika 5. Gubici toplote za postojeće stanje

Ukupna potrebna energija za grejanje železničke stanice je proračunata na godišnjem nivou, a na osnovu koje je stanica svrstana u energetski razred "G" sa najnižom ocenom energetskog razreda (Tabela 1).

$Q_{H,nd} = 70.134,41 \text{ kWh/a}$
$q_{H,nd} = 207,90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
$Q_{H,nd,rel} = 297 \%$
Razred: G

Tabela 1. Ocena energetskog razreda za postojeće stanje

4. ENERGETSKA SANACIJA I MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Iz priloženog proračuna zaključeno je da je neophodno poboljšati termički omotač objekta. Za unapređenje energetske efikasnosti objekta kako bi se poboljšao energetski razred, s obzirom da je reč o objektu koji je spomenik kulture pod zaštitom, predložene su sledeće mere:

- Zamena svih transparentnih površina, prozora i spoljašnjih vrata, tako da se spoljašnje krilo ostavi po uzoru na originalni dizajn, a da se drugo krilo unutrašnje izradi od dvostruko niskoemisionog stakla 4-12-4 mm ispunjenim helijumom u drvenom okviru od prvoklasne čamove građe;
- Na međuspratnoj konstrukciji koja se nalazi iznad negrejanog prostora - podruma, da se doda termoizolacija u vidu "Multipor" ploča sa spoljašnje strane (plafon);
- Na međuspratnoj konstrukciji koja se nalazi ispod negrejanog prostora - tavana, da se doda termoizolacija u vidu staklene mineralne vune i gipsanih ploča sa unutrašnje strane (plafon);
- Na unutrašnjim zidovima koji se nalaze ka negrejanom stepenišnom prostoru, da se doda sa spoljašnje strane izolaciju u vidu termoizolacionih "Multipor" ploča.

Nakon ponovljenog proračuna energetske efikasnosti na saniranom objektu, sračunata je ukupna potrebna energija za grejanje objekta, koja je proračunata na godišnjem nivou, a na osnovu koje se objekat svrstava viši energetski razred sa ocenom "E", (Tabela 2).

$Q_{H,nd} = 32.560,25 \text{ kWh/a}$
$q_{H,nd} = 96,52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
$Q_{H,nd,rel} = 138 \%$
Razred: E

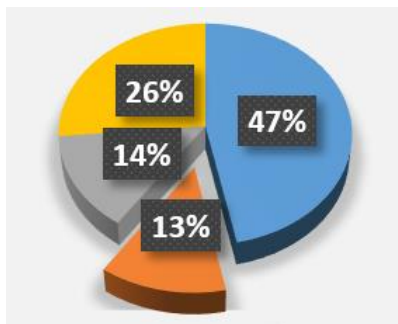
Tabela 2. Ocena energetskog razreda za sanirano stanje

Na Slici 6. su prikazani transmisioni, ventilacioni i linijski gubici toplote za stanje zgrade nakon primenjenih mera za energetsku sanaciju.

Sve ostale elemente konstrukcije, koji nisu obuhvaćeni proračunom energetske efikasnosti je potrebno sanirati odgovarajućim sanacionim rešenjima. Potrebno je sanirati sledeće elemente:

- 1) Saniranje pukotine na fasadnom zidu od opeke sa tehnikom "ušivanje" gde se ugrađuje moždanik na svakom drugom mestu duž pukotine kako bi se sprečilo dalje širenje pukotine,

- Трансмисиони губици кроз нетранспарентне површине
- Трансмисиони губици кроз транспарентне површине
- Линијски губици
- Вентилациони губици



Slika 6. Gubici toplote za sanirano stanje zgrade
železničke stanice u Naumovićevu

2) Sanacija fasadne opeke na mestima gde nedostaje opeka i celom visinom brušenje opeke u debljini od 2 mm kako bi se uklonile nesavršenosti na površinskom sloju,

3) Sanacija kamene obloge u vidu peskarenja na bazi silikata kako bi se očistila kamena obloga od biološke korozije i prljavštine,

4) Uklanjanje stare ETICS fasade žičanim četkama i nanošenje novog sloja produžnog maltera i sloj završne obrade fasadnih zidova po uzoru na originalno stanje objekta.

5. ZAKLJUČAK

U praktičnom delu rada urađena je procena stanja zgrade železničke stanice u Naumovićevu, koja se nalazi pod zaštitom Međuopštinskog zavoda za zaštitu kulturnog spomenika u Subotici. Usled nemara, neodržavanja i zapuštenosti objekta zaključeno je da je delimično narušena trajnost pojedinih elemenata i funkcionalnost objekta.

Nakon procene stanja, analize oštećenja i defekata i zaključka o stanju konstrukcije, urađen je proračun energetske efikasnosti objekta prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada "Službenog glasnika RS" br. 061/2011. godine. Zaključeno je da objekat pripada energetskom razredu "G". Kako bi se ponovo vratila funkcionalnost objekta i smanjila potrebna količina energije za grejanje objekta, urađena je energetska sanacija pojedinih sklopova zgrade.

Poboljšane su karakteristike sledećih sklopova:

- Međuspratna konstrukcija koja se nalazi iznad negrejanog prostora poboljšana je sa dodatim termoizolacionim "Multisor" pločama od gas betona sa spoljašnje strane, debljine 125 mm. Ovaj tip termoizolacije je odabran na osnovu uslova zadovoljenja koeficijenta prolaza toplote.
- Međuspratna konstrukcija koja se nalazi ispod negrejanog prostora poboljšana je sa dodatim termoizolacijom i to sa staklenom mineralnom vunom i gipsanim pločama sa unutrašnje strane, ukupne debljine 90 mm.

- Unutrašnji pregradni i noseći zidovi koji se nalaze ka negrejanom stepenišnom prostoru poboljšani su sa dodatim termoizolacionim "Multisor" pločama od gas betona sa spoljašnje strane, u debljinama od 75 i 100 mm u zavisnosti od vrste zida.
- Sva stolarija je kompletno zamenjena u skladu sa uslovima zavoda za zaštitu spomenika.

Ponovljenim poračunom energetske efikasnosti saniranog objekta ustanovljeno je da se energetski razred zgrade popravio za dve ocene više, odnosno da zgrada priprada energetskom razredu ocene "E".

Povećanjem energetskog razreda zaključeno je da je energetska sanacija uspešno odabrana.

6. LITERATURA

[1] Razni autori:

<https://www.solis-nekretnine.com/blog1.php?blog=Istorijat-prozora-14>

[2] Saobraćajni institut CIP: *Projekat arhitekture rekonstrukcije i sanacije fasade stanične zgrade u železničkoj stanici Naumovićeva*, Beograd

[3] Međuopštinski zavod za zaštitu spomenika kulture Subotica:

<https://www.heritage-su.org.rs/zeleznicka-stanica/>

[4] Inženjerska komora Srbije: *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada*, "Sl. glasnik RS", br. 61/2011, Beograd

[5] Inženjerska komora Srbije: *Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada*, Beograd, 2012.

[6] M. Malešev, V. Radonjanin: *Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija*, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

[7] M. Malešev, V. Radonjanin: *Oštećenja i sanacija zidanih konstrukcija*, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Kratka biografija:



Tijana Trninić rođena je u Novom Sadu 1996. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije: Procena stanja zidanih konstrukcija i Energetska efikasnost, odbranila je 2022. godine.
Kontakt:
tijanat232@gmail.com

PRIMENA BIM-a U PROCENI TROŠKOVA GRAĐENJA**APPLICATION OF BIM IN THE ESTIMATION OF CONSTRUCTION COSTS**Aleksandar Đorđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA
GRAĐENJA**

Kratak sadržaj – BIM (eng. Building Information Modeling) koncept BIM-a je izgradnja pre izgradnje. On omogućuje svim učesnicima projekta da projektuju, analiziraju, razmenjuju, razlažu i istražuju projekat u digitalnom okruženju u kojem je svaka promena mnogo jeftinija nego kad izgradnja započne [1].

Ključne reči: BIM u građevinarstvu, procena troškova građenja, Revit

Abstract – BIM (eng. Building Information Modeling) The concept of BIM is to build before building. It enables all project participants to design, analyze, share and research the project in a digital environment where each change is much cheaper than when construction starts.

Keywords: BIM in construction, Construction cost estimation, Revit

1. UVOD

Izrada jednog građevinskog objekta započinje idejom investitora koju dalje razvija projektant, sve dok se ne dobije virtuelni objekat (digitalni blizanac) koji ispunjava sva očekivanja investitora i obuhvata sve potrebne specifikacije.

Procena troškova izgradnje građevinskog objekta je najbitnija faza u realizaciji projekta jer daje odgovor na pitanje investitora da li da uopšte investirati u zamišljeni projekat. Da bi doneo pravilnu odluku investitoru je potrebna tačna procena vrednosti planirane investicije. Najčešće se izrađuje unikatni projekat za objekat koji se gradi prema željama i potrebama investitora koje su ograničene prostornim i urbanističkim uslovima, lokacijom i karakteristikama zemljišta.

Savremeno građevinarstvo bazira se na BIM tehnologiji pomoću koje se dobijaju tačni podaci o količinama materijala kao i informacije o materijalima koje kasnije služe za izradu tendera i troškovnika, na osnovu kojih investitor donosi odluku o sudbinu svoje investicije- graditi ili ne.

1.1. BIM -Building Information Modeling

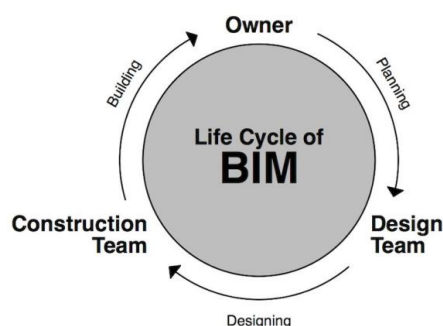
Building Information Modeling (u daljem tekstu BIM) je osnova svih digitalnih transformacija u industriji arhitekture, inženjeringa i građevinarstva (AEC industriji). BIM tehnologija je složen proces projektovanja i izgradnje u okviru AEC industrije i koristi se za stvaranje savremenih objekata.

NAPOMENA:

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

BIM omogućava kreiranje 3D modela u vidu digitalnog prikaza fizičkih i funkcionalnih karakteristika objekta, obuhvata veliki broj podataka kako bi se formirao model kojim može da se upravlja u otvorenoj cloud platformi i pruža mogućnost za saradnju svih učesnika u realnom vremenu [2]. Radi izrade tehničke dokumentacije, odobravanja i izgradnje objekta 3D informacije se mogu pretvoriti u 2D informacije štampanjem crteža.

Današnji objekti su složeniji izvedeni savremenim materijalima i postupcima izgradnje, pa su potrebne nove tehnologije i veći broj učesnika u svim fazama životnog ciklusa objekta.



Slika 1- Faze BIM procesa [6]

BIM proces prolazi kroz sledeće faze:

1. Planiranje- započinje prikupljanjem informacija o planiranom projektu, pri čemu se izrađuje realna slika sa realnim podacima i stvara model prikazan kao već izgrađen u realnom okruženju.

2. Projektovanje- pristupa se izradi idejnog projekta, vrši se analiza i izrada detalja i tehničke dokumentacije

3. Izgradnja- primenom BIM specifikacija projektna građevinska logistika se razmenjuje sa izvođačima radova i prodavcima kako bi se sinhronizovali radovi sa isporukom materijala.

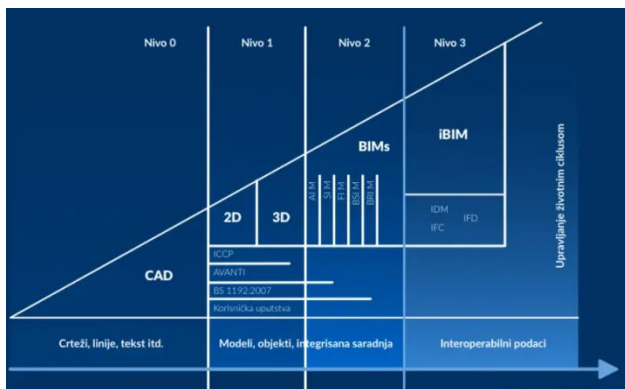
4. Korišćenje- BIM podaci se dalje koriste za upotrebu i održavanje završenih objekata radi njihovog ekonomičnog korišćenja, održavanja, renoviranja ili uklanjanja na kraju životnog ciklusa objekta.

1.2. Razvoj koncepta BIM-a

BIM razvojni proces može se prikazati modelom BIM zrelosti u četiri razvojna nivoa (levels 0,1,2,3).

NIVO 0 BIM:

Predstavlja tradicionalan način rada baziran na projektima u 2D obliku, uz pomoć kojih projektanti i druga tehnička lica saraduju, a komunikacija se ostvaruje informacijama na papiru ili elektronskim putem (CAD) ili kombinacijom ova dva načina.



Slika 2- Nivoi zrelosti BIM-a [7]

NIVO 1 BIM:

Predstavlja kombinaciju 2D i 3D CAD-a u izradi projekata i tehničke dokumentacije. Komunikacije i deljenje podataka obavlja se elektronskim putem. Na ovom nivou je veoma mala saradnja među učesnicima projekta, jer svako projektuje na osnovu svojih podataka, a tako posluje većina građevinskih preduzeća u Srbiji trenutno.

NIVO 2 BIM:

Nivo u kome se primenjuje BIM saradnja, gde svi projektanti ne rade na zajedničkom modelu, već rade na sopstvenom modelu, kojeg dele kao informaciju. Komunikacija se ostvaruje preko zajedničkog formata datoteke. Postoji mogućnost da softver izveze svoj proizvod u neki format datoteke koji je zajednički za sve učesnike u projektu: IFC format ili COBie (Construction Operations Building Information Exchange).

NIVO 3 BIM:

Trenutno je vizionarski, još uvek se ne primenjuje i predstavljaće saradnju svih struka uz pomoć zajedničkog modela projekta, gde će sve strane moći pristupiti modelu, uređivati ga i što će doprineti uklanjanju rizika konflikata informacija. Ovaj nivo je poznat pod nazivom Open BIM [3].

1.3. BIM dimenzije

BIM dimenzije se označavaju sa 3D, 4D, 5D, 6D, 7D. Svaka dimenzija pruža sve više podataka o tome kako projekat izgleda u realnom okruženju, jer je svaki elemenat objekta dodatno opisan informacijama poput vrste materijala i zahteva prilikom izvođenja, daje vremenski okvir i plan redosleda aktivnosti tokom izvođenja objekta (vizuelizacija dinamike građenja), prikazuje preciznu procenu troškova projekta, analizu potrošnje energije i koliko bi objekat bio održiv u svim fazama njegovog životnog ciklusa.

1.4. Učesnici na projektu

BIM tehnologija zahteva postojanje i rad obučanih BIM stručnjaka koji su potrebni za oblikovanje, upravljanje i podršku tokom primene BIM tehnologije, a to su: BIM menadžer, BIM koordinator, BIM inženjer, BIM tehničar, BIM konsultant, FM menadžer (Facility management).

2. Razlika CAD-a i BIM-a

Jedan od najpopularnijih programskih paketa za izradu 2D crteža jeste AutoCad. CAD je glavni rezultat svakog projekta i sastoji se od dvodimenzionalnih crteža koji projekat prikazuju iz različitih uglova i nivoima detaljnosti i čine neophodnu tehničku dokumentaciju.

Posmatrač crteža mora protumačiti kako se crteži međusobno odnose kako bi zamislio objekat, što nekada nije ni malo lako.

Za razliku od CAD-a koji je alat, BIM predstavlja proces saradnje između svih faza projekta uz primenu najnovije tehnologije. BIM projekat je bogat informacijama, karakteristikama, specifikacijama koje su ugrađene u detaljni 3D model. Korisnik može rotirati model, gledati ga iz bilo kog ugla, videti enterijer i eksterijer, pa čak i virtuelno prošetati objektom pre nego što je izgrađen.

Drawing / CAD	BIM
2D	> 3D/4D/5D/xD
Status quo	► Change of thinking
Necessity of printing	► Electronic communication
Manual Work	► Automated
Analogous processing	► Digital processing
Slow work	► Fast work
Disconected part	► Fully integrated

Slika 3- Prednosti BIM-a u odnosu na CAD [8]

2.1. Prednosti BIM-a

BIM sadrži sve informacije o građevinskim elementima koje su lako dostupne, pored toga postoje i alati za otkrivanje grešaka (sudara/sukoba) i simulacije konstrukcije po fazama izgradnje, tako da je moguće izvršiti virtuelnu simulaciju objekta pre početka gradnje. Korišćenjem BIM-a povećava se protok informacija u građevinskim projektima i tako se izbegavaju greške i nesporazumi [4].

BIM model je centralizovan projekat, jer se svi podaci nalaze na jednom mestu dostupni su svim učesnicima projekta koji mogu videti najnoviji model i crteže, mogu ih menjati, komentarisati i biti u toku sa najnovijim odlukama i svakom promenom u projektu [4].

Upotrebom BIM modela omogućeno je trenutno prikazivanje potrebnih količina materijala, kao i izračunavanje troškova i potrebnog vremena za svaku fazu gradnje.

Zahvaljujući BIM modelu promene u projektovanju i konstrukciji mogu biti realno prikazane celom projektnom timu i klijentu, dajući informacije o efektima promena i trenutnom napretku projekta.

BIM proces olakšava kreiranje inteligentnih podataka koji mogu da se koriste tokom čitavog životnog veka objekta ili infrastrukturnog projekta [5].

Kompanije koje koriste BIM su efikasnije i ostvaruju bolje profite i bolje su pripremljeni za buduće projekte, jer se BIM sve više koristi u AEC industriji [5].

Pravljenje 3D modela omogućuje prikazivanje finalnog proizvoda kao i strukturu objekta u realnom okruženju. Ti virtualni modeli se mogu menjati i analizirati i lakše razumeti odnos između prostora, materijala i sistema pre nego što se objekat izgradi.

Mogu se lako videti nedostaci modela i izvršiti lociranje mekih i tvrdih kolizija.

BIM takođe poboljšava tačnost energetske analize. BIM pomaže u optimalizaciji troškova, omogućava rad na daljinu, unapređuje bezbednost i zdravlje na radu i služi

kao važna biblioteka informacija o svim elementima ugrađenim u objekat. Uz BIM tehnologiju nema izgubljenih elemenata, jer se sve čuva na oblaku.

2.2. Nivoi razvijenosti elemenata BIM modela

Termin LOD se može tumačiti kao:

1. Nivo detaljnosti (LoD- eng. Level of Detail)- predstavlja precizan opis svih tipičnih elemenata u BIM-u u smislu grafičke detaljnosti, kao i količine podataka koje BIM element u sebi treba da sadrži u toku i na kraju svake faze. Ako se želi proceniti trošak, mora se planirati odgovarajući izbor elemenata modela (sa odgovarajućim nivoom detalja) koji će predstavljati projekat u proceni troškova.

2. Nivo razvijenosti (LOD- eng. Level of Development)- stepen koji prikazuje do kog nivoa su priložene informacije i geometrija elemenata prikazane

3. Pored toga postoji i nivo informacija (LOI- eng. Level of Information)- zahtevani nivo negrafičkih informacija kroz projekat.

Nivo detaljnosti i nivo informacija se smatraju ulazom za element, a nivo razvijenosti predstavlja pouzdani izlaz.

Opis svakog nivoa detaljnosti BIM elemenata- LOD Level:

• LOD 100:

Grafički prikazi putem najosnovnije 3D geometrije, bez informacija o primenjenim materijalima.

• LOD 200:

Grafički prikazi 3D geometrije, sa osnovnim informacijama o materijalima elemenata.

• LOD 300/350:

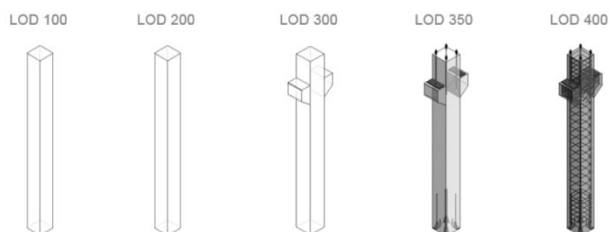
Grafički prikaz 3D geometrije koji u sebi sadrži detalje i materijale potrebne za izradu tenderske dokumentacije.

• LOD 400:

Detaljan grafički 3D prikaz sa podacima o materijalima dovoljnim za izradu Projekta za izvođenje.

• LOD 500:

Detaljna 3D geometrija sa svim detaljima i podacima o materijalima dovoljnim za izradu Projekta izvedenog objekta, FM modela i digitalnog blizanca.



Slika 4- LOD nivoi na primeru AB stuba [9]

3. BIM SOFTVER- REVIT

Najčešće korišćeni BIM softveri u AEC profesijama su: ArchiCad, Revit, Allplan, Vico, PlanRadar, Bixel Manager...

Revit je najpopularniji BIM softver, koji je predstavio Autodesk 2002. godine. Namenjen je stručnjacima iz oblasti arhitekture, građevinarstva, mašinskih i elektro

instalacija za izradu malih, srednjih i velikih projekata. Koristi se za projektovanje građevinskih objekata i izradu tehničke dokumentacije.

Model objekta napravljen u Revitu je bogat informacijama koje se mogu lako pregledati, analizirati i tako vrlo brzo dobiti procene troškova i slično.

On omogućava projektovanje građevinskih objekata u vidu "pametnih" 3D modela, koji dozvoljavaju da se svaka promena izvršena na jednom njihovom elementu automatski prenese na celokupan dizajn, što mu je velika prednost u odnosu na tradicionalne CAD alate.

4. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA- OSNOVA ZA PROCENU TROŠKOVA

Polazna tačka procene troškova gradnje nekog objekta je pre svega precizno definisan projekat. Projektant uobličava zahteve investitora tokom izrade tehničke dokumentacije koja predstavlja formalizaciju ideja u vidu crteža i dokumenta radi dobijanja PGD-a, zatim se izrađuje PZI koji je detaljan spisak svih elemenata, slojeva i spojeva u kojem arhitekta ili projektant sastavlja predmer-popis svih građevinskih i zanatskih radova i usluga, kao i količine i vrste potrebnih materijala.

5D modelovanje omogućava projektnom timu uvid u to kako njihove promene projektnog rešenja utiču na troškove svih faza projekta, a može pomoći smanjenju troškova i njihovoj optimalizaciji. Na troškove se najviše može uticati izmenama u projektnom rešenju u ranijim fazama projekta.

Primena 5D BIM modela u ovoj fazi omogućava:

- precizno izračunavanje potrebnih količina materijala i/ili elemenata i na osnovu toga detaljnu izradu predračuna,
- bolju vizuelnu prezentaciju projekta i građevinskih elemenata za koje je potrebno izračunati količine,
- ušteda vremena pri izradi predračuna,
- povezivanje s vremenskim planom građenja odnosno povezivanje sa 4D BIM modelom koji omogućava praćenje troškova tokom građenja,
- jednostavnije istraživanje koje pokazuje jesu li različita projektna rešenja unutar predviđenog budžeta,
- da se podaci mogu iskazati u tabelarnim pregledima, što omogućava jednostavniju kontrolu procenjenih količina i troškova.

Vrste tehničke dokumentacije su:

- 1) generalni projekat (GNP);
- 2) idejno rešenje (IDR);
- 3) idejni projekat (IDP);
- 4) projekat za građevinsku dozvolu (PGD);
- 5) projekat za izvođenje (PZI);
- 6) projekat izvedenog objekta (PIO).

4.1. Izrada tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija, odnosno njeni delovi se izrađuju u elektronskoj formi, na način da se onemoguću promena

njihovog sadržaja, kao elektronski dokument, potpisan kvalifikovanim elektronskim potpisom, odnosno potpisima.

Za potrebe građenja i inspeksijskog nadzora tokom građenja objekta, obezbeđuje se odštampani primerak tehničke dokumentacije u skladu sa kojom se izvode radovi, odnosno dela te dokumentacije na osnovu koga se gradi u toj fazi građenja koji mora biti identičan originalnom elektronskom dokumentu.

4.2. Podloge za izradu tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija se izrađuje na osnovu, geotehničkog elaborata, geodetskih, seizmoloških i ostalih podloga, odnosno elaborata, zavisno od vrste i klase objekta, posebnosti lokacije na kojoj se planira građenje objekta i od vrste tehničke dokumentacije u skladu sa ovim pravilnikom.

4.3. Predmer i predračun radova

Predmer i predračun radova sastavlja arhitekta ili projektant i sastavni je deo PZI-a. Čini ga popis svih građevinsko zanatskih radova i usluga sa količinama materijala. On je sastavni deo projektne dokumentacije, prilaže se uz svaku vrstu projekta (AB projekat, projekat vodovoda i kanalizacije, jake i slabe struje, projekat spolnog uređenja, projekat termotehničke instalacije).

Na osnovu predmera izračunavaju se i ukupni troškovi gradnje objekta. Predmer i predračun radova predstavlja detaljnu procenu radova sa greškom od $\pm 3\%$. To je detaljna procena pozicija rada, količina, resursa i troškova.

5. PROCENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Projektanti u toku izrade projektne dokumentacije izrađuju procenu troškova (cene) građevinskih i instalaterskih radova, prema važećim standardima i cenama u trenutku obračuna. Ona je osnova za izračunavanje planirane cene građevinskih i instalaterskih radova i omogućava građevinskoj firmi da predvidi nivo svojih troškova, a kupcu da proceni granice u kojima može izvršiti pregovaranje sa Izvođačem.

Planirani trošak građevinskih i instalaterskih radova i materijala je prognoza svih troškova za izvođenje građevinsko zanatskih radova. Cilj je da se utvrdi visina troškova za izvršenje radova utvrđenih u ugovoru uz racionalno korišćenje raspoloživih proizvodnih resursa i materijala.

Inženjer građevinarstva (izvođač) računa specifikaciju potrebnog materijala i vrši proračun troškova građenja objekta.

Stvarni trošak izvođenja radova dobija se po završetku izgradnje građevinskog objekta i on je zbir svih troškova koji su nastali prilikom izvođenja radova na objektu.

5.1. Procena troškova kod tradicionalnog pristupa

Kod tradicionalnog pristupa količine se određuju na osnovu 2D crteža, pa građevinski inženjeri koji procenjuju količine moraju tumačiti crteže različitih projektantskih timova i izmeriti svaki građevinski element posebno, primenjujući tehničke propise. Isto tako zbog nepotpunih

detalja i neodgovarajućeg prikaza često dolazi do grešaka u proračunu količina. Da bi se dobili tačni podaci, svaki složeni elemenat poput zidova, podova i sl. mora biti prikazan u svim slojevima, nacrtan u skladu sa stvarnim izgledom i načinu na koji će se izvesti tokom izgradnje.

Često crteži nemaju dovoljno informacija naročito u razvojnoj fazi projekta, pa je potrebno veliko znanje i iskustvo da bi se utvrdili nepostojeći podaci. To zahteva puno vremena, greške su moguće, rezultati se razlikuju od stvarnog stanja i stvaraju se gubici.

Većina preduzeća svoje procene troškova baziraju na iskustvu iz prošlih projekata, pa koriste podatke iz svoje baze podataka. Svakako njih treba uporediti sa komercijano dostupnim podacima o troškovima.

5.2. Procena troškova u BIM okruženju

Trošak projekta može se predvideti i pratiti BIM tehnologijom u svim fazama projekta. 5D model u ranim fazama projektovanja pruža tabelarni prikaz količina, a dodavanjem cena, može se dobiti ciljana vrednost projekta. Većina analiza troškova zasniva se na vezi između elemenata modela i spoljne baze podataka, koja sadrži stvarne podatke o troškovima. Količine iz dokaznice mera o stvarno utrošenom radu i materijalu zajedno sa cenama čine troškovnik. Uz pomoć BIM-a, troškovnik se lako može prilagoditi željama investitora.

Korišćenjem BIM modela proračun potrebnog materijala, mere i količine mogu se direktno uzimati iz osnovnog modela, jer on uvek ima informacije u skladu sa projektom. Ukoliko dođe do promene u crtežima, promena se automatski ažurira na svu projektnu dokumentaciju i raspored, na sve prikaze materijala, brojeve i mere koje inženjer koristi.

Izmerene količine materijala i rada koriste se za: procenu troškova, upravljanje troškovima, nabavku, izradu dinamičkih planova građenja...

5.3. Troškovi izgradnje građevinskog objekta

Procena troškova izgradnje građevinskog objekta radi se u svim fazama realizacije projekta. Kada se procena troškova projekta i proračun izrađuje korišćenjem modela tokom faze projektovanja, dobija se ciljana vrednost projekta.

Većina analiza troškova zasniva se na vezi između komponenata modela i spoljne baze podataka koja sadrži stvarne podatke o cenama. Količine iz dokaznice mera izvedenih radova zajedno sa cenama čine troškovnik koji se može uređivati i prilagođavati potrebama korisnika.

Gradnja i opremanje objekta su po finansijskoj vrednosti najznačajnija komponenta strukture investicionog planiranja.

Troškove u izgradnji građevinskog objekta možemo grupisati u:

1. Troškove izvođenja grubih građevinskih radova
2. Troškovi izvođenja građevinsko-zanatskih radova
3. Troškovi instalaterskih radova

Navedene pozicije sadrže desetine pozicija, čija cena se izračunava posebnom analizom, a sve zbirno daje ukupnu cenu građenja i opremanja objekta.

5.4. Računanje troškova izgradnje objekta

Obračun cene građenja objekta izračunava se kao zbir cena svih pozicija iz predmeta radova, dok se obračun cene pojedinih pozicija vrši analizom cena kalkulacijom pomoću građevinskih normi.

Na analizu cena pored normativa i količina radova bitno utiče i niz drugih faktora: tehnologija rada koja se može primeniti za objekat, usvojena organizacija rada, uslovi lokacije (skućeni prostor, bliski susedni objekti), rok izvođenja radova (kratki rokovi podrazumevaju usiljeni ritam rada što dovodi do pada produktivnosti), klimatski uslovi (mikroklima, kisa, vrućine, niske temperature), faktori okruženja, pravni sistem, poreski propisi i carine, politička i ekonomska stabilnost itd.

Ulazni podaci za analizu cena su:

1. Cena rada
2. Cena materijala
3. Cena građevinskih mašina
4. Kalkulativni faktor

5D Modeling (eng. Cost Estimation) je proces u kome se BIM model koristi za izračunavanje potrebnih količina materijala sa ciljem procene troškova u svim fazama projekta, pruža mogućnost predviđanja i praćenja stvarne potrošnje materijala tokom građenja kroz mesečne izveštaje troškova i proračuna. Za uspešnu primenu 5D BIM-a u proceni troškova potreban je iskusan kadar.

6. ZAKLJUČAK

Projekat i izgradnja građevinskog objekta je složen zadatak zbog njegove dužine trajanja, promenljivih cena na tržištu, jedinstvenosti projekta, brojnih rizika i učešća većeg broja saradnika. Cilj svih učesnika jeste da se radovi uspešno izvedu u skladu sa projektnom dokumentacijom i specifikacijom u okviru predviđenih budžeta i rokova. Projekat obično zahteva velike finansijske investicije i svaki propust ili greška za sobom povlače velike i nepredviđene troškove. Zato je pitanje cene i kvaliteta u izgradnji građevinskog objekta uvek na prvom mestu. Da bi se to postiglo neophodno je primeniti savremene metode i tehnike upravljanja projektom korišćenjem BIM softvera.

Preduzeća koja primenjuju BIM tehnologiju imaju veću konkurentnost na domaćem i stranom tržištu, imaju veći kvalitet projekata i izvođenja uz smanjene troškove izgradnje i održavanja građevine. Preporuka svim preduzećima u Srbiji koje pripadaju granama AEC industrije, a koja žele da rastu, razvijaju se i opstanu na tržištu je da što pre svoje poslovanje prilagode BIM tehnologiji.

7. LITERATURA

- [1] B. Hardin, D. McCool, BIM and Construction Management-Proven Tools, Methods and Workflows, 2015.
- [2] <http://dibs42.com/sr/2019/11/21/benefits-of-bim/>
- [3] Jurčević, M.; M. Pavlović; Šolman H.: Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu, HKIG
- [4] <https://bim360resources.autodesk.com/connect-construct/top-10-benefits-of-bim-in-construction>
- [5] <https://www.adriabim.com/hr/bim-10-razloga-da-projektirate-u-bim-u/>
- [6] <https://www.pinterest.at/pin/37788084366181054/>
- [7] <https://cadcrewtechnologies.com/cad-bim-skills-that-you-must-possess-to-grab-the-recruiters-attention/>
- [8] <https://pdfs.semanticscholar.org/a54d/ebb8ea29fba2ebc5dce4418028128631534d.pdf>
- [9] <https://www.pinterest.at/pin/9007267989879811/>

Kratka biografija:



Aleksandar Dorđević rođen je u Novom Sadu 1996. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva– Primena BIM-a u proceni troškova građenja odbranio je 2022. godine.

Kontakt: sale.ns@hotmail.rs

**POVEZIVANJE BOLNICE ŠEIK KALIFA SA MEĐUNARODNOM PUTNOM MREŽOM
– MSE ZIDOVI****LINKING SHEIKH KHALIFA SPECIALIST HOSPITAL WITH THE FEDERAL ROADS
NETWORK – MSE WALLS**

Momir Milivojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – OGRANIZACIJA I TEHNOLOGIJA
GRAĐENJA**

Kratak sadržaj – Poslovanje u internacionalnim uslovima je vrlo izazovno iskustvo za svakog inženjera koje zahteva posebne veštine, a neke od njih su poznavanje običaja poslovanja zemlje u kojoj se projekat izvodi, razumevanje različitih standarda (British Standard, AASHTO, Eurocode), znanje stranih jezika i tako dalje. Krajnji cilj svakog poslovanja jeste kvalitetan tok projektovanja, efikasno sprovođenje potencijalnih revizija i uspešna realizacija izvođenja radova na terenu.

Ključne reči: MSE zidovi, Potporni zidovi, upravljanje projektima

Abstract – *Doing business in international conditions is a very challenging experience for every engineer that requires special skills, and some of them are knowledge of business customs of the country where the project is carried out, understanding of different standards (British Standard, AASHTO, Eurocode), knowledge of foreign languages and so on. The ultimate goal of every business is a high-quality design flow, efficient implementation of potential revisions and successful implementation of works on the ground.*

Keywords: MSE walls, Retaining walls, Project management

1. UVOD

Metod projektovanja i izgradnje zidova je vrlo unikatan. Pre svega ovi objekti zavise umnogome od karakteristika zemljišta za koju možemo reći da je i dan danas nepotpuno istražena kad se radi o načinu ponašanja i performansama, odnosno, i dan danas se dolazi do novih otkrića u polju geologije i geomehanike.

No, zemljište odnosno vrsta zemlje koja se koristi nije jedini element koji posmatramo kada projektujemo MSE zidove, štaviše, zidovi su kombinacija još nekoliko materijala a to su beton, polimeri, čelik, agregat i neke vrste geomaterijala koji čine jedan sistem koji funkcioniše u simbiozi.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Igor Peško, red. prof.

**2. INVESTICIONI PROJEKAT U
GRAĐEVINARSTVU****2.1 O investicionom projektu**

Projekat je suštinski svaki privremen i organizovan process kojim se postiže neki ograničen cilj ili grupa ciljeva. Druga definicija projekta može biti i privremeni poduhvat sa ciljem kreiranja krajnjeg proizvoda. Kad se kaže privremeni misli se na to da svaki projekat ima jasno definisan početak i kraj, kao i privremenu organizacionu strukturu, dok izraz jedinstven predstavlja činjenicu da se svaki projekat odlikuje specifičnim problemima, koji najčešće ne mogu biti rešeni normalnim angažovanjem organizacije koja realizuje projekat.

Projekat se obično sagledava postepeno, po već definisanim koracima i procedurama, sa ciljem da se obim posla na projektu što potpunije obradi i ostvari. Upravljanje projektom podrazumeva primenu znanja, veština, alata i tehnika na projektne aktivnosti da bi se ostvarili projektni zadaci i ciljevi.

2.2 Učesnici u realizaciji projekta

Opisani složeni skup aktivnosti koje treba da realizuje učesnik u investicionom projektu, zahteva i odgovarajuće izvršioce i vrlo precizne opise poslova i zadataka koje bi oni trebalo da izvršavaju u domenu svog znanja, odnosno svoje ekspertize i ovlašćenja. Učesnik u realizaciji ima interes koji je povezan sa realizacijom projekta. Pravilna identifikacija učesnika i njihovih interesa je od primarne važnosti za definisanje ciljeva i očekivanja, što utiče na uspešnost projekta. Investicioni projekti podrazumevaju sledeće osnovne učesnike na projektu:

1. Investitor
2. Generalni izvođač ili samo izvođač
3. Podizvođač, kooperant
4. Konsultant
5. Projektant
6. Revident
7. Stručni i projektni nadzor
8. Upravni nadzor

2.3 Realizacija radova na gradilištu

Izvođenjem radova na gradilištu realizuje se idealizovani model sa procenjenim spoljašnjim uticajima i ograniče-

nom mogućnošću sagledavanja u formi investiciono tehničke dokumentacije. Međutim, čest je slučaj da se na početku radova ne raspolaže kompletnim projektom i u tim slučajevima potrebno je da svi učesnici u ugovorenom projektu ulože dodatni napor kako bi se obezbedila adekvatna koordinacija između rada na građevinskoj dokumentaciji i radova na gradilištu.

Odstupanje od projektovanog i zamišljenog modela manja su ukoliko je priprema posla bila kvalitetna. Priprema posla za izvođača odnosno nadzor počinje radom na ponudi, nastavlja se ugovaranjem i traje tokom izrade kompletne tehničke dokumentacije i svih pratećih aktivnosti na komercijalnim i ostalim poslovima. Izvođaču koji je razvio osmišljen i određen sistem rada, u poslednjoj fazi preostaje samo da se posveti problemima operativne prirode.

3. MSE ZIDOV I

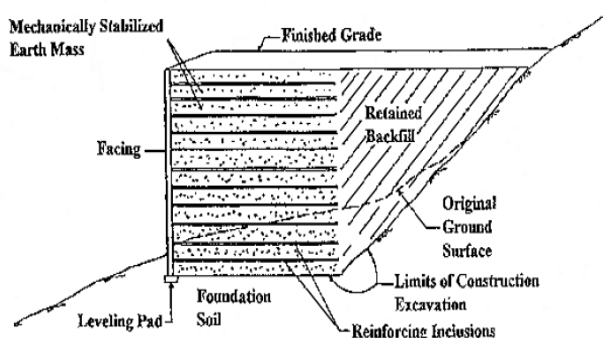
3.1 Terminologija

U nastavku su date definicije za neke od najčešćih izraza sa kojima se susrećemo:

- Zidovi od mehanički stabilizovane zemlje (Mechanically Stabilized Earth Wall - MSEW) - generički termin koji obuhvata armirani zemljani blok i prefabrikovane betonske panele koji su međusobno povezani (kao celina).
- Kaiševi (Geostap) – su napravljeni od fleksibilnih polimera koji služe kao posebna vrsta armature kjom se ojačava zemljište (kojim se armira zemlja).
- MSE paneli (facing) - komponenta armirane zemlje koja sprečava zemljište da se odroni između slojeva kaiševa. Paneli koji se koriste u ovom projektu su prefabrikovani betonski paneli oblika "T".

Druge vrste panela koji se mogu koristiti su paneli pravougaonog oblika, betonski blokovi modularnog oblika, metalni paneli, zavarena metalna žica i tako dalje.

- Armirana zemlja (Reinforced backfill) - Deo zemlje u koji se stavlja armatura, odnosno deo zemlje koji se armira pomenutim kaiševima.
- Beton za izravnavanje terena (Leveling pad) - vrsta temelja koja služi da se podloga na koju se montiraju paneli izravna. U najvećoj većini slučajeva je nearmiran i on ne podleže nikakvom prethodnom proračunu.



Slika 1. Tipičan poprečni presek MSE zida

3.2 Primena

MSEW strukture su isplative alternative za većinu slučajeva gde se armirani beton ili zidovi gravitacionog tipa tradicionalno koriste za zadržavanje tla. Tu spadaju nosači mostova i krilni zidovi kao i područja na kojima je ograničen prostor, kao što je nasip ili iskop sa stabilnim bočnim kosinama. Posebno su pogodni za ekonomske izgradnje na strmim terenima, u područjima koja su podložna nestabilnosti kosina ili u područjima sa lošim temeljnim tlom. MSE zidovi nude značajne tehničke i troškovne prednosti u odnosu na konvencionalni armirani beton potporne konstrukcije na terenu sa lošim uslovima temeljenja. U takvim slučajevima eliminisanje troškova za poboljšanja temelja, kao što su šipovi i kape, koji mogu biti potrebni za potporu konvencionalne konstrukcije, rezultiraju uštedom troškova većom od 50 procenata nakon završetka projekata.

3.3 MSE zidovi - istorijat

MSE zidovi ili "Mechanically stabilized earth", odnosno armirana zemlja je esencijalni elemenat planiranja svake brze saobraćajnice na području Emirata. Oni se ne koriste samo za oporce mostova i zidove sa leve i desne strane puta, nego i kao elementi za stabilizaciju kosina. Godinama u nazad potporni zidovi su dizajnirani isključivo kao gravitacioni. Gravitacioni zidovi predstavljaju krutu konstrukciju koja ne može da prihvati veliko diferencijalno sleganje osim ako nisu fundirani na velikim dubinama. Sa povećanjem visine zemlje koja treba biti stabilizovana, i troškovi ovakvog potpornog zida se uvećavaju rapidno.

3.4 Tipovi prefabrikovanih panela koji se koriste

Vrste elemenata za oblaganje koji se koriste u različitim sistemima MSE zidova kontrolišu njihovu estetiku jer su oni jedini vidljivi delovi završene strukture. Glavni tipovi obloga su:

- Segmentirani montažni betonski paneli
- Jedinice sa livenim modularnim blokovima

3.5 Prednosti izgradnje MSE zidova

- Za izgradnju se koriste jednostavne i brze procedure izgradnje koje ne zahtevaju veliku građevinsku mehanizaciju i opremu.
- Izgradnja ne zahteva radnu snagu sa mnogo iskustva koja ima bilo kakve specijalne veštine u građevinarstvu.
- Izgradnja zahteva mnogo manje radove na pripremi terena od ostalih metoda.
- Prilikom izgradnje, mehanizacija i radnici mogu da pridu na prilično malu udaljenost od same konstrukcije a da ne budu ugroženi.
- Temelji konstrukcije ne moraju da budu čvrste strukture jer je sam zid vrlo tolerantan na deformacije
- Tehnički je pogodan sistem i za jako visoke zidove (veće od 25m).

4. POJEDINAČNI ELEMENTI MSE ZIDOVA

4.1 Prefabrikovani AB paneli

Prefabrikovani AB paneli, kako je ranije navedeno, služe kao svojevrsna opna koja oblikuje zemljište i ne dozvoljava njegov odron i pomeranje. Paneli se izrađuju od betona određene čvrstoće odnosno marke, a neke od standardnih širina panela koje se koriste su 2.0m, 2.25m i 2.5m širine (rastojanje osa dva susedna panela) a uglavnom se koriste paneli oblika T i pravougaoni paneli. Širina panela može da varira od 140 do 170mm.

4.2 Betonski element za izravnavanje terena

Leveling pad ili betonski element za izravnavanje, služi kao svojevrsan "temelj" MSE zida iako to tehnički nije. Njegova jedina uloga je priprema terena za montažu MSE panela. Ovo faktički predstavlja nekonstruktivni deo, stoga se on nikada ne armira. Standardno je širok oko 300mm i visok 150mm i izrađuje se na licu mesta. Leveling pad ima i "zub" koji služi da spreči horizontalno pomeranje panela tokom izgradnje zida.

4.3 Kaiševi za armiranje zemlje

Kaiševi za armiranje zemlje predstavljaju jednu od najbitnijih stavki u sistemu MSE zidova. Postoji više različitih vrsta materijala od kojih se izrađuju a najčešći su to metali i polimeri. Kako je zemljište na bliskom istoku mahom sa velikim salinitetom a vlažnost vazduha dostiže i 60%, metalni kaiševi se ne koriste jer se u takvim agresivnim uslovima vrlo brzo javlja korozija.

4.4 Betonske barijere i okapnice

Betonske barijere i okapnice se montiraju na vrh MSE zida i imaju dvostruku funkciju. Prvo barijera je dizajnirana na taj način da može da primi potencijalan udarac u slučaju sudara vozila na putu, a drugo, služe da prekriju vrh zida. MSE Paneli imaju ravnu gornju ivicu tako da je završni izgled gornje ivice zida stepenast, pa segmenti barijere i okapnice prikrivaju ovo i poboljšavaju estetiku zida tako da je završni izgled gornje ivice zida stepenast, pa segmenti barijere i okapnice prikrivaju ovo i poboljšavaju estetiku zida.

5. BOLNICA ŠEIK KALIFA - LOKACIJA, ZEMLJIŠTE I USLOVI

Specijalistička bolnica "Šeik Kalifa" lokalizovana je u predgrađu Šarže u delu grada Al Salamah u severnom delu UAE. Predstavlja vrlo važan medicinski centar a specijalizovan je u sferi onkologije, kardiovaskularnih bolesti i neurohirurgije. U Ujedinjenim Arapskim Emiratima u 80% slučajeva se stanovništvo oslanja na transport automobilima, a kako se svake godine broj automobila uvećava tako je potrebno kontantno unapređenje putne infrastrukture proširivanjem starih saobraćajnica ili izgradnjom potpuno novih kao što je u našem slučaju.

Hemijski sastav zemljišta: Primarni uzrok propadanja armiranog betona jeste korozija armature koja rezultuje u pucanju i eroziji zaštitnog sloja betona. Korozija nastaje usled uticaja hlorida koji su prisutni ili u betonu, agregatu ili u okruženju i korozija može nastati samo uz dodatno prisustvo vode i kiseonika u isto vreme. Rizik od korozije

se može smanjiti kontrolom količine prisutnog hlorida u betonu a i kroz to što ćemo osigurati da je zaštitni beton adekvatne debljine na svim mestima.

5.1 Projektni zadatak

Zadatak je projektovanje i izgradnja potpornih zidova na dve lokacije, prva je na intersekciji dva puta Taween Road i Emirates Road, na kojoj se gradi petlja a druga lokacija je na mostovskoj konstrukciji koji služi da premosti buduću trasu autoputa. Obe lokacije su u neposrednoj blizini same bolnice.

5.2 Izrada DDS-a i dimenzionisanje panela

Uz konsultaciju GIR-a (Geotechnical investigation report-a) i generalnih dokumenata pruženih od strane kontraktora, izdaje se dokument pod nazivom Design Data Sheet, odnosno lista na kojoj su su navedene sve informacije u smislu marke betona, marke čelika, parametara zemljišta, temperature, projektovanog života konstrukcije, vrste panela koji se koristi na projektu, itd.

Panel je modelovan tako da predstavlja približne uslove kakvi se javljaju u prirodi, odnosno, ako posmatramo da u svom životnom veku panel trpi sile od zemljane ispuhe po celoj svojoj površini a da se odupire tome jedino putem geostapova povezanih za njega, to je translirano tako što je stavljeno površinsko oslanjanje (po površini panela) a na mesto konektora su unesene maksimalne moguće sile koje će se javiti u geostapovima. Osrednjene sile na sekcijama prikazanim na prethodnim slikama (u X i Y pravcu) se unose u Excel, odakle smo iterativno dobili količinu armature potrebne u panelu u oba pravca.

5.3 Projektovanje barijere

Nakon proračuna standardnih panela sledi izrada geometrije barijere. Grubu geometriju barijere zadaje sam investitor. U najvećoj većini slučajeva se geometrija barijere podudara na mostovskoj konstrukciji i na delu iznad MSE zida, najviše iz estetskih razloga. Drugim rečima, barijere na mostu i na MSE zidu bi trebale potpuno da se podudaraju u nivoima kako bi kreirale nesmetanu tranziciju sa rampe na most, i iz tog razloga je krucijalno ispravno pozicionirati barijeru na MSE zidu. Za ovo nam je najpotrebnija tačna informacija visine barijere. Visina se računa od referentne tačke odnosno ivice puta do najviše tačke barijere. Pozicioniranje barijere nekada može da predstavlja problem, najviše iz razloga što treba postići dovoljno veliku dimenziju dela barijere koji služi da prekrije vrh zida a da se pritom ne ugrozi oblik i ne naruši stabilnost sistema.

5.4 Projektovanje MSE zidova

Razvijanje elevacija zidova smo uradili uz pomoć nekoliko različitih profila puteva. Glavni profili puta (glavne trase) su Taween Road i Emirates Road koji su podeljeni na stacionaže od početka trase (stacionaža 0+000m). Za ovaj zid smo koristili deo trase Taween Road-a od stacionaže 9+540 do 10+450 i deo trase Emirates Road-a od stacionaže 30+200 do 30+460. Pored toga koristili smo i profile prilaznih saobraćajnica Slip Road A, Slip Road D, Loop 1, 2, 3 i 4. Elevacije puta su date po centralnoj liniji svakog od ovih puteva.

5.5 Kreiranje izveštaja o dizajnerskim sekcijama

Pošto je ustanovljena maksimalna (i minimalna) visina zida u ranijim fazama projekta, i prikupljeni svi ostali podaci, izrađeni su pojedinačni izveštaji upotrebom programa. Iz razloga što pojedini delovi zida imaju ograničen prostor za rasprostiranje geostrapova, na ovim mestima smo morali da računamo posebne sekcije.

Prema ranije prikazanom Design Data Sheet-u, dizajn je urađen prema sledećim parametrima:

- Životni vek od 120 godina,
- Suvo tlo bez vode,
- Temperatura 30°C
- Strukturalna debljina panela 140mm
- Promenljivo opterećenje od saobraćaja 17.10m pome-reno za 0.5m od ivice puta,
- Ugao unutrašnjeg trenja granulata za nabijanje 37 stepeni a granulata za ispunu 34 stepena.

6. ZAKLJUČAK

Sistem armirane zemlje ima široku primenu u raznim granama industrije. Iako slabo primenjen na našim prostorima, svakako bi mogao da se iskoristi u građevinarstvu pogotovo kada se uzmu u obzir geološke i geomehaničke karakteristike na većini naše teritorije. Na nekoliko projekata u našem regionu pokazale su se kao izuzetno izdržljive i robusne konstrukcije.

Ukoliko bi došlo do šire primene, sistem armirane zemlje bi u ovom slučaju doneo mnogo više efikasnosti, najpre u utrošku materijala i vremena a i u estetskom smislu. Učesnici odnosno tok poslovanja bi ostao isti, s tim što zbog slabog poznavanja ovog sistema kod nas bi proces odobravanja dizajna svakako bio mnogo duži a nepoverenje u ispravnost projekta kod investitora i konsultanta bi sigurno bio mnogo veći u odnosu na obične potporne zidove.

7. LITERATURA

- [1] B. Trbojević, "Organizacija Građevinskih Radova", Naučna Knjiga, Beograd, 1992.
- [2] B. Ivković, Ž. Popović, "Upravljanje Projektima u Građevinarstvu", Građevinska Knjiga, Beograd, 2005.
- [3] FHWA-NHI-00-043, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Mechanically Stabilized Earth Walls And Reinforced Soil Slopes - Design & Construction Guidelines, NHI - National Highway Institute Office of Bridge Technology, 2001.
- [4] "Bridge foundations and substructures", Department of the Environment, Building Research Establishment, London, 1979.

Kratka biografija:



Momir Milivojević je završio gimnaziju Jovan Jovanović Zmaj u Novom Sadu 2011. godine na smeru Obdareni učenici u matematičkoj gimnaziji. Nakon toga upisuje Građevinarstvo na Fakultetu tehničkih nauka gde brani master tezu 2022. godine. kontakt: mmilivojević1992@gmail.com

UTICAJ DIGITALNE TRANSFORMACIJE NA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U GRAĐEVINARSTVU**THE INFLUENCE OF DIGITAL TRANSFORMATION ON PROJECT MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY***Ivana Kosić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Tehnologija sama po sebi ne može garantovati uspeh preduzetih projekata, a ljudski faktor ne treba zanemariti jer se digitalna transformacija ne zasniva samo na tehnologiji već i na kreativnosti ljudi koji primenjuju tehnologiju. Sa rastom složenih projekata i sve većim tempom promena, organizacijama su potrebni projektni menadžeri i timovi koji će se baviti digitalnom transformacijom, poremećajima, čestim promenama i dvosmislenostima..

Ključne reči: Digitalna transformacija, upravljanje projektima

Abstract – Technology alone cannot guarantee the success of undertaken projects. The human factor should not be neglected because digital transformation is based not only on technology but also on the creativity of people who apply technology. With the growth of complex projects and the increasing pace of change, organizations need project managers and teams to deal with digital transformation, disruption, frequent change, and ambiguity.

Keywords: Digital transformation, project management

1. UVOD

Danas digitalna transformacija predstavlja jedan od osnovnih strateških ciljeva za održavanje konkurentnosti, kao i samog razvoja organizacija. Organizacije se trude da procene mnoštvo koristi koje mogu imati pri sve većem okretanju ka digitalnom. Digitalna transformacija je postala nezaobilazni segment posla i na neki način, ona otvara mnoga vrata u današnjem okruženju. Integrisanje digitalnog u DNK poslovnog modela predstavlja ključni deo poslovnog uspeha za organizacije u različitim industrijama širom sveta.

2. OSNOVNE PRETPOSTAVKE PROJEKTOG MENADŽMENTA**2.1 Razvoj i istorija upravljanja projektima**

Upravljanje projektima kao disciplina javlja se početkom 20-og, a do razvijanja dolazi sredinom 20. veka (većina stručnih članaka i tekstova pojavljuje se tek posle 1960.godine).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Igor Peško, red. prof.

Iako je upravljanje projektima kao disciplina priznato tek pre dvadesetak godina, projekti su se izvodili oduvek ali sa različitim nivoima kompleksnosti.

2.2. Istorijski razvoj upravljanja projektima

Može se reći da se istorijski gledano mogu podeliti četiri perioda upravljanja projektima:

- pre 1958. godine
- Od 1958.-1979.
- Od 1980.-1994.
- Od 1995. do danas

3. DEFINICIJA UPRAVLJANJA PROJEKTIMA

Prema Tumanu, projekat predstavlja organizovanje ljudi usmereno na specifičan cilj, koje uglavnom podrazumeva poduhvate koje je potrebno preduzeti u određenom roku, sa određenim budžetom i isporučiti očekivani nivo kvaliteta (Tuman, 1983). Turner projekat definiše kao poduhvat u kome se ljudski, finansijski i materijalni resursi organizuju kako bi obuhvatili jedinstvenu celinu posla sa definisanom specifikacijom, u okviru ograničenja vezanih za vreme i troškove, a sa ciljem stvaranja pozitivne promene definisane kvantitativnim i kvalitativnim ciljevima (Turner, 1999). U jednom od najšire prihvaćenih vodiča za upravljanje projektima, A Guide to Project Management Body of Knowledge, projekat se definiše kao privremeni poduhvat čiji je cilj da stvori jedinstveni proizvod ili uslugu.

4. METODOLOGIJE ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA

Metodologije za upravljanje projektima predstavljaju skup procesa, metoda i alata za postizanje određenog cilja u upravljanju projektom. Metodologije najčešće daju kontrolnu listu ključnih aktivnosti na koje treba obratiti pažnju kako bi se izbeglo ispuštanje bitnih delova u upravljanju projektom. Ukoliko se u upravljanju projektom koristi određena metodologija, neophodno je da svi učesnici na projektu budu upoznati sa istom i da razumeju propisani okvir za realizaciju. Projektni timovi koji koriste neku od metodologija za upravljanje projektom su značajno efikasniji i sve aktivnosti na projektu sprovode uz veći nivo konzistencije, a manji nivo rizika. U savremenom upravljanju projektima izdvajaju se dve opšte prihvaćene metodologije: PMBOK

(The Project Management Body of Knowledge) i PRINCE2.

5. ŽIVOTNI CIKLUS PROJEKTA

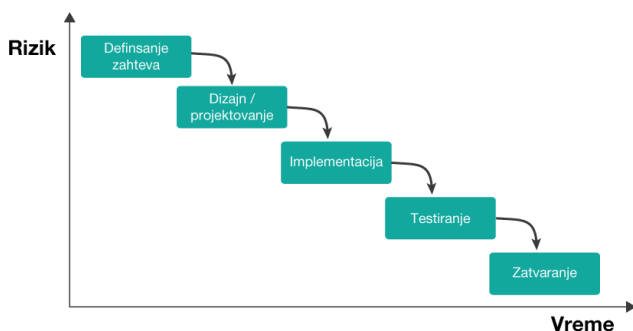
5.1 Projektni tim

Projektni tim uključuje projektnog menadžera i grupu ljudi koji zajednički deluju i izvršavaju aktivnosti na projektu, a sve u cilju dostizanja ciljeva projekta.

5.2 Životni ciklus projekta

Životni ciklus projekta predstavlja niz faza kroz koje projekat prolazi od inicijacije do zatvaranja. U zavisnosti od načina na koji se projektom upravlja i na koji se projekat sprovodi, životni ciklus može imati drugačije oblike. Neki od modela životnog ciklusa projekta su sledeći:

- Tradicionalni model životnog ciklusa projekta - vodopad (waterfall model) Tradicionalni model životnog ciklusa projekta podrazumeva da se sve faze projekta sprovode sekvencijalno i bez preklapanja. Ovo je vrlo rigidan model čiji je glavni nedostatak vrlo visok nivo rizika na samom početku projekta, kao i visoki troškovi eventualnih zahteva za promenama kasnije u toku projekta (Kruchten, 2001). Obzirom da se svi funkcionalni zahtevi definišu na početku projekta, ovaj model ne predviđa eventualni nastanak zahteva za izmenama, što zbog vrlo dinamičnog okruženja u današnjem upravljanju projektima, očekivana pojava od ljudi u različitim ulogama.



Slika 1. Tradicionalni model životnog ciklusa projekta

5.3 Faze upravljanja projektima

Prema PMBOK Guide, procesi upravljanja projektom mogu se svrstati u jednu od 5 grupa, prikazanih na Slici 8 (Project Management Institute, 2013):

1. Procesi inicijacije projekta - procesi koji se izvršavaju kako bi se definisao novi projekat i pridobila autorizacija za početak projekta
2. Procesi planiranja projekta - procesi koji se izvršavaju kako bi se utvrdio obuhvat projekta, precizirali ciljevi i definisao detaljan plan aktivnosti potrebnih da bi se ostvarili navedeni ciljevi
3. Proces sprovedenja projekta - procesi koji se izvršavaju kako bi se sproveo posao definisan u planu upravljanja projektom u cilju zadovoljenja projektne specifikacije
4. Proces monitoringa i kontrole projekta - procesi koji se izvršavaju kako bi se pratio, revidirao i regulisao progres i

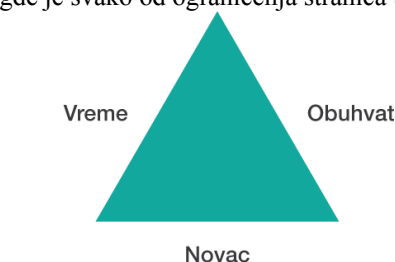
uspešnost projekta, kao i u cilju identifikacije eventualnih neophodnih zahteva za izmenama na projektu

5. Proces zatvaranja projekta - procesi koji se izvršavaju kako bi se finalizovale sve aktivnosti i kako bi se projekat formalno zatvorio.

5.4 Upravljanje različitim dimenzijama projekta

Svaki projekat podrazumeva da postoje specifična ograničenja pri realizaciji. Tradicionalna ograničenja projekta predstavljaju osnovna ograničenja koja moraju biti ispunjena kako bi projekat bio uspešno realizovan. Većina autora napominje ograničenja: vreme, troškovi i obuhvat.

Navedena ograničenja su često predstavljena u obliku "trougla upravljanja projektima", kao što je prikazano na Slici 2, gde je svako od ograničenja stranica trougla.



Slika 2. Trougao upravljanja projektima

5.5 Specifičnosti projekata elektronskog poslovanja

Prema definiciji IBM, elektronsko poslovanje predstavlja proces korišćenja internet tehnologija u cilju sprovođenja poslovnih procesa, povećanja produktivnosti i efikasnosti. U tom smislu elektronsko poslovanje omogućava kompanijama da na jednostavan način komuniciraju sa partnerima, dobavljačima i kupcima, povežu poslovne sisteme i izvrše kupoprodajne procese na siguran način (IBM, 2001). Elektronsko poslovanje se često poistovećuje sa elektronskom trgovinom, odnosno kupovinom i prodajom putem interneta, ali kao što se zaključuje iz prethodno navedene definicije, ovaj koncept obuhvata sprovođenje svih vrsta poslovnih procesa uz pomoć internet tehnologija.

6. UPRAVLJANJE INTEGRACIJOM PROJEKTA

Upravljanje integracijom projekta podrazumeva analizu i razumevanje ishoda projekta, odnosno kriterijuma, pretpostavki, ograničenja i ostalih uslova koji utiču na projekt. To su upravljački procesi koji su neophodni za kvalitetno prepoznavanje i upravljanje elementima projekta. Integraciji projekta pripada sedam procesa kojima se projekt započinje, formira se okvirni opseg posla i opšti plan upravljanja projektom. U opšti plan upravljanja projektom spadaju opis posla, plan troškova, vremena i kvaliteta, a kontroliše se tokom realizacije.

7. UPRAVLJANJE OBIMOM PROJEKTA

Upravljanje obimom projekta obuhvata usmeravanje projekta prema njegovim ciljevima, počevši od koncepta, definisanja i razrade projekta pa sve do njegove realizacije i završetka. Obuhvata procese kojima se obim projekta deli na manje delove, prihvataju se izvršeni radovi i vrše korekcije u obimu projekta. To su planiranje

i definisanje obima posla u kojima se radi plan upravljanja posla sa ciljevima projekta, karakteristikama traženog proizvoda i ograničenjima projekta. Da bi se lakše upravljalo projektom, potrebno je radove podeliti na manje celine (podsisteme) koji zajedno čine celinu, odnosno izraditi WBS (Work Breakdown Structure) koji predstavlja strukturnu raščlanu poslova projekta na delove kojima se može upravljati.

8. UPRAVLJANJE VREMENOM PROJEKTA

Jedna od ključnih stavki kojima je potrebno upravljati i koja se mora strogo pratiti u procesu realizacije projekta je vreme, odnosno vremenski rokovi realizacije projekta. Planiranje vremena obuhvata razradu i predstavljanje budućeg odvijanja realizacije projekta po pojedinim fazama ili aktivnostima od kojih se projekt sastoji, ali omogućava i praćenje i kontrolu svake aktivnosti kao i njihov planirani završetak. Planiranje vremena projekta izvodi se tako da se rade vremenski planovi u vidu gantograma ili tehnikom mrežnog planiranja koja je grafički prikaz izvođenja projekta i svake faze zasebno. Da bi se izradio vremenski plan, potrebno je najpre definisati listu aktivnosti za realizaciju, listu ključnih događaja ili prekretnica u projektu.

Kada je lista aktivnosti završena, kreće se sa izradom mrežnog plana, tj. redosleda kojim će se aktivnosti odvijati, zatim njihove procene trajanja i vrsta i količine resursa koji su potrebni da se aktivnost izvrši. Uz sve prikupljene podatke započinje formiranje vremenskog plana koji može biti prikazan kao gantogram ili mrežni plan, a sadrži listu ključnih događaja u projektu, detaljan histogram resursa i prikaz kretanja troškova u projektu. Nakon formiranog vremenskog plana, ostaje njegova kontrola i izmjena ako se javi potreba za istim.

9. UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA PROJEKTA

Isto kao i vremenom, bitno je upravljati troškovima projekta da bi se realizirao u planiranim okvirima ulaganja. Upravljanje troškovima kreće od najranijih faza realizacije projekta kada se određuje što će se i na koji način graditi, odnosno kada se određuje grubi proračun i cena radova. Na samom početku radi se studija opravdanosti kojom investitor ima uvid u okvirne troškove koji ga očekuju. U fazi projektiranja izuzetno je važno ekonomski analizirati moguća rešenja ne samo na osnovu utrošenih materijala i resursa, nego i na osnovu tehnologije građenja, jer se pojedine aktivnosti mogu izvesti na više načina što znatno utiče na troškove u projektu. Potrebno je pronaći optimalno rešenje sa traženom kvalitetom, ali uz što manje troškove. Većina troškova nastaje u fazi izgradnje, pa je potrebno kontrolisati kretanje troškova i preuzeti korektivne akcije ako se uoči odstupanje od plana izrađenog u fazi projektovanja.

10. UPRAVLJANJE KVALITETOM PROJEKTA

U ovo područje upravljanja projektom ulazi planiranje, osiguranje i kontrola kvalitete. Pod pojmom planiranje misli se na određivanje i definiranje nivoa kvalitete u skladu s kojim bi se trebali izvesti radovi, a određuje ih

investitor u dogovoru sa stručnim osobama još u fazi projektiranja. Ne teži se uvek najkvalitetnijem rešenju, jer je ono ujedno i najskuplje, iziskuje više vremena i koncentracije pri izgradnji ili ugradnji, te zahteva pronalaženje kvalifikovanih izvođača da bi se ostvario traženi nivo kvalitete. Osiguranje kvalitete provodi se prema dokumentaciji kvalitete projekta – planu kvaliteta. Plan kvaliteta uključuje postupke i radne upute za ispitivanje i kontrolu kvalitete, te svojevrzne instrukcije za montažu opreme, a temelji se na normama i tehničkim propisima. Kada je plan kvalitete ustanovljen ostaje stalna kontrola hoće li plan biti ostvaren prilikom realizacije projekta. Kontrola kvalitete vrši se ispitivanjima i eksperimentima uspoređujući dobijene rezultate sa postavljenim standardom, počevši od kontrole ulaznih materijala, kontrole transporta, gotovih proizvoda, kontrole prilikom montaže, do kontrole prilikom predaje objekta. Rade se hemijske analize, ispitivanje fizičko-mehaničkih svojstava, kontrola dimenzija i slično. Broj ispitivanja unapred se određuje još u vreme projektovanja, vrši ih Izvođač, ali i Investitor, ako ga zanima ispunjavanje ugovorenih obaveza o kvalitetu radova.

11. UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA PROJEKTA

Odnosi se na optimalno korišćenje ljudi u projektu, odnosno na dodelu uloga i odgovornosti u projektu i osiguranje kadrova i tima za upravljanje projektom.

1. Prvi je proces planiranje ljudskih resursa koje započinje izradom organizacijske strukture projekta – OBS
2. Drugi proces upravljanja ljudskim resursima je osiguranje tima za upravljanje projektom.
3. Treći je proces razvoj tima.

12. KOMUNIKACIJA U PROJEKTIMA

Komuniciranje je deo svakodnevnog života i čini osnovu ljudskog delovanja, obavljanja aktivnosti i odnosa među ljudima uopšteno. Ako komunikacija izostaje, nema ni zajedničkog delovanja grupe ljudi, odnosno tima. Komunikacija omogućuje menadžeru projekta rukovođenje poslom i aktivnostima u projektu, odnosno samo upravljanje projektom. U upravljanju projektima komunikacija je jedan od osnovnih procesa u kojem se vrši prihvatanje, obrada i interpretacija informacija i poruka vezanih uz projekt. Rukovalac projekta je glavni u komunikaciji u projektu koji šalje i prima informacije svima u realizaciji projekta. Informacije o projektu šalju se pisanim putem, elektronskom poštom, telefonski, a najbolji način komunikacije su sastanci i međusobno prenošenje poruka.

13. RIZIK MEĐU PROJEKTIMA

Rizik predstavlja neizvesnost i verovatnost da će se dogoditi nešto neočekivano i u većini slučajeva, nepoželjno. Budućnost je neizvesna, stoga se za buduće događaje i aktivnosti ne zna kako će se i kojim rezultatom ostvariti. U svakom je projektu potrebno upravljati rizikom kako bi se povećala verovatnost postizanja ciljeva projekta.

14. NABAVKA ZA POTREBE PROJEKTA

Upravljanje nabavkom obuhvata sve postupke koji su vezani za kupovinu roba i usluga potrebnih za projekt. Svi materijali i usluge koje projektni tim ne može osigurati iz vlastitih izvora, mora osigurati od dobavljača. U proces upravljanja nabavkom uključene su i aktivnosti kao što su: transport do lokacije projekta, nabavljanje transportne dokumentacije, osiguranje deponije za istovar materijala i iznajmljivanje mehanizacije. Planiranje je na samom početku ovog upravljanje.

15. UČESNICI U PROJEKTIMA

Ovo područje upravljanja projektima uključuje procese koji su potrebni za prepoznavanje svih osoba, skupina ili organizacija koje utiču ili su bilo kako uključeni u projekt. Cilj je analizirati očekivanja učesnika i njihov uticaj na projekt. Upravljanje učesnicima projekta znači razviti odgovarajuću strategiju za produktivan uticaj učesnika projekta u odlukama i samom izvršenju. Vrlo je bitna stalna komunikacija sa istima, da bi se razumele njihove potrebe, očekivanja i rešile moguće nedoumice. Zadovoljstvo svakog učesnika projekta mora se posmatrati kao ključni cilj projekta.

16. ZAKLJUČAK

Profesionalcima u oblasti upravljanja projektima biće potrebne drugačije veštine od onih koje su bile potrebne u prošlosti, a takođe i veći stepen autonomije da bi se postigli najbolji rezultati. Upravljanje projektima je i dalje previše fokusirano na „teške“ tehničke veštine, koje su od suštinskog značaja, ali ljudi su ti koji upravljaju i sprovode projekte, i to se ne sme zaboraviti. Tehnologija sama po sebi ne može garantovati uspeh preduzetih projekata, a ljudski faktor ne treba zanemariti jer se digitalna transformacija ne zasniva samo na tehnologiji već i na kreativnosti ljudi koji primenjuju tehnologiju. Kako bi se izborili za svoju poziciju na tržištu, lideri novog doba će morati da se suoče sa izazovima koje im nameće digitalna era i pokušaju da ih prevaziđu. Upravljanje projektima predstavlja budućnost elektronskog poslovanja, što je ujedno i razlog zašto se sve veći broj kompanija projektno orijentiše kada su u pitanju aktivnosti vezane za savremene tehnologije. Imajući ovo u vidu, može se reći da je projektna orijentacija u elektronskom poslovanju najbolji izbor i izbor za koji već posedujemo potrebne metodologije i znanja, ali na žalost brojevi govore drugačije.

27. LITERATURA

- [1] Ivković, B.; Popović Ž.: Upravljanje projektima u građevinarstvu, 3. izmenjeno i dopunjeno izdanje, Beograd 2005.
- [2] Ivković, B.; Popović Ž.: Upravljanje projektima u građevinarstvu, 2. izdanje, Beograd 1995.
- [3] Jovanović, P.: Upravljanje projektom – Project Management, 7. izdanje, Fakultet organizacionih nauka, Beograd 2006.
- Radujković, M. i suradnici: Planiranje i kontrola projekata, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb 2012.
- [4] A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Fifth Edition (PMBOK Guide), Project Management Institute, 2013.
- [5] Jovanović, P., Petrović, D., Obradović, V., & Mihić, M. (2007). Metode i tehnike projektnog menadžmenta. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [6] Basu, A., & Muylle, S. (2007). How to Plan E-Business Initiatives in Established Companies. In MIT, MIT Sloan Management Review (Vol. 49).
- [7] http://www.trend.uns.ac.rs/stskup/trend_2021/radovi/T2.2/T2.2-10.pdf

Kratka biografija:



Ivana Kosić završila je srednju tehničku školu, „Jovan Vukanović“, smer Visokogradnja, 2009. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju odbranila je 2022.god. kontakt: ivananasticns@gmail.com



UPOREDNA ANALIZA VREMENA PUTOVANJA KORISNIKA U SISTEMU JAVNOG PREVOZA PUTNIKA SA DRUGIM VIDOVIMA PREVOZA

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TRAVEL TIME OF USERS IN THE PUBLIC PASSENGER TRANSPORT SYSTEM WITH OTHER MODES OF TRANSPORT

Jovan Rašković, Pavle Pitka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – U prvom delu rada date su osnovne karakteristike vidova prevoza i vremena putovanja. Opisan je svaki vid prevoza, pri čemu su istaknute određene karakteristike svakog od njih u Novom Sadu. Vreme putovanja je predstavljeno u vidu formula koje podrazumevaju osnovne karakteristike svakog vida prevoza. U drugom delu rada opisana je metodologija istraživanja, odnosno područje istraživanja, način prikupljanja i obrade podataka i obuka radnog tima. Na kraju su prikazani rezultati istraživanja za svaki dan i diskusija. Rezultati su prikazani u formi Excel grafika, koji su izvučeni iz aplikacije „GPS Logger“. Na taj način dobijeni su pojedinačni i zbirni grafici.

Ključne reči: Javni prevoz, putnički automobil, bicikl

Abstract – In the first part of the paper, the basic characteristics of the modes of transport and travel time are given. Each mode of transportation is described, along with a description of certain characteristics in Novi Sad. Travel time is presented in the form of formulas that include the basic characteristics of each mode of transportation. In the second part of the paper, the research methodology is described, where the research area, the method of data collection and processing, and the training of the work team are described. At the end, the research results for each day and a discussion are presented. The results are shown in the form of Excel graphics, which are extracted from the "GPS Logger" application. In this way, individual and collective graphs were obtained.

Keywords: public transport, passenger car, bicycle

1. UVOD

Česta zagušenja saobraćaja na uličnoj mreži negativno se odražavaju na sve vrste saobraćaja. Pod vidovno-način-skom raspodelom podrazumeva se način realizacije putovanja (pešačenje, javni prevoz, putnički automobil, bicikl i sl.). Vremenski gubici koji nastaju usled disbalansa ponude i potražnje u saobraćajnom sistemu grada značajno utiču na vreme putovanja korisnika. Udeo vremenskih gubitaka u strukturi vremena putovanja razlikuje se u zavisnosti od vida saobraćaja, trase kretanja, doba dana i drugih faktora.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistakao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Pitka, vanr. prof.

Negativni efekti povećanja obima saobraćaja najčešće se ističu i kvantifikuju preko emisija štetnih gasova, potrošnje energije, komunalne buke, bezbednosti saobraćaja, zauzimanja prostora i vremena u ionako ograničenim urbanim sredinama, smanjujući mogućnosti za obavljanje drugih delatnosti [1].

U ovom radu sprovedeno je istraživanje vremena putovanja i vremenskih gubitaka za različite vrste prevoza u Novom Sadu. Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, izvršena je uporedna analiza karakteristika vremena putovanja javnog gradskog putničkog prevoza (JGPP) sa drugim vidovima prevoza (putnički automobil, taksi, bicikl, pešačenje). Cilj rada bio je da se utvrdi konkurentnost sistema javnog prevoza putnika u odnosu na druge vrste prevoza u Novom Sadu.

Vreme putovanja putnika u JGPP-u je prema svojoj strukturi kompleksno. U dobro organizovanim sistemima JGPP-a najveći broj putnika realizuje svoje putovanje bez presedanja, samo sa jednim vozilom, što predstavlja prosta putovanja [2].

Prosta putovanja u sistemu JGPP-a sastoje se od [3]:

- vreme pristupa sistemu (vreme pešačenja od izvora do pristupnog stajališta),
- vreme čekanja na dolazak vozila JGPP-a,
- vreme vožnje,
- vreme pešačenja do cilja.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Snimanje vremena putovanja za sve načine transporta je vršeno na jednoj relaciji (Bulevar kralja Petra I, broj 85 – Trg slobode) u Novom Sadu. Snimanje je izvršeno za pet različitih načina transporta: putnički automobil (PA), bicikl, taksi, pešačenje, autobuski podsistem JGPP-a.

Istraživanje na terenu rađeno je 11. oktobra 2022. godine, u poslepodnevnom vršnom periodu između 14. i 15. časova. Vremenske prilike u toku istraživanja bile su bez padavina, a temperatura je bila oko 20°C.

Obuka radnog tima u istraživanju se obavila dan pre početka istraživanja, kada se tim upoznao sa aplikacijom, načinom čuvanja podataka i slanjem podataka.

Prikupljanje podataka za istraživanje izvršeno je mobilnom aplikacijom „GPS Logger“ koja je pomoću globalnog navigacionog satelitskog sistema (GNSS) beležila tačnu lokaciju putnika, odnosno geografsku

širinu, dužinu i nadmorsku visinu. Takođe, aplikacija je beležila i trenutnu brzinu kretanja i vreme putovanja. Osvežavanje parametara je vršeno na svaku sekundu, odnosno sa frekvencijom od 1 Hz.

Podaci iz aplikacija prebacivani su na računar u .GPX i .KML formatima. „Google Earth pro“ aplikacija je korišćena za rad sa .KML fajlovima i na osnovu nje se dobijala trasa kretanja.

MS Excel je korišćen za rad sa .GPX fajlovima. Iz tabele su preuzeti sledeći podaci: koordinate (lon i lat), vreme, nadmorska visina i brzina.

Greška merenja iznosi, ± 7 m, što predstavlja standardno odstupanje jednodimenzionalnog GNSS sistema bez dodatnih ispravki.

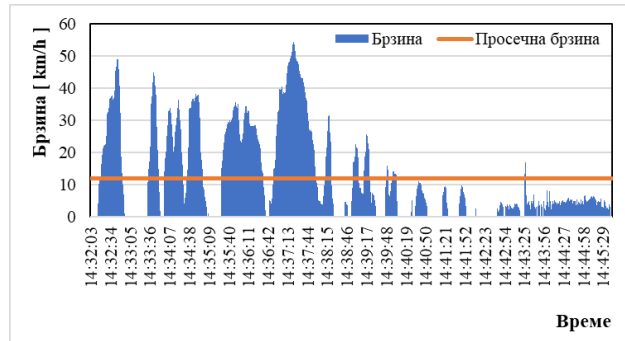
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja su dati grafičkim prikazima rastojanje – vreme i brzina – vreme.

3.1. Putnički automobil

Trasa kretanja korisnika PA u toku istraživanja je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Jovana Subotića – Šafarikova – Uspenska – Bulevar Mihajla Pupina – Trg slobode.

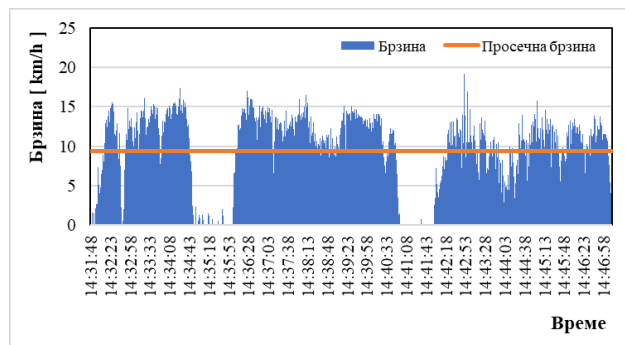
Ukupno vreme kretanja korisnika PA iznosi 13 minuta i 40 sekundi, uz pređeno rastojanje od 3010 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 54,3 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 12 km/h.



Slika 1. Grafički prikaz brzina – vreme, PA

3.2. Bicikl

Trasa kretanja korisnika bicikla u toku istraživanja obuhvatala je sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Kisačka – Trg Marije Trandafil – Nikole Pašića – Zmaj Jovina – Trg slobode.



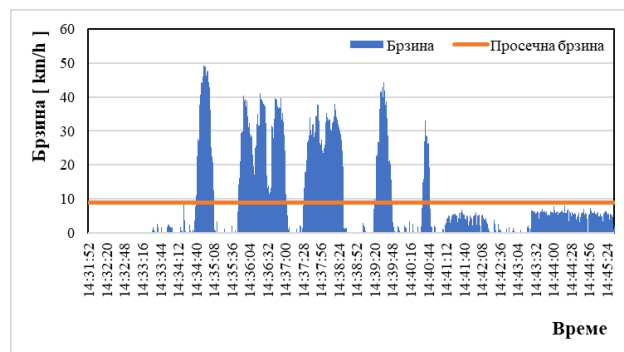
Slika 2. Grafički prikaz brzina – vreme, bicikl

Ukupno vreme kretanja korisnika bicikla iznosi 15 minuta i 25 sekundi, uz pređeno rastojanje od 2507 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 19,2 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 9,4 km/h.

3.3. Taksu

Trasa kretanja korisnika taksija u toku istraživanja je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Jovana Subotića – Šafarikova – Uspenska – Trg slobode.

Ukupno vreme kretanja korisnika taksija iznosi 13 minuta i 43 sekunde, uz pređeno rastojanje od 2239 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 49,1 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 9 km/h.

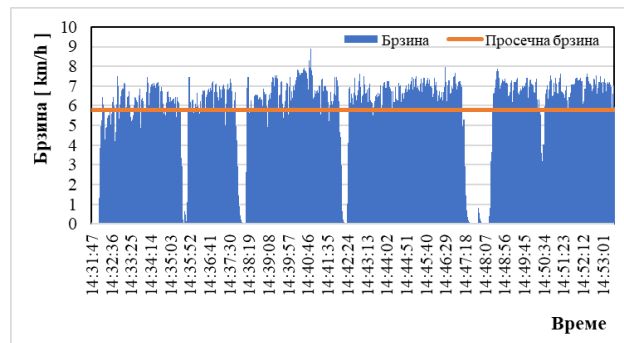


Slika 3. Grafički prikaz brzina – vreme, taksu

3.4. Pešačenje

Trasa kretanja pešaka je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Svetozara Miletića – Trifkovićev trg – Laze Telečkog – Mite Ružića – Trg slobode.

Ukupno vreme kretanja pešaka iznosi 21 minut i 42 sekunde, uz pređeno rastojanje od 2240 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 8,9 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 5,8 km/h.



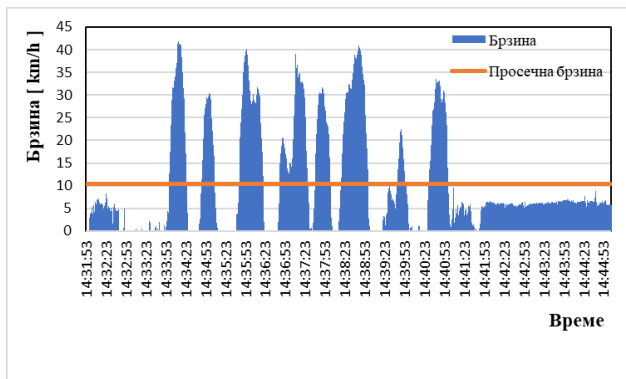
Slika 4. Grafički prikaz brzina – vreme, pešak

3.5. JGPP

Trasa kretanja korisnika JGPP-a je obuhvatala sledeće ulice: Bulevar kralja Petra I 85 – Braće Jovanović – Žitni trg – Vojvode Bojovića – Jovana Subotića – Šafarikova – Uspenska – Trg slobode.

Linija JGPP-a koja se koristila u toku istraživanja je linija broj 3, smer Detelinara – Petrovaradin, ulazno stajalište je bilo Bulevar kralja Petra I – Sajam, a izlazno Uspenska – Šafarikova.

Ukupno vreme kretanja korisnika JGPP-a iznosi 13 minuta i 11 sekundi, uz pređeno rastojanje od 2385 metara. Maksimalna brzina kretanja iznosila je 41,8 km/h, dok je prosečna brzina kretanja bila 10,4 km/h.



Slika 5. Grafički prikaz brzina – vreme, JGPP

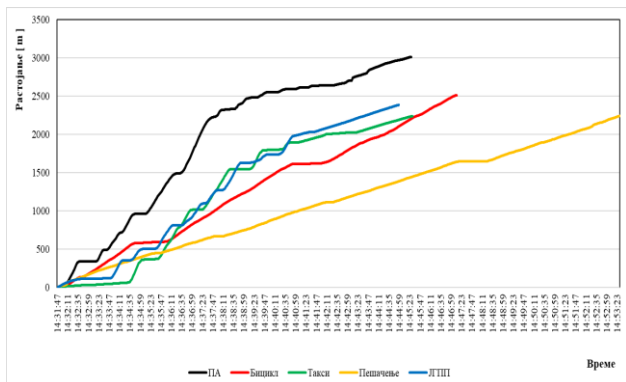
4. UPOREDNA ANALIZA

Dužine pređenog puta se razlikuju u zavisnosti od načina transporta, usled različitih trasa kretanja prevoznih sredstava. Najduži put je prešao korisnik PA i on iznosi 3010 m, a najkraći put su prešli korisnik taksi usluga i pešak u dužini od 2238 m i 2240 m, respektivno. Dužina putovanja korisnika JGPP-a iznosi 2384 m, što je neznatno duže u odnosu na dužinu putovanja taksi prevozom.

U prvom delu putovanja korisnik PA realizuje putovanje najbrže, ali od 2300 m do 2700 m prevozna brzina značajno opada, budući da je ovaj deo trase korisnik PA tražio slobodno parking mesto.

Poslednjih 300 m, nagib krive korisnika PA je isti kao i kod pešaka. Kriva kretanja pešaka je linearna (slika 6).

Korisnik javnog prevoza je kraće čekao na uslugu u odnosu na korisnika taksi prevoza. Kretanje korisnika ovim sistemima u užem gradskom jezgru ima slične karakteristike (slika 6).



Slika 6. Zajednički grafički prikaz rastojanje – vreme

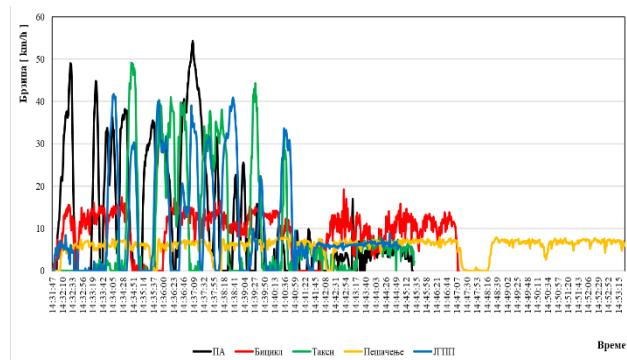
S obzirom na to da je u pitanju kraća relacija, vremena putovanja različitih vidova su slična.

Najkraća vremena putovanja su imali korisnici JGPP-a, taksi prevoza, PA i ona iznose 13,2 min, 13,7 min, 13,7 min, respektivno. Putovanje biciklom je bilo neznatno duže 15,4 min, dok je vreme putovanja pešačenjem iznosilo 21,7 min.

Karakteristike brzine kretanja se razlikuju prema načinu transporta. Sa grafika (Slika 7) može se uočiti da su

najveća odstupanja u trenutnoj brzini prevoza po vremenu za motorizovane načine transporta (PA, JGPP, taksi).

Najmanja odstupanja u prevoznj brzini ima pešak. Ako se izuzme pešačenje, prosečna brzina putovanja je slična za sve načine transporta i iznosi od 9,0 km/h za taksi prevoz do 12 km/h za putnički automobil.

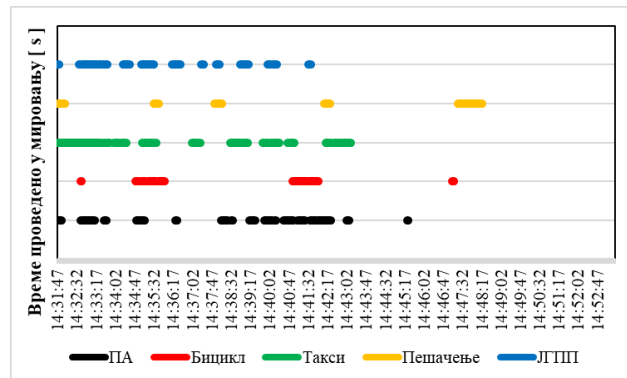


Slika 7. Zajednički grafički prikaz brzina – vreme

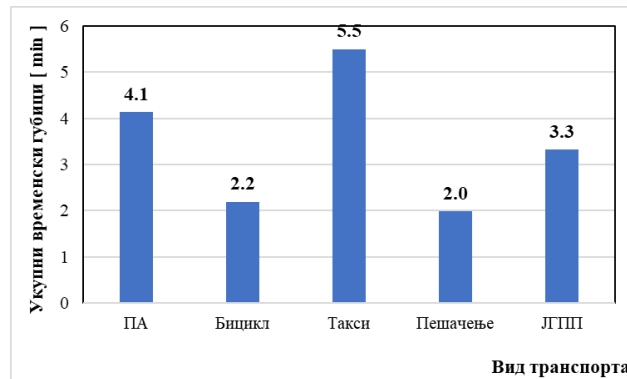
Maksimalne brzine imali su korisnici putničkog automobila 54,3 km/h i korisnici taksi prevoza 49,1 km/h, dok je maksimalna brzina kod pešaka iznosila 8,9 km/h.

Kod taksi prevoza i JGPP-a je karakteristično vreme čekanja na uslugu, tako da je za očekivati da su opšti vremenski gubici najveći kod ova dva načina transporta. Javni gradski prevoz ima daleko manje vremenske gubitke u odnosu na taksi prevoz, što je posledica istovremenog dolaskog putnika i vozila na stajalištu (slika 8).

Ukupni vremenski gubici za taksi prevoz su najveći i iznose 5,5 min, zatim za putnički automobil 4,1 min. Najmanji su za pešačenje i bicikl i iznose 2,0 min i 2,2 min, respektivno (slika 9).



Slika 8. Grafički prikaz vremena provedenog u mirovanju

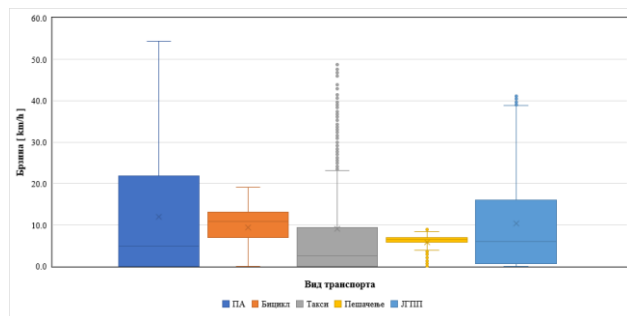


Slika 9. Ukupni vremenski gubici po vidu transporta

Medijana kod motorizovanih vidova prevoza je ispod prosečne brzine, tako da se može zaključiti da putnici koji koriste motorizovane vrste prevoza veliki deo vremena provode u mirovanju, a pešak i biciklista u kretanju (slika 10).

Ovo je najizraženije kod taksi prevoza gde su vremenski gubici dodatno izraženi zbog velikih maksimalnih brzina koje kratko traju i dugog vremena čekanja na uslugu.

Vremenski gubici bi posebno došli do izražaja da je istraživanje izvršeno za vreme loših vremenskih uslova (kiše, snega), kada je potražnja za taksi uslugom daleko veća od ponude, pa je vreme čekanja na uslugu daleko duže od vremena zabeleženog istraživanjem.



Slika 10. Boks plot prikazan po vidovima transporta

5. ZAKLJUČAK

Na maksimalne brzine putovanja najveći uticaj imaju tehničke karakteristike vozila i uslovi u saobraćaju, tako da najveće maksimalne brzine postižu PA i taksi prevoz. Međutim maksimalne postignute brzine na nekom delu trase nisu imperativ, jer su za merenje kvaliteta usluge bitne ostvarene prosečne brzine putovanja, budući da od njih zavisi i vreme putovanja [4]. U gradskim uslovima, na prosečne brzine putovanja u mnogo većoj meri utiču vremenski gubici, odnosno vreme koje prevozna sredstva ili pešaci provedu u mirovanju na raskrsnicima, u saobraćajnim gužvama, na stajalištima i sl.

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da prosečna brzina putovanja bicikla ili JGPP-a može da bude konkurentna sa putničkim automobilom i taksi prevozom. Glavni problem za konkurentnost JGPP-a su vremenski gubici koje putnik ostvaruje čekajući na stajalištu. Istraživanje je pokazalo da kada putnik JGPP-a realizuje putovanje sa minimalnim vremenom čekanja autobusa (po dolasku na stajalište dolazi i vozilo JGPP-a), vreme putovanja je na nivou taksi prevoza i blisko putničkom automobilu.

Bicikl je jedna od ekoloških alternativa putničkom automobilu, ali i svim motorizovanim načinima transporta (PA, JGPP, taksi). Vremenski gubici bicikla su najmanji u poređenju sa ostalim načinima transporta. Kada se uzima u obzir vreme putovanja, odnosno prosečna brzina putovanja, bicikl predstavlja konkurentan vid prevoza. Ako su maksimalne zabeležene brzine bicikla ispod 50% brzine putničkih automobila (PA i taksi), zbog malih vremenskih gubitaka prosečna brzina je veća od motorizovanih vrsta prevoza. Kod putovanja realizovanih biciklom i pešačenjem odstupanja trenutnih brzina u vremenu su najmanja.

6. LITERATURA

- [1] Simeunović, M., Mirović, V., Pitka, P., Mitrović-Simić, J. *Development of alternative transport systems in the function of improving cities transportation, 5. Towards a humane city*, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 5-6 November, 2015.
- [2] Simeunović, M., Pitka, P., Simeunović, M. *Zbirka zadataka iz javnog transporta putnika*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2021.
- [3] Banković, R. *Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [4] Gladović, P. *Sistem kvaliteta u drumskom transportu*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Jovan Rašković rođen je u Sremskoj Mitrovici 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti saobraćaja odbranio je 2022. god.
kontakt: raskovicjovan96@gmail.com



Pavle Pitka rođen je u Šasincima 1983. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. god., a od 2022. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast interesovanja su sistemi javnog prevoza.

OPASNOSTI I RIZICI TOKOM IZRADE PROIZVODA FLEKSO TEHNIKOM ŠTAMPE

HAZARDS AND RISKS DURING THE PRODUCTION OF FLEXO PRINTING PRODUCTS

Ana Četković, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilja rada je identifikacija i kvalitativna analiza opasnosti na grafičkim mašinama i uređajima tokom procesa flekso štampe (pripreme, štampe i završne grafičke obrade). Na osnovu utvrđenih opasnosti pri korišćenju odgovarajuće opreme za rad izvršena je procena rizika na radnom mestu zasnovana na Kinney metodi. Takođe je dat i predlog bezbedonosnih mera za sprečavanje ili otklanjanje rizika tokom flekso procesa štampe.

Ključne reči: *Flekso tehnika štampe, procena rizika, Kinney metoda*

Abstract – The identification and qualitative analysis of dangers during the flexo printing process on machines and devices were carried out in the paper. In addition, a workplace risk assessment was performed based on the Kinney method. Finally, a proposal for safety measures to prevent or eliminate risks during the flexo printing process is also given.

Keywords: *Flexo printing process, risk assessment, Kinney method*

1. UVOD

Fleksografija je metod visoke, direktne rotacione štampe koja koristi reljefne, gumene ili fotopolimerne štamparske forme. Štamparske forme su prilepljene (fiksirane) za cilindar nosilac štamparske forme, a nanošenje boje se vrši putem aniloks valjka. Same flekso mašine prema konceptu gradnje mogu biti sa: centralnim cilindrom, redno vezanim štamparskim jedinicama i kompaktnim sistemom gradnje. Fleksografska štampa omogućava štampanje na različitim vrstama podloga (papiru, plastičnim folijama, kartonu, itd.) i za širok spektar proizvoda poput samolepljivih etiketa, pakovanja hrane, plastičnih kesa, itd. [1].

Ljudi su najvažniji element u svakom preduzeću, pa je potrebno da nivo zaštita tokom radnog odnosa bude na odgovarajućem nivou. Za ostvarenje bezbednih uslova života i rada ljudi, procena rizika i unapređenje kvaliteta radne i životne sredine predstavlja neophodnost i treba da bude prioritetan cilj u funkcionisanju svih organizacija. Rizik možemo definisati kao kompleksan pojam koji podrazumeva verovatnoću nesrećnih slučajeva ili drugih događaja sa nepovoljnim ishodom i procenu obima njima izazvanih posledica [2].

NAPOMENA:

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

Na osnovu procene rizika može se zaključiti da li su radnici pod prihvatljivim ili većim rizikom, i ako je potrebno, propisati mere za smanjenje rizika u skladu sa opasnostima koje se pojavljuju korišćenjem odgovarajuće opreme za rad, kako bismo ga eliminisali ili smanjili na najmanju moguću meru.

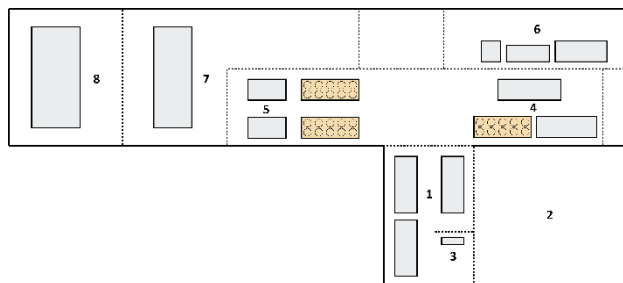
Danas postoji veliki broj priznatih metoda za procenu rizika, a pravilan izbor metode će omogućiti i adekvatnu primenu propisanih mera, kako bi se obezbedili uslovi za bezbednije radno mesto i kvalitetno radno okruženje [2].

U eksperimentalnom delu rada je predstavljena šema štamparije i dat opis materijala i opreme (mašine i uređaji) koji se koristi u flekso pogonu. Nakon toga je izvršena procena nivoa rizika kom su izloženi operateri prilikom rukovanja opremom u flekso štampariji. Procena rizika je sprovedena primenom Kinney metode i dat je predlog mera za smanjenje rizika tokom procesa flekso štampe.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. Prikaz flekso pogona

Rad štamparije „Comex“ iz Šabca zasniva se na proizvodnji jednoslojnih i višeslojnih materijala: mono, dupleks, tripleks i kvadrupleks folija. Mono folije su proizvodi izrađeni od jednoslojne ambalaže, npr. ambalaža za papirne maramice. Kao podloga se najčešće koristi polietilen. Dok su dupleks, tripleks i kvadrupleks dvoslojni, troslojni i četvoroslojni materijali, takozvani laminati, koji su sastavljeni od više međusobno čvrsto spojenih ambalažnih materijala u obliku folija. Kao slojevi se koriste: fleksibilni materijali, papiri, tanji kartoni, celofan, aluminijumska folija, plastične folije, itd.



Slika 1. Prikaz radnih odeljenja u štampariji „Comex“

Radni prostor flekso štamparije „Comex“ (slika 1) se sastoji od odeljenja za:

- štampu (1),
- pripremu boja (2),
- montažu štamparske forme (3),

- laminaciju (4),
- rezanje / sečenje (5),
- izradu štamparske forme (6),
- konfekciju (7) i
- koekstruziju (8).

2.2. Mašine i uređaji u flekso pogonu

U flekso pogonu za odgovarajuće procese u pripremi, štampi i završnoj grafičkoj obradi (1-6) koristi se sledeća oprema za rad [3]:

1. Proizvodnja polietilenskog filma (koekstruzija):
 - Macchi COEX Flex,
2. Proizvodnja boja:
 - Piccolo Ink Maker,
3. Izrada otiska (priprema za štampu):
 - Epson SureColor SC – P7000 i
 - Canon image-PROGRAF IPF670,
4. Izrada i montaža štamparske forme (priprema za štampu):
 - CDI Spark 4260 Esko,
 - XPS Crystal 5080 Esko,
 - DuPont Cyrel FAST 2000 TD i
 - DuPont Cyrel Microflex,
5. Proces štampe:
 - Bobst 20Six F&K i
 - Crystal – Uteco Group,
6. Završna grafička obrada:
 - Super Simplex SL (laminacija),
 - Bimec TCS 64 D (rezanje) i
 - YE I Machinery - YEZD – 600ZL (konfekcija).

2.3. Kinney metoda

Za procenu rizika u praksi jedna od najčešće primenjenih metoda u većini organizacija u Srbiji je Kinney metoda. Metodom se na osnovu utvrđene verovatnoće, posledica i učestalosti, nivo rizika izračunava i definiše kao proizvod ovih vrednosti. Obrazac (1) koji se koristi za izračunavanje rizika glasi [2,4]:

$$R = V \cdot U \cdot P \quad (1)$$

gde su:

- R – nivo rizika,
- V – kriterijum za procenu verovatnoće,
- U – kriterijum za procenu učestalosti i
- P – kriterijum za procenu posledice.

Prema Kinney metodi na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti opisuje se rizik u pet kategorija (tabela 1):

Tabela 1. Opis, stepen i koeficijent rizika prema Kinney metodi [2]

Stepen rizika	Opis rizika	Koeficijent rizika
I	Prihvatljiv	($P \leq 20$)
II	Mali	($20 < P \leq 70$)
III	Umeren	($70 < P \leq 200$)
IV	Visok	($200 < P \leq 400$)
V	Ekstremni	($400 < P$)

- prihvatljiv (I),
- mali (II),

- umeren (III),
- visok (IV) i
- ekstremni (V).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U obradi podataka za procenu rizika opreme za rad (grafičkih mašina i uređaja) prvo je sprovedena kvalitativna (opisna) analiza opasnosti, a potom je primenjena Kinney metoda. Nivo rizika je procenjen kombinovanom metodom uz primenu raspoloživih opisnih i numeričkih podataka.

3.1. Procena rizika na grafičkim mašinama i uređajima u pripremi za štampu

Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima u pripremi za flekso štampu: za izradu probnog otiska, za izradu i montažu štamparskih formi, koekstruziju i proizvodnju boja, prikazani su u tabeli 2.

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti ($R \leq 3$) prema Kinney metodi, radno mesto operatera pored uređaja za probne otiske (Epson SureColor SC-P7000 i Canon image-PROGRAF iPF670) nije radno mesto sa povećanim rizikom. Takođe se za navedene rizike ne zahtevaju bilo kakve dodatne aktivnosti za smanjenje nivoa rizika (tabela 2).

Tabela 2. Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima u pripremi za flekso štampu

Oprema za rad	V	U	P	R	Nivo rizika
Epson SureColor SC-P7000	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljiv rizik
	0,5	6	1	3,0	
Canon image-PROGRAF iPF670	0,1	1,0	6,0	0,6	
	0,5	6	1	3,0	
CDI Spark 4260 Ecuo	0,1	1,0	6,0	0,6	
	0,5	6	2	6,0	
XPS Crystal 5080 Esko	0,6	1	6	0,6	
	0,5	6	2	6,0	
	0,5	6	3	9,0	
DuPont Cyrel FAST 2000 TD	0,1	1	6	0,6	
	0,5	6	2	6,0	
	0,5	6	2	6,0	
DuPont Cyrel Microflex	0,1	1	6	0,6	
	0,5	6	1	3,0	
	0,5	6	2	6,0	
Macchi COEX Flex	0,1	1	6	0,6	
	0,1	6	1	0,6	
	0,1	6	2	1,2	
	6	1	1	6,0	
Piccolo Ink Maker	0,1	1	6	0,6	
	10	6	1	60	
	10	6	3	180	

Radno mesto operatera pored mašina za izradu i montažu štamparske forme (CDI Spark 4260, XPS Crystal, DuPont Cyrel FAST 2000 TD i DuPont Cyrel Microflex), takođe, nije radno mesto sa povećanim rizikom i ne zahteva bilo kakve dodatne aktivnosti za smanjenje nivoa rizika (tabela 2) jer su sve numeričke vrednosti rizika prema Kinney metodi ispod 20.

Numeričke vrednosti nivoa rizika ispod 20, u tabeli 2, pokazuju da je za radno mesto operatera za mašinom za koekstruziju (Macchi COEX Flex) nivo rizika prihvatljiv ($R \leq 6$).

Međutim, za radno mesto za mašinom za dobijanje boja (Piccolo Ink Maker) postoji mali ($R = 60$) i umereni nivo rizika ($R = 160$), usled isparenja štetnih komponenti iz boja, kao i zbog celodnevno stajanja tokom procesa rada, tj. nefiziološkog položaja tela, redom (tabela 2).

3.1. Procena rizika na grafičkim mašinama za flekso štampu

Kvantitativna procena rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima u samom procesu flekso štampe prikazani su u tabeli 3.

Na osnovu dobijenih numeričkih vrednosti (tabela 3) prema Kinney metodi, radno mesto operatera pored mašina za štampu (Bobst 20Six F&K i Crystal – Uteco Group) nosi mali rizik ($20 < R \leq 70$) koji ne zahteva dodatne aktivnosti za smanjenje rizika, ali je potrebno pratiti proces zbog mogućeg povećanja nivoa rizika. Rizici su prisutni zbog mogućih mehaničkih povreda udova usled rukovanja cilindrima za štampu i rolnama, takođe je prisutan rizik od inhalacije štetnih isparenja iz grafičkih boja i svakodnevno prisutne buke.

Umeren nivo rizika ($70 < R \leq 200$) je prisutan usled svakodnevno dugotrajnog stajanja operatera pored štamparskih mašina i zahteva definisanje mera za smanjenje rizika.

Tabela 3. Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama za flekso štampu

Oprema za rad	V	U	P	R	Nivo rizika
Bobst 20Six F&K	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik
Crystal – Uteco Group	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvatljiv rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik

3.3. Procena rizika na grafičkim mašinama u procesu završne grafičke obrade

Procena rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama i uređajima za laminaciju, rezanje i konfekciju

koje se primenjuju u procesima završne grafičke obrade u flekso proizvodnji prikazani su u tabeli 4.

Tokom završne grafičke obrade mašina za konfekciju (YE I Machinery - YEZD-600ZL) ne zahteva bilo kakve dodatne aktivnosti za smanjenje rizika, jer operacije na radnom mestu ne uzrokuju povećan nivo rizika ($R < 20$, tabela 4).

Radna mesta operatera pored mašina za laminaciju (Super Simplex SL) i rezanje (Bimec TCA 64 D) nose mali rizik ($20 < R \leq 70$) koji ne zahteva aktivnosti za smanjenje rizika, ali je potrebno praćenje proizvodnog procesa zbog mogućeg povećanja nivoa rizika. Rizik je prisutan usled mogućnosti nastajanja mehaničkih povreda udova prilikom rukovanja rolnama i noževima, kao i usled prisustva štetnih isparenja lepila kod mašine za laminaciju.

Tabela 4. Kvantitativna analiza rizika prema Kinney metodi na grafičkim mašinama u procesu završne grafičke obrade

Oprema za rad	V	U	P	R	Nivo rizika
Super Simplex SL	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvaljti v rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	1	60	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik
Bimec TCA 64 D	0,1	1,0	6,0	0,6	Prihvaljti v rizik
	3	6	3	54	Mali rizik
	10	6	3	180	Umereni rizik
YE I Machinery - YEZD-600ZL	0,1	1	6	0,6	Prihvaljti v rizik
	1	6	3	18	Prihvaljti v rizik
	1	6	3	18	Prihvaljti v rizik
	1	6	3	18	Prihvaljti v rizik

Međutim, dobijeni rezultati analize (tabela 4) ukazuju na umeren nivo rizika ($70 < R \leq 200$) prisutan kod mašina za laminaciju i za rezanje usled svakodnevno dugotrajnog stajanja operatera i zahteva definisanje mera za smanjenje rizika.

3.4. Mere za smanjenje rizika tokom flekso procesa štampe

Kada postoje rizici, iste je potrebno eliminisati ili smanjiti na minimum uvođenjem korektivnih mera u skladu sa opasnostima koje se pojavljuju korišćenjem odgovarajuće opreme za rad u svakoj fazi flekso procesa štampe.

Bezbedonosne mere za smanjenje rizika za odogovarajuću opremu za rad tokom flekso proizvodnje prikazane su u tabeli 5.

Tabela 5. *Bezbedonosne mere za smanjenje rizika tokom flekso proizvodnje*

Opasnosti od indirektnog dodira električnih instalacija i opreme pod naponom	• Neovlašćena lica ne smeju intervenisati na instalacijama. • Periodična kontrola i ispitivanje instalacija, kao i svih električnih uređaja. • Sva oštećenja koja se primete, treba prijaviti.
Hemijske štetnosti – udisanje štetnih hemikalija tokom izrade štamparske forme (sredstva za pranje), kreiranja boja za mašine, prilikom laminacije (lepak) i tokom koekstruzije	• Obezbediti adekvatnu ventilaciju u celom radnom prostoru. • Omogućiti odgovarajuću opremu operaterima kako bi se zaštitili od isparenja. • Koristiti materijale sa što manje štetnih isparenja. Opasnosti od posekotina, modrica, pignječenja, gubitka udova, itd. • Kontrolisati ispravnost mašina periodično. • Obezbediti odgovarajuću opremu ako je to moguće. • Poštovati znakove upozorenja istaknute na mašini.
Opasnosti od posekotina, podrica, prignječenja, gubitka udova, itd.	• Kontrolisati ispravnost mašina periodično. • Obezbediti odgovarajuću opremu ako je to moguće. • Poštovati znakove upozorenja istaknute na mašini.
Dugotrajno stajanje – nefiziološki položaj tela	• Promeniti organizaciju rada, ako je to moguće. • Zauzeti najbolji mogući položaj tela tokom rada. • Obezbediti operaterima odmore.
Buka	• Meriti izloženost buci. • Proveriti akustične karakteristike hale. • Sprovesti mere za smanjenje buke, ako je to moguće. • Obezbediti operaterima adekvatnu zaštitnu opremu.

4. ZAKLJUČAK

Poznato nam je da svaki rad koji zahteva upotrebu alata, uređaja ili mašina, sa sobom nosi određeni nivo rizika po bezbednost i zdravlje ljudi. Na osnovu istraživanja i sprovedene procene rizika putem Kinney metode,

zaključuje se da su zaposleni u flekso pogonu „Comex“ izloženi prihvatljivom, manjem i umerenom nivou rizika.

Odeljenje za pripremu za štampu i za izradu štamparskog otiska ne uključuje radna mesta povećanim rizikom, pa se na tim mestima ne zahtevaju dodatne aktivnosti za smanjenje nivoa rizika. Na radnim mestima u odeljenju za koekstruziju, gde se proizvodi polietilenski film, postoji mali rizik od isparenja štetnih materija, koji se može nadomestiti adekvatnom ventilacijom tog dela hale, kao i obezbeđenom ličnom zaštitnom opremom za operatere.

Operateri koji rade za štamparskim mašinama su, takođe, pod minimalnim rizikom koji mogu da izazovu buka, izlaganje mehaničkim povredama udova, kao i dugotrajno stajanje. Uz odgovarajuću ličnu zaštitnu opremu i dobru organizaciju rada, povrede ne bi trebalo da se dogode.

Radno mesto operatera mašina za završnu grafičku obradu nosi mali rizik usled mehaničkih povreda tokom rukovanja mašinom, premeštanja rolni, itd.

Bez obzira što radna mesta u ovoj štampariji ne nose povećani rizik, svakako je potrebno opremu za rad održavati u ispravnom stanju i proveravati je periodično, operatere obučiti za bezbedan i zdrav rad, vršiti preventivna i periodična ispitivanja uslova radne okoline, vršiti tehničku kontrolu unutrašnjih instalacija i obezbediti adekvatnu ventilaciju cele hale.

Jedan od osnovnih i najbitnijih elemenata svake organizacije jesu radnici. Zato je veoma važno očuvati njihovo zdravlje, ili ako se uvidi neka potencijalna opasnost treba odmah odreagovati i sanirati je, jer bezbednost i zdravlje na radu treba da budu prioritet.

5. LITERATURA

- [1] N. Kašiković, „*Tehnike štampe*“, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2018.
- [2] V. Stefanović, „*Modelovanje faktora rizika na radnim mestima u proizvodnim procesima sa pretežno ženskom radnom snagom*“, Bor, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, 2019.
- [3] A. Cetković, „*Proces proizvodnje fleksibilne ambalaže*“, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2020.
- [4] <http://omk.mas.bg.ac.rs/files/izborni/Tehnicky%20Pro%20pisi%20i%20Standardi/Izbor%20metode%20za%20procenu%20rizika.pdf> (pristupljeno u oktobru 2022.)

Kratka biografija:

Ana Četković rođena je u Sremskoj Mitrovici 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranila je 2022. godine.
kontakt: anacetkovic04@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

UTICAJ ŠUMA I ZAMUĆENJA NA DETEKCIJU LICA NA FOTOGRAFIJI**THE INFLUENCE OF NOISE AND BLUR ON FACE DETECTION IN PHOTOGRAPHS**Dejana Sarić, Ivana Jurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Detekcija lica je jedna od najčešće korišćenih aplikacija za kompjuterski vid. To je fundamentalni problem u kompjuterskom vidu i prepoznavanju obrazaca. Detekcija lica je kompjuterska tehnologija koja određuje lokaciju i veličinu ljudskog lica na digitalnim slikama. Datoj slici, cilj prepoznavanja lica jeste da se utvrdi da li ima lica i vrati granični okvir za svako detektovano lice. Detekcija lica je neophodan prvi korak za sve algoritme analize lica, uključujući poravnavanje lica, prepoznavanje lica, verifikaciju lica i raščlanjivanje lica. Za potrebe eksperimenta vršena je analiza uticaja radijusa zamućenja (Gaussian Blur Radius) i količine šuma (Gaussian Noise Amount) u softveru Adobe Photoshop na broj prepoznatih lica na fotografijama koje su korištene kao simulirani uzorci pomoću softvera Every Pixel. Pomoću ovog softvera vršeno je ispitivanje u koliko meri zamućenje i šum utiču na mogućnost softvera da prepozna lica na datim simuliranim uzorcima.

Ključne reči: Detekcija lica, uticaj šuma, uticaj zamućenja, kompjuterska tehnologija, simulirani uzorci

Abstract – Face detection is one of the most widely used computer vision applications. Face detection is a fundamental problem in computer vision and pattern recognition. Face detection is a computer technology that determines the location and size of a human face in digital images. Given an image, the goal of face recognition is to determine if there are faces and return a bounding box for each detected face. Face detection is a necessary first step for all face analysis algorithms, including face alignment, face recognition, face verification, and face parsing. For the purposes of the experiment the influence of the Gaussian Blur Radius and noise was analyzed (Gaussian Noise Amount) in the Adobe Photoshop software on the number of recognized faces in the photos that were used as simulated samples using the Every Pixel software. This software was used to test the extent to which blurring and noise affect the ability of the software to recognize faces in given simulated samples.

Keywords: Face detection, noise effect, blur effect, computer technology, simulated samples

NAPOMENA:

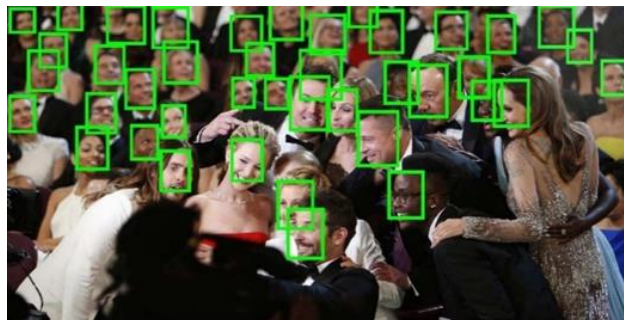
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Jurić, docent.

1. UVOD

Detekcija lica je kompjuterska tehnologija koja određuje lokaciju i veličinu ljudskog lica na digitalnim slikama (slika 1). Datoj slici, cilj prepoznavanja lica je da se utvrdi da li ima lica i vrati granični okvir za svako detektovano lice. Drugi objekti kao što su drveće, zgrade i tela se ignorišu na digitalnoj slici.

Detekcija lica se može posmatrati kao specifičan slučaj detekcije klase objekata, gde je zadatak pronalaženje lokacije i veličine svih objekata na slici koja pripada datoj klasi. Detekcija lica je neophodan prvi korak za sve algoritme analize lica, uključujući poravnavanje lica, prepoznavanje lica, verifikaciju lica i raščlanjivanje lica. Takođe, prepoznavanje lica se koristi u više oblasti kao što su pronalaženje slika zasnovano na sadržaju, video kodiranje, video konferencije, video nadzor i inteligentni interfejsi čoveka i računara [1].

Detekcija lica sa dubokom konvolucionom mrežom, može postići visoku memoriju lica čak i sa teškim okluzijama i varijacijama položaja glave [1].



Slika 1. Prikaz prepoznavanja lica na fotografiji

1.1. Povezivanje performansi algoritama kompjuterskog vida sa objektivnim metrikama kvaliteta slike

Zadatak kompjuterskog vida (engl. Computer Vision, CV) uključuje analizu toka slika sa uređaja za snimanje. Neke jednostavne aplikacije kao što je brojanje subjekata mogu biti manje zavisne od dobrog kvaliteta kamere. Ali za naprednije CV aplikacije gde postoji ograničena kontrola osvetljenja i udaljenosti, kvalitet celokupnog sistema vida zavisiće od kvaliteta sistema kamere. Zajedno sa pravilnom optimizacijom CV modela, obezbeđivanje da se taj model hrani slikama iz sistema visokokvalitetnih kamera je ključno za maksimiziranje performansi sistema [2].

1.2. Detekcija lica

Detekcija ljudskih lica je težak problem kompjuterskog vida. Uglavnom zato što je ljudsko lice dinamičan objekat

i ima visok stepen varijabilnosti u svom izgledu. Poslednjih godina tehnike prepoznavanja lica su postigle značajan napredak. Međutim, detekcija lica visokih performansi ostaje izazovan problem, posebno kada postoji mnogo sitnih lica. Postoje dve vrste pristupa otkrivanju delova lica, a to su pristupi zasnovani na karakteristikama i pristupi zasnovani na slici [1].

1) *Pristup otkrivanja lica zasnovan na karakteristikama* - metode zasnovane na karakteristikama pokušavaju da pronađu nepromenljive karakteristike lica za detekciju. Osnovna ideja je zasnovana na zapažanjima da ljudski vid može bez napora da otkrije lica u različitim pozama i uslovima osvetljenja, tako da moraju postojati svojstva ili karakteristike koje su konzistentne uprkos tim varijacijama. Predložen je širok spektar metoda za otkrivanje crta lica da bi se potom zaključilo prisustvo lica.

2) *Pristup otkrivanja lica zasnovan na slici* - metode zasnovane na slikama pokušavaju da nauče šablone iz primera na slikama. Stoga se metode zasnovane na izgledu oslanjaju na mašinsko učenje i tehnike statističke analize kako bi pronašli relevantne karakteristike slika „lica“ i „bez lica“. Naučene karakteristike su u obliku distributivnih modela ili diskriminantnih funkcija koje se primenjuju za zadatke detekcije lica. Primeri: pristupi zasnovani na slikama uključuju neuronske mreže (CNN), mašine za podršku vektorima (SVM) ili Adaboost [1].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

U sklopu praktičnog dela rada, ispitivan je uticaj šuma (*Gaussian Noise*) i zamućenja (*Gaussian Blur*) na detekciju lica na fotografijama. Fotografije su podeljene na četiri serije gde se u svakoj seriji nalazi različit broj osoba prisutnih na fotografijama. Na osnovu fotografija iz svake serije kreirani su simulirani uzorci. Simulirani uzorci su uzorci na koje je u različitom stepenu dodat šum i zamućenje. Prvenstveno je urađen Pilot eksperiment u kome je ispitano u kojim koracima će se primenjivati šum, a u kojim koracima će se primenjivati zamućenje. Sva ispitivanja su vršena na osnovu aplikacije *Everypixel*.

2.1. Pilot eksperiment

Vršeno je ispitivanje detekcije lica na fotografiji nakon dodavanja šuma (*Gaussian Noise*) i zamućenja (*Gaussian Blur*) u različitim stepenima a to su pet, deset, petnaest, dvadeset i dvadeset pet. Šum i zamućenje su u Pilot eksperimentu testirani sa navedenim vrednostima u rasponu od pet koraka između svake vrednosti. Odabrana je referentna fotografija (slika 2) koja je korištena za testiranje u Pilot eksperimentu.

2.2. Ispitivanje uticaja šuma i zamućenja na detekciju lica na fotografiji – uzorak 01

Na slici 3 nalazi se jedna devojka. Ova fotografija kao i simulirani uzorci korišteni su za testiranje šuma (*Gaussian Noise*) i zamućenja (*Gaussian Blur*) kao i uticaja šuma i zamućenja na detekciju broja lica na fotografiji. Na originalnoj fotografiji je aplikacija *Everypixel* prepoznala jedno lice, što i jeste slučaj. Na osnovu prikazanog grafika na slici 4 i simuliranih uzoraka može se ustanoviti da su zamućenje i šum uticali na prepoznavanje lica na fotografiji u različitom stepenu. U slučaju šuma aplikacija *Everypixel* je prepoznala ispravan

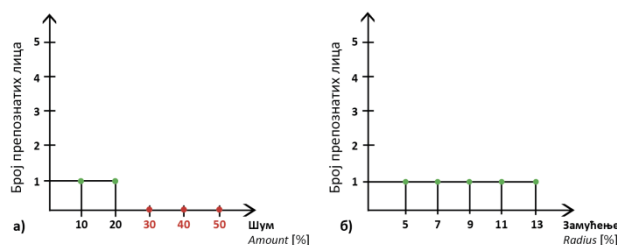
broj lica kod dva simulirana uzorka, dok kod trećeg, četvrtog i petog uzorka nije generisala nijedno lice što je dovelo do zaključka da je vrednost šuma u vrednosti od 30, 40 i 50 [%] najviše uticala na rezultate. Kod zamućenih simuliranih uzoraka, svi simulirani uzorci su dali tačan rezultat tj. prepoznali su jedno lice na fotografiji.



Slika 2. Referentna slika za pilot eksperiment



Slika 3. Simulirani uzorak 01: a) bez i b) sa primenom šuma i zamućenja



Slika 4. Grafik sa rezultatima testiranja: a) šuma i b) zamućenja na simuliranom uzorku 01

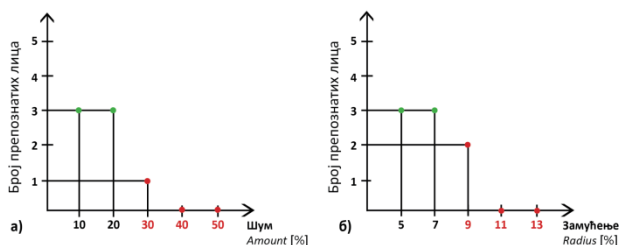
2.3. Ispitivanje uticaja šuma i zamućenja na detekciju lica na fotografiji – uzorak 02

Na slici 5 nalaze se tri osobe. Ova fotografija korištena je za testiranje šuma (*Gaussian Noise*) i zamućenja (*Gaussian Blur*) kao i uticaja šuma i zamućenja na detekciju broja lica na fotografiji. Na originalnoj fotografiji je aplikacija *Everypixel* prepoznala tri lica, što i jeste slučaj.

Na osnovu prikazanog grafika na slici 6 i simuliranih uzoraka može se ustanoviti da su zamućenje i šum uticali na prepoznavanje lica na fotografiji u različitom stepenu. U slučaju šuma prepoznat je ispravan broj lica kod prva dva simulirana uzorka, dok je kod trećeg, četvrtog i petog uzorka generisala jedno ili nijedno lice što je dovelo do zaključka da je vrednost šuma znatno uticala na rezultate. Kod zamućenih simuliranih uzoraka, aplikacija je ispravno prepoznala broj lica samo kod prva dva uzorka.



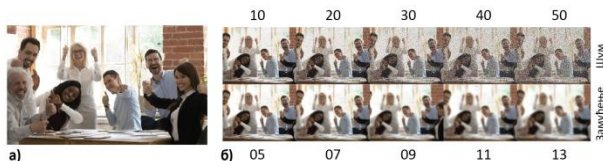
Slika 5. Simulirani uzorak 02: a) bez i b) sa primenom šuma i zamućenja



Slika 6. Grafik sa rezultatima testiranja: a) šuma i b) zamućenja na simuliranom uzorku 02

2.4. Ispitivanje uticaja šuma i zamućenja na detekciju lica na fotografiji – uzorak 03

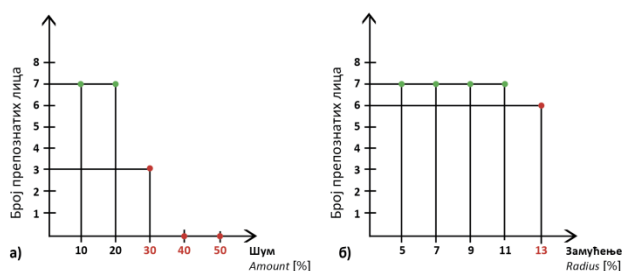
Na slici 7 nalazi se sedam osoba. Ova fotografija korištena je za testiranje šuma (*Gaussian Noise*) i zamućenja (*Gaussian Blur*) kao i uticaja šuma i zamućenja na detekciju broja lica na fotografiji. Na originalnoj fotografiji je aplikacija *Everypixel* prepoznala sedam lica, što i jeste slučaj.



Slika 7. Simulirani uzorak 03: a) bez i b) sa primenom šuma i zamućenja

Na osnovu rezultata na grafiku prikazanom na slici 8 i simuliranih uzoraka može se ustanoviti da su zamućenje i šum uticali na prepoznavanje lica na fotografiji u različitom stepenu.

U slučaju šuma aplikacija *Everypixel* je prepoznala ispravan broj lica kod prva tri simulirana uzorka, dok je kod trećeg, četvrtog i petog uzorka generisala tri ili nijedno lice što je dovelo do zaključka da su vrednosti šuma od 30, 40 i 50 [%] najviše uticala na rezultate. Kod zamućenih simuliranih uzoraka, aplikacija je ispravno prepoznala broj lica kod prva četiri uzorka dok je kod petog prepoznala neispravan broj lica, tj. šest.



Slika 9. Grafik sa rezultatima testiranja: a) šuma i b) zamućenja na simuliranom uzorku 03

2.5. Ispitivanje uticaja šuma i zamućenja na detekciju lica na fotografiji – uzorak 04

Na slici 10 nalazi se još jedna izabrana fotografija za testiranje na kojoj je pet osoba. Ova fotografija korištena je za testiranje šuma (*Gaussian Noise*) i zamućenja (*Gaussian Blur*) kao i uticaja šuma i zamućenja na detekciju broja lica na fotografiji. Ova fotografija je izabrana jer se na njoj nalazi veći broj osoba koje su malo udaljene od kamere pa je zbog toga odgovarajuća za ovu vrstu eksperimenta.

Na originalnoj fotografiji je aplikacija *Everypixel* prepoznala pet lica, što i jeste slučaj.

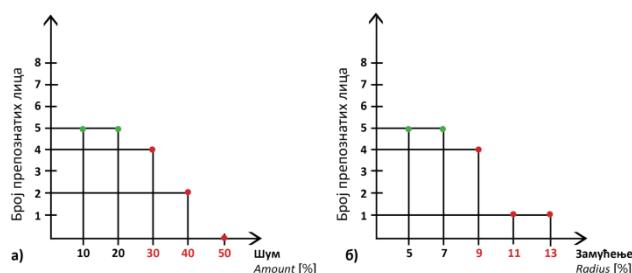


Slika 10. Simulirani uzorak 04: a) bez i b) sa primenom šuma i zamućenja

Na osnovu rezultata na grafiku prikazanom na slici 11 i simuliranih uzoraka može se ustanoviti da su zamućenje i šum uticali na prepoznavanje lica na fotografiji u različitom stepenu. Aplikacija je na originalnoj fotografiji prepoznala tačan broj osoba.

U slučaju šuma aplikacija *Everypixel* je prepoznala ispravan broj lica samo kod prvog i drugog simuliranog uzorka, dok je kod svih ostalih uzoraka generisala netačan broj lica što je dovelo do zaključka da je veća vrednost šuma najviše uticala na rezultate.

Kod zamućenih simuliranih uzoraka, aplikacija je takođe prepoznala ispravan broj lica samo kod prva dva simulirana uzorka.



Slika 11. Grafik sa rezultatima testiranja: a) šuma i b) zamućenja na simuliranom uzorku 04

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenog eksperimenta zaključeno je da šum i zamućenje u znatnoj meri utiču na broj prepoznatih lica na fotografijama na kojima je vršen eksperiment. Fotografije koje su testirane razlikuju se i po broju osoba na njima što je dovelo do zaključka da i broj osoba na fotografijama utiče na to kako i koliko lica će biti prepoznato.

Još jedan od faktora koji je najviše uticao na to da softver prepozna tačan ili netačan broj lica jeste udaljenost osoba koje su fotografisane od objektiva. Osobe koje se nalaze u daljini teže se prepoznaju na fotografiji koja je izložena dodatnom šumu ili zamućenju, dok su osobe koje se nalaze bliže mnogo prepoznatljivije i uočljivije.

4. LITERATURA

- [1] G. Boesch. "Face Detection: Real-time applications with deep learning (2022 Guide)." viso.ai. <https://viso.ai/deep-learning/face-detection-overview/> (pristupljeno: septembar 23, 2022).
- [2] H. Koren. "Correlating the Performance of Computer Vision Algorithms with Objective Image Quality Metrics." imatest.com. https://www.imatest.com/2022/06/correlating-the-performance-of-computer-vision-algorithms-with-objective-image-quality-metrics/?mc_cid=3a22e12045&mc_eid=266c6f68c9 (pristupljeno: septembar 10, 2022).

Kratka biografija:

Dejana Sarić rođena je u Višegradu 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2022. godine.

kontakt: saric.dejana65@gmail.com

dr Ivana Jurić, rođena je u Kikindi 1987. godine. Doktorske studije je završila na Fakultetu tehničkih nauka 2018. god., a od iste godine je u zvanju docent. Oblast interesovanja je kontrola kvaliteta digitalne fotografije.

kontakt: rilovska@uns.ac.rs

PROJEKTOVANJE I KONTROLA LEPLJENIH ELEMENATA U IZRADI GRAFIČKIH PROIZVODA SA ISKAKAJUĆIM (POPAP) ELEMENTIMA**DESIGN AND CONTROL OF GLUED ELEMENTS IN THE PRODUCTION OF GRAPHIC PRODUCTS WITH POPUP ELEMENTS**

Jelena Mamić, Magdolna Pál, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj rada temelji se na procesu projektovanja novog proizvoda sa popap elementima od ideje do konstruisanja scene belog modela. Pored projektovanja, eksperimentalni deo rada se bavi ispitivanjem lepljenih spojeva. Testiranje se vrši na različitim materijalima uz promenu površine lepljenja sa zadatkom utvrđivanja međusobnog uticaja na otpornosti na smicanje.

Ključne reči: popap elementi, otpornost na smicanje, lepljenje

Abstract – The goal of this work is based on the process of designing a new product with pop-up elements from the idea to the construction of the white model scene. In addition to designing, the experimental part of this paper deals with the testing of glued joints. Testing is performed on different materials with modification of bonding surface with the task of determining mutual influence on shear resistance.

Keywords: popap elements, shear resistance, gluing

1. UVOD

Živimo u svetu okruženi digitalnim medijima. Način dobijanja informacija i međusobna komunikacija odvijaju se većinom u digitalnom svetu. Međutim, grafički proizvodi sa pokretnim elementima i dalje oduševljavaju korisnike. Transformisanje dvodimenzionalnog sveta u trodimenzionalni sadržaj stvara osećaj iznenađenja kod korisnika. Pored vizuelne, prisutna je taktalna dimenzija, koja nedostaje digitalnom obliku komunikacije. Samim tim, vrednost grafičkih proizvoda sa pokretnim elementima raste, ne samo među najmlađom generacijom, već i među odraslima [1].

2. PROJEKTOVANJE PROIZVODA

Prvi deo rada se zasniva na procesu projektovanja proizvoda sa popap elementima i formiranju scene belog modela. Scena modela je inspirisana mapom grada, dok popap elementi predstavljaju glavne znamenitosti. Beli model je zamišljen u obliku pravougaonika sa dimenzijama 35 cm x 22 cm u rasklopljenom obliku. Popap elementi povezani su sa linijom savijanja stranica.

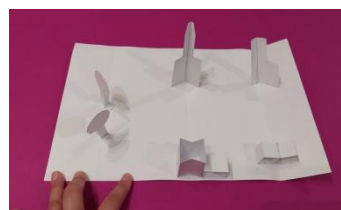
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Magdolna Pal, vanr. prof.

Veći broj linija savijanja na sceni omogućava postavljanje više popap elemenata. Odabrano rešenje osnove je u obliku fenestra sa tri linije savijanja. Nakon definisanja baze, sledi projektovanje popap elemenata, iscrtavanje na hamer kartonu, isecanje i formiranje oblika prema obeleženim linijama savijanja. Na slici 1 prikazani su formirani elementi i baza pre lepljenja, dok na slici 2 je prikazan konačan beli model scene.



Slika 1. Prikaz baze i popap elemenata pre lepljenja



Slika 2. Prikaz scene belog modela

3. ISPITIVANJE LEPLJENIH SPOJEVA NA SMICANJE

Pored projektovanja popap modela, eksperimentalni deo rada se bavi i testiranjem uzoraka koji simuliraju lepljenje popap elemenata na bazu proizvoda. Testiranje se vrši na različitim materijalima uz promenu površine lepljenja sa zadatkom utvrđivanja međusobnog uticaja na otpornosti na smicanje.

U svrhe eksperimenta, korišćena su 2 različita kartona u kombinaciji sa štampom i oplemenjivanjem površine sa mat folijom prikazanih u tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz korišćenih materijala

Materijal	Proizvođač	Gramatura
Hamer karton	anon	270 g/m ²
Obostrano premazni karton Nevia C2S	Hainan Jinhai Pulp & Paper Co	300 g/m ²
Mat folija	Cosmo Films Limited	22.5 g/m ²
Lepilo	Tesa	50 g

Sečenje uzoraka za testiranje vršeno je na mašini za rezanje naslage PERFECTA 76 HTVC. Mašina pripada grupi za obradu materijala rezanjem. Mašina vrši pravolinijsko rezanje naslaga papira i kartona prema napisanom planu sečenja. Štampa na uzorcima je vršena na mašini za digitalnu štampu Xerox 252 elektrofotografskim postupkom i tonerima u prahu. U tabeli 2 prikazane su osnovne karakteristike mašine za štampu.

Tabela 2. Osnovne karakteristike mašine za štampu Xerox

Karakteristike uređaja	Vrednosti
Rezolucija	2400 dpi
Brzina štampe u boji	50 stranica u minutu
Brzina štampe crno-belo	60 stranica u minutu
Dimenzija podloge	330 x 480 mm
Gramatura	221 – 300 g/m ²

Multitestng uređaj Shimadzu EZ-LX sa računarskim upravljanjem korišćen za ispitivanje kvaliteta lepljenog spoja prikazan je na slici 3, dok su osnovne karakteristike iste date u tabeli 3 [2].



Slika 3. Prikaz Shimadzu EZ-LX uređaja za testiranje

Tabela 3. Osnovne karakteristike Shimadzu EZ-LX uređaja

Karakteristike uređaja	Vrednosti
Maksimalno opterećenje čeljusti	5 kN
Brzina kretanja traverze	0,001 - 1000 min/mm
Maksimalna povratna brzina traverze	0,001 - 1000 min/mm
Maksimalni hod traverze	920 mm
Dimenzije	400 x 530 x 1315 mm

Proces merenja i rezultati se kontrolišu preko programa TrapeziumX. Pre testiranja, bilo je neophodno kreirati metodu i odrediti parametre u softveru TrapeziumX. Prvo se definiše tip merenja. U slučaju rada pri ovom testiranju bira se tip opterećenja na zatezanje (engl. Tensile) i smer kretanja na gore (engl. Force Direction Up). Potrebno je podesiti detekciju prekida i parametre za predopterećenje materijala (engl. Pre-Test). Brzina razmicanja čeljusti pri predopterećenje materijala je 1 mm/min, a maksimalna sila 1N. Broj setova (engl. No of Batches) je 20, a broj uzoraka (engl. Quantity of Batches) u setu je 5. Brzina razmicanja čeljusti pri izvođenju merenja iznosi 20 mm/min. Nakon podešavanja parametara definiše se

visina prihvatne čeljusti, koja odgovara dužini epruvete za testiranje. Pre postavljanja epruveta, neophodno je izvršiti kalibraciju uređaja. Pre pokretanja samog testa, potrebno je anulirati prednaponsko stanje. U toku testiranja, moguće je pratiti rezultate merenja preko softvera, ponoviti ili izbrisati neadekvatno merenje. Nakon testiranja dobijaju se pojedinačne, a i srednje vrednosti rezultata maksimalne sile smicanja (N) i pomaka (mm), kako grafički, tako i tabelarno. Radi adekvatnog upoređivanja dobijenih rezultata, za analizu istih se koriste srednje vrednosti otpornosti na smicanje koji se računa prema sledećem:

$$Otpornost\ na\ smicanje = \frac{sila\ smicanja}{površina\ lepljenja} [N/mm^2] \quad (1)$$

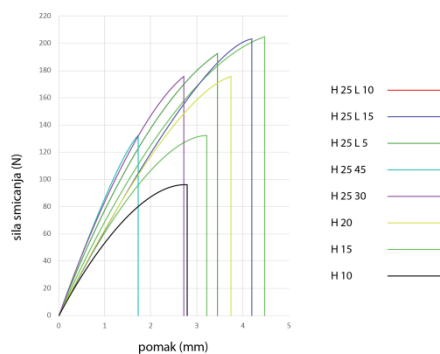
Dužina svih pojedinačnih uzoraka pre lepljenja je 200 mm. Jedan deo uzorka ostaje nepromenjen sa širinom od 25 mm, dok drugi deo uzorka za testiranje varira u širini (tabela 4). Lepljenjem oba dela uzorka formira se epruveta za testiranje. Dimenzije epruvete su odabrane prema standardu TAPPI 840, koja opisuje labaratorijsku proceduru za procenu lepljenog spoja [3].

Tabela 4. Prikaz dimenzija varijabilnog dela uzorka za svaki od kartona

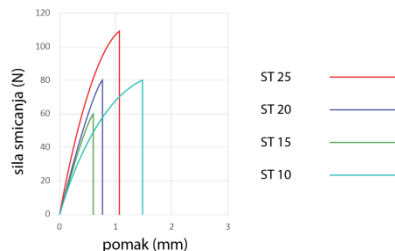
Tip materijala	Širina epruvete (mm)	Visina lepljene površine (mm)	Ugao (°) odsecanja
Uzorci od hamer kartona	25	10	90
	20		
	15		
	10		
	25	15	90
		5	
Štampani uzorci od obostrano premaznog kartona	25	10	45
	20		30
	15		90
	10		
Oplemenjena površina kartona sa mat folijom	25	10	90
	20		
	15		
	10		
Uzorci od obostrano premaznog kartona	25	10	90
	20		
	15		
	10		

4. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA

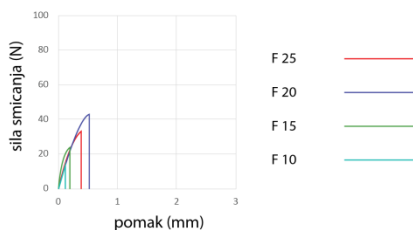
Na slikama 4-7 su prikazani grafici sa srednjim vrednostima sile smicanja i pomaka za hamer karton, karton sa štampanom površinom, karton sa mat folijom i obostrano premazni karton sa opcijama smanjenja površine lepljenja.



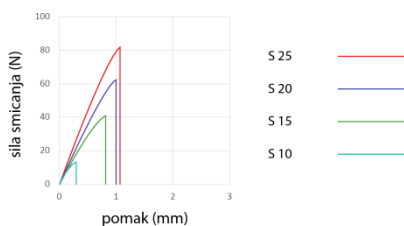
Slika 4. Srednje krive smicanja kod hamer kartona sa različitim površinama za lepljenje



Slika 5. Srednje krive smicanja kod štampanog kartona sa različitim površinama za lepljenje



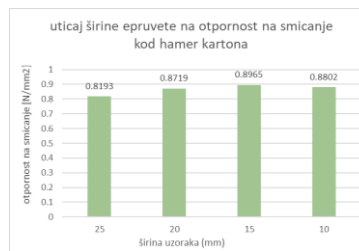
Slika 6. Srednje krive smicanja kod kartona sa mat folijom i sa različitim površinama za lepljenje



Slika 7. Srednje krive smicanja kod premaznog kartona sa različitim površinama za lepljenje

Kod uzoraka od hamer kartona sa smanjenjem površine lepljenja opada i sila smicanja, kao što je i bilo očekivano. Takvu tendenciju smanjenja sile smicanja je moguće uočiti skoro kod svih ostalih setova uzoraka (uzorci sa štampanim površinama, uzorci sa mat folijom i uzorci od obostrano premaznog kartona). Pomak takođe prati promene sile smicanja, odnosno opada sa smanjenjem površine lepljenja.

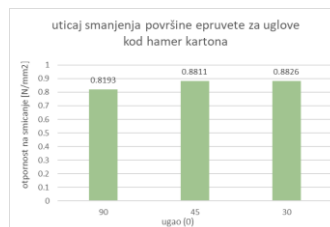
Sila smicanja i pomak se koriste kao kontrolni parametri u analizi, jer se odnose na epruvete sa različitim površinama za lepljenje, dok za adekvatno upoređivanje dobijenih rezultata, vrednosti otpornosti na smicanje su korišćene za sve kombinacije materijala i površina lepljenja. Radi lakše analize, rezultati su prikazani grafički preko odgovarajućih histograma (Slike 8-14).



Slika 8. Uticaj širine epruvete na otpornost na smicanje kod hamer kartona



Slika 9. Uticaj visine lepljenja epruvete na otpornost na smicanje kod hamer kartona

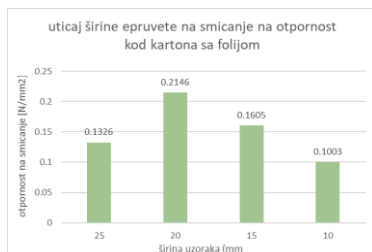


Slika 10. Uticaj smanjenja površine epruvete sa uglovima na otpornost na smicanje kod hamer kartona

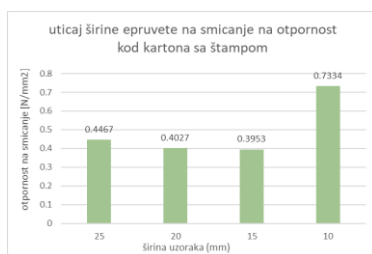
Rezultati dobijeni kod hamer kartona pri merenju uticaja širine epruvete ne osciliraju puno u vrednostima otpornosti na smicanje (Slika 8), što ukazuje na to da po potrebi mogu koristiti i uže klapne za lepljenje pri projektovanju popup elemenata, jer smanjena širina neće uticati na čvrstoću spoja. Na osnovu rezultata uticaja visine lepljenja epruveta od hamer kartona (Slika 9) se vidi da najveću otpornost na smicanje dala najniža površina lepljenja, dok najmanju vrednost otpornosti na smicanje imala najveća površina lepljenja. Takvi rezultati ponovo sugerišu mogućnost varijacije dimenzija klapne za lepljenje popup elemenata, odnosno ukazuju na to da se ne dobija jača veza na smicanje sa povećanjem visine lepljenja, te ukoliko nema posebnog zahteva za to, ne treba prelaziti preporučenu visinu lepljenja od 10 cm. Rezultati kod trećeg seta uzoraka od hamer kartona (Slika 10), ne osciliraju u vrednostima otpornosti na smicanje, što ponovo ukazuje na to da se klapne po potrebi mogu odsecati u uglovima radi lakšeg uklapanja na podlogu popup elementa i da to odsecanje neće značajno oslabiti lepljenu vezu.

Za razliku od hamer kartona, uzorci od premaznog kartona sa mat folijom su imali velika odstupanja u srednjim vrednostima otpornosti na smicanje i nemaju trend opadanja sa smanjenjem širine epruvete (Slika 11). Vrednosti otpornosti na smicanje su jako niske. Najveću otpornost na smicanje imaju uzorci sa širinom od 20 mm. Velika odstupanja su bila uočena i kod pojedinačnih merenja, te analizom je utvrđeno da bi kod ovog seta bilo poželjno pripremiti i izmeriti veći broj uzoraka, što nije bilo izvodljivo u okviru ovog rada, međutim to svakako

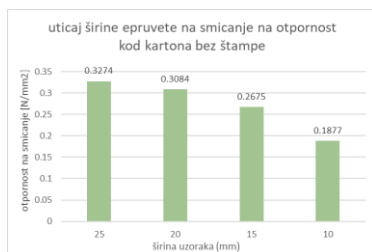
doprinelo boljem razumevanju dobijenih rezultata. Na slici 12 dati su rezultati otpornosti na smicanje kod premaznog kartona sa štamptom. Vrednosti opadaju sa smanjenjem površine za širine epruvete 25 mm, 20 mm, 15 mm, kao što je i očekivano, međutim za širinu epruvete od 10 mm vrednost otpornosti na smicanje je skoro duplo veća. Kao i kod uzoraka sa folijom, i ovde bi bilo poželjno ispitati veći broj uzoraka za donošenje zaključka, jer su bila velika odstupanja i u pojedinačnim merenjima.



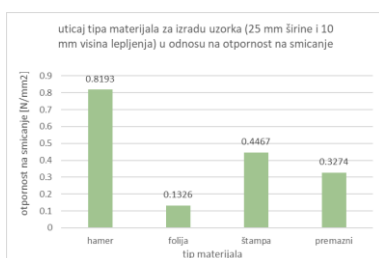
Slika 11. Uticaj širine epruvete na otpornost na smicanje kod kartona sa mat folijom



Slika 12. Uticaj širine epruvete na otpornost na smicanje kod kartona sa štamptom



Slika 13. Uticaj širine epruvete na otpornost na smicanje kod kartona bez štampe



Slika 14. Uticaj vrste materijala za izradu uzoraka na otpornost na smicanje

Rezultati premaznog kartona bez štampe (Slika 13) imaju opadajuću tendenciju sa smanjenjem širine epruvete. Takvi rezultati su bili i očekivani, s obzirom na površinsku karakteristiku materijala i da su uzorci bili bez neke dodatne obrade (štampe ili plastifikacije). Na slici 14 dati su rezultati otpornosti na smicanje po vrstama materijala. Analizom datih rezultata može se utvrditi da je hamer karton najpogodniji izbor za izradu popap

elementa, i to ne samo belog modela već i konačnih proizvoda, jer daje najveće vrednosti otpornosti na smicanje upoređujući sa ostalim kartonima korišćenim u ovom radu. Premazni karton sa i bez štampe daje skoro upola manju vrednost otpornosti na smicanje, što ukazuje na potencijal primene u izradi popap modela. Međutim, radi dobijanja modela i gotovih proizvoda sa adekvatnom lepljenom vezom, bilo bi neophodno testirati druga lepila. Po prikazanim rezultatima na poslednjem mestu nalazi se karton sa mat folijom, gde je otpornost na smicanje jako niska, skoro šest puta manja nego kod hamer kartona. Takvi niski vrednosti jednoznačno sugerisu da upotreba folije, kao vid zaštite štampanih površina ne može da se koristi u izradi proizvoda sa popap elementa, ili bar ne unutrašnjim, pokrentim stranama.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je projektovanje popap elemenata i nove scene jednog grafičkog proizvoda, kao i kontrola kvaliteta projektovanih popap elemenata pomoću ispitivanja lepljenih veza na smicanje. U svrhe eksperimenta, korišćena su dva različita kartona u kombinaciji sa štamptom i oplemenjivanjem površine sa smanjenjem površine za lepljenje. Na osnovu dobijenih rezultata se može zaključiti da je hamer karton najpogodniji izbor za izradu belog modela popap elementa, ali i konačnih proizvoda, jer daje najveće vrednosti otpornosti na smicanje upoređujući sa ostalim kartonima korišćenim u ovom radu, bez obzira na promene veličine lepljenih površina. Uzorci od premaznog kartona sa i bez štampe su dali značajno manje vrednosti otpornosti na smicanje. Međutim, čak i takvi rezultati mogu ukazati na potencijal primene datih materijala u izradi popap proizvoda, ali u kombinaciji sa drugim lepilima. Najniže vrednosti otpornosti na smicanje su dobijene za karton sa mat folijom. Takvi rezultati jednoznačno sugerisu da upotreba folije se ne može primeniti u izradi popap elemenata, ili bar ne unutrašnjim, pokretnim stranama.

LITERATURA

- [1] Van Dyk, S, Copper-Hewitt (2010) Paper Engineering: Fold, Pull, Pop & Turn T, The Smithsonian Libraries Exhibition Gallery, [Online] Dostupno na: https://www.sil.si.edu/pdf/FPPT_brochure.pdf/, [17. 8. 2021]
- [2] Shimadzu (2022) [Online] Dostupno na: <https://www.shimadzu.com/an/products/materials-testing/uni-ttm/ez-test/index.html/>, [15. 10. 2022]
- [3] TAPPI 840 - Testing adhesives used in glued joints of corrugated containers [Online] Dostupno na: <https://imrise.tappi.org/TAPPI/Products/01/T/0104T840.aspx/>, [15. 10. 2022]

Adresa autora za kontakt:

Jelena Mamić

jelenamamic16@gmail.com

dr Magdolna Pál

apro@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

UPOREDNA ANALIZA REPRODUKCIJE TEKSTA U BOJI U ZAVISNOSTI OD REZOLUCIJE ŠTAMPE INK DŽET I ELEKTROFOTOGRAFSKOG POSTUPKA**COMPARATIVE ANALYSIS OF COLOR TEXT REPRODUCTION DEPENDING ON THE RESOLUTION OF INK JET AND ELECTROPHOTOGRAPHY**

Staša Lalić, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu vršena je analiza uticaja rastriranja na reprodukciju teksta u boji u elektrofotografiji i ink džetu. Analize koje su izvršene za kako malo tako i veliko slovo i serifni i bezserifni font u različitim veličinama su pokazale da postoji uticaj rezolucije rastriranja na reprodukciju teksta u digitalnoj štampi – ink džet i elektrofotografiji. Pri tome je pokazano da i od inicijalne veličine slovnog znaka kao i boje zavisí reprodukcija slovnog znaka.

Ključne reči: digitalna obrada slike, softveri za obradu slike, ImageJ, digitalna štampa

Abstract – In this paper, an analysis of the effect of rasterization on color text reproduction in electrophotography and inkjet was performed. Analyses performed for both lowercase and uppercase letters and serif and sans-serif fonts in different sizes showed that there is an influence of raster resolution on text reproduction in digital printing - inkjet and electrophotography. In doing so, it was shown that the reproduction of the letter depends on the initial size of the letter as well as the print color.

Keywords: digital image processing, image editing software, ImageJ, digital printing

1. UVOD

Digitalna štampa je u poslednjih 20 godina doživela neverovatan razvoj u svakom pogledu. Sveukupna tehnologija se toliko razvija da je učinila digitalnu štampu pristupačnom i dostupnom na svakom koraku. Digitalni štampači su postali poprilično dostupni svakom, a uloga štampača u industrijske svrhe je nikad veća. Štampaju se dokumenta, računi, knjige, časopisi, obeležavaju prehrambeni proizvodi, odeća, ambalaža, bilbordi, pa čak i saobraćajna signalizacija. Metode digitalne štampe se razlikuju po tome što nemaju direktan fizički uticaj na podlogu. U studijama kvaliteta štampe korišćenjem procesne boje, postoji niz varijabli, kao npr deformacija rasterske tačke, koji može izazvati varijacije tonova i može imati negativni uticaji na tačnost reprodukcije boja.

2. INK DŽET ŠTAMPA

Ink džet štampa je vrsta digitalne tehnike štampe koja kreira otisak ispuštanjem kapljica boje na podlogu za štampu. Ink džet mašine za štampu su najčešće korišćena vrsta mašina za digitalnu štampu i kreću se od malih

potrošačkih modela do skupih profesionalnih mašina [1]. U Ink džet štampi nema ograničenja u izboru podloge za štampu. Glavna prednost Ink džet štampe u odnosu na druge tehnike digitalne štampe jeste u tome što je ona štampa bez kontakta.

3. ELEKTROFOTOGRAFIJA

Elektrofotografija je tehnologija koju je otkrio i patentirao Čerster Karlson 1938. godine. Osnova tehnologije se najprostije može objasniti kao proces nanošenja tonera, tj. boje u prahu na papir, elektrostatičkim putem. S obzirom da laser ispisuje željenu sliku na rotirajući fotoosetljivi valjak unutar štampača, štampači koji koriste ovu tehnologiju se u nekim literaturama nazivaju i “laserski štampači” [2].

4. SEGMENTACIJA (BINARIZACIJA) SLIKA

U zavisnosti od načina dobijanja, slike se mogu svrstati u različite tipove, kao što su: vizuelne slike, slike opsega ili dubine, slike magnetne rezonance, termalne slike itd. Sve tehnike slike mogu da se grupišu pod opštim okvirom – inženjeringom slike (Image Engineering – IE), koji se sastoji od tri sloja: procesiranja slike (Image Processing) – niži sloj, analize slike (Image Analysis) – srednji sloj, i razumevanja slike (Image Understanding) –visoki sloj. Segmentacija slike je prvi korak, i jedan od najkritičnijih zadataka analize slike. Ona ima za cilj dobijanje informacija (predstavljenih podacima), iz slike preko segmentacije slike (Image Segmentation), reprezentacije objekta (Object Representation) i merenja odlike (Feature Measurement). Segmentacija ima za cilj klasterizaciju, odnosno grupisanje piksela u smislene regione na slici, tj. regione koji odgovaraju pojedinim površinama na slici, objektima ili delovima prirodnih objekata na slici [3].

4.1 METODE SEGMENTACIJE

U literaturi postoje mnogobrojne podele kada su u pitanju tehnike koje se primjenjuju pri segmentaciji slika. Međutim, kada se govori o osnovnoj podeli, izdvajaju se dve najčešće korištene tehnike: pronalaženje ivica – izdvajanje samo onih piksela koji pripadaju ivicama objekata, i izdvajanje regiona – izdvajanje celog objekta od pozadine pridružujući piksele čija je svetlost ispod nekog praga na pozadini, a ostale objektu i obrnuto [4]. Segmentirane regije slike imaju sledeće željene karakteristike: regije su uniformne s obzirom na neko svojstvo (kao npr. vrednost tačke ili tekstura), granice regija moraju biti jednostavne, regije ne smeju imati male otvore, susedne regije se moraju značajno razlikovati [5]. Segmentacija se deli na: segmentacija pragom (Thresholding), segmentacija klasterizacijom (Clustering), segmentacija regionom (Region), segmentacija granicom regiona (Edge) [5].

NAPOMENA:

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

4.2 SOFTVER ZA DIGITALNU ANALIZU SLIKE - IMAGEJ

ImageJ je softver u javnom domenu za obradu i analizu slika, sa mnogim varijantama, uključujući ImageJ 2, Fidži i druge. To je besplatan program za analizu slika, dostupan na internetu. Originalni ImageJ je u stalnom razvoju od 1997. godine. Uvek je bio, i nastavlja da bude, projekat Vejnea Rasbenda, uz pomoć mnogih saradnika. Prvobitno je razvijen 1997. godine kao verzija platforme NIH Image za više platformi.

Vremenom je napredovao jer je Vejn nastavio da dodaje funkcije prema zahtevima korisnika. Sada postoji mnogo stotina, verovatno hiljada dodataka koje su napisali članovi različite zajednice [6].

5. METOD I MATERIJALI

U ovom radu vršena je uporedna analiza reprodukcija teksta u boji, štampano ink džet i elektrofotografskim postupkom. Analiza je vršena za slovne znakove „M“ i „a“, u veličinama od 3 do 10 pt, bezserifnog fonta Arial i serifnog fonta Times New Roman u različitim rezolucijama štampe i rezoluciji skeniranja od 600 dpi.

Odgovarajuća test karta štampana je na UV ink džet štamarskoj mašini Roland Versa LEC-540 u rezolucijama 720x1440dpi, 720x1080dpi, 360x720dpi, 1440x1440dpi i digitalnoj mašini na bazi elektrofotografije, Xerox Versant 80 sa sledećim podešavanjima: brightness 100%, rezolucija štampe i kvalitet slike: 600dpi/best, 600dpi/normal, 1200dpi/best i 1200dpi/normal. Ištampane test karte smo skenirali na skeneru CanoScan 5600F na rezoluciji od 600dpi i bez uključenih podešavanja kontrasta i sl. Zatim se učitala svaka skenirana slika dela test karte u softver ImageJ. Potom se vršila binarizacija, opcijama Binary/Make Binary, gde su korištena inicijalna podešavanja binarizacije zadata u samom softveru. Nakon dobijanja binarizovane slike, alatom Wand je selektovana površina slovnog znaka koja se želela izračunati putem funkcije Analyze/Measure.

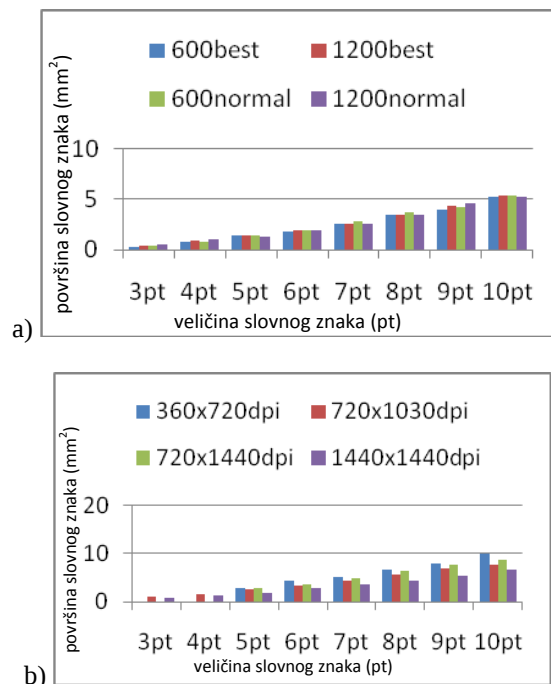
5.1 Analiza reprodukcije površine slovnih znakova

Na slici 1 dat je grafički prikaz površine slovnog znaka „M“, u 8 veličina, font Arial, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u cijan boji.

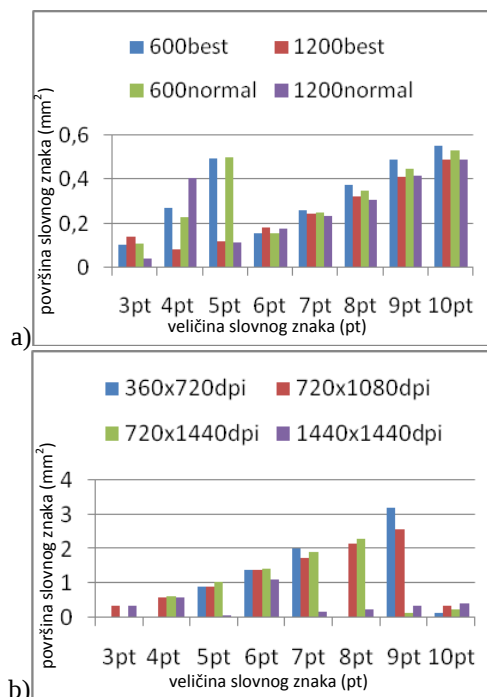
Na osnovu grafičkog prikaza može se videti da sa promenom rezolucije štampe, dolazi i do promene u reprodukovanoj površini slovnih znakova. Ovaj trend je značajno više izražen u slučaju ink džet postupka, gde sa povećanjem rezolucije štampe smanjuje se detektovana površina slovnog znaka. Takođe, što je veća razlika u rezoluciji to i izmerene vrednosti površina više međusobno odstupaju. Primećuje se da su površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće od onih štampanih elektrofotografskim postupkom.

Na slici 2 dat je grafički prikaz površine slovnog znaka „a“, u 8 veličina, font Times New Roman, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u cijan boji.

Analizom predstavljenih grafika uočeno je da se površine slovnih znakova štampanih elektrofotografskim postupkom sa različitim rezolucijama štampe međusobno približavaju jedno drugome kako se povećava veličina slovnog znaka, dok su kod ink džet postupka međusobno približnije površine kod manjih veličina slovnog znaka.



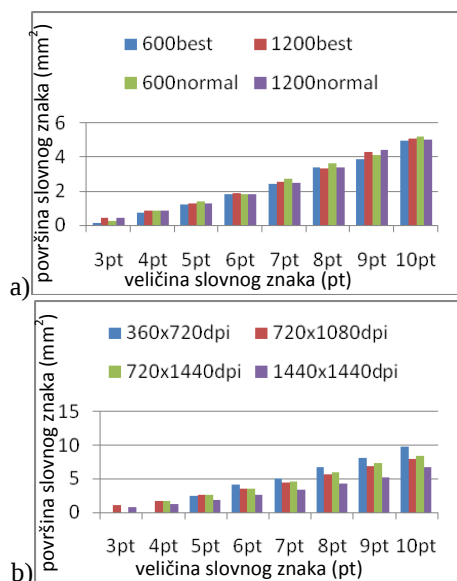
Slika 1. Površine slovnog znaka „M“, font Arial, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, cijan boja



Slika 2. Površine slovnog znaka „a“, font Times New Roman, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, cijan boja

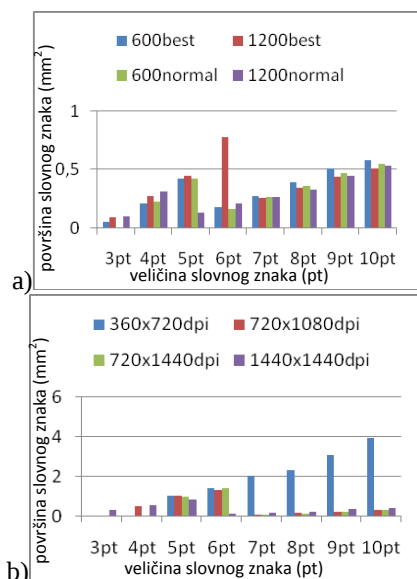
Ovde je takođe primetno da su površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće od onih štampanih elektrofotografijom i kod obe tehnike štampe sa povećanjem rezolucije štampe generalno se površina slovnog znaka smanjuje.

Na slici 3 predstavljen je grafički prikaz površine slovnog znaka „M“, u 8 veličina, font Arial, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u magenta boji. Na grafičkom prikazu se može videti da sa povećanjem rezolucije, povećavaju se i razlike u površini slovnih znakova.



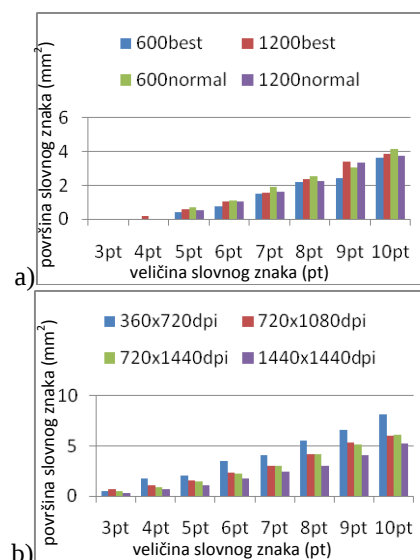
Slika 3. Površine slovnog znaka "M", font Arial, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, magenta boja

Površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće su od onih štampanih elektrofotografijom, a primećeno je i da se kod ink džet postupka sa povećanjem rezolucije štampe smanjuje površina slovnog znaka.



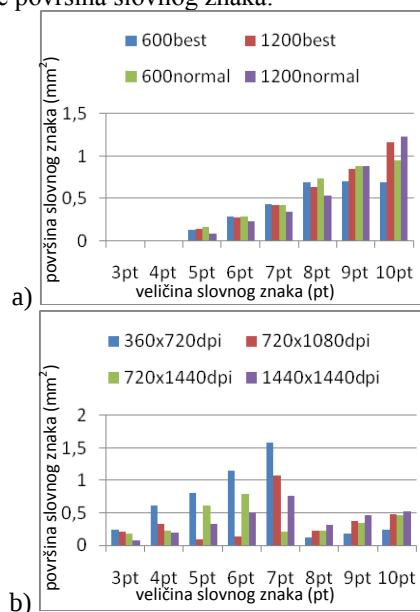
Slika 4. Površine slovnog znaka "a", font Times New Roman, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, magenta boja

Na slici 4 dat je grafički prikaz površine slovnog znaka "a", u 8 veličina, font Times New Roman, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u magenta boji. Grafički prikaz ukazuje da su površine slovnih znakova štampanih elektrofotografijom sličnih površina za veću veličinu slovnog znaka, dok su kod ink džet postupka približnije površine kod manjih veličina slovnog znaka. Ovde takođe je primetno da su površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće od onih štampanih elektrofotografijom. Na slici 5 predstavljen je grafički prikaz površine slovnog znaka "M", u 8 veličina, font Arial, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u žutoj boji.



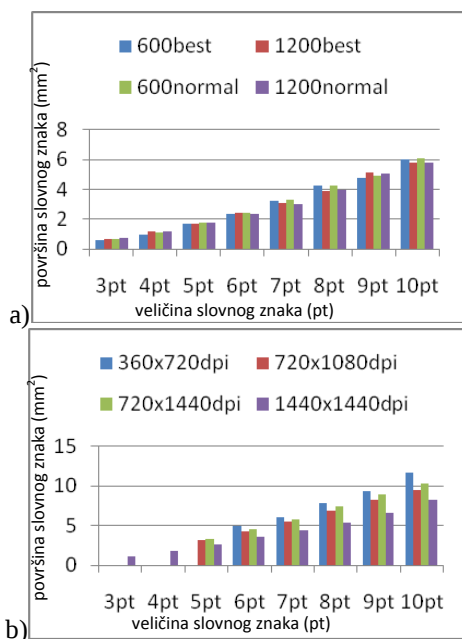
Slika 5. Površine slovnog znaka "M", font Arial, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, žuta boja

Sa grafika se vidi da sa povećanjem rezolucije, povećavaju se i razlike u površini slovnih znakova. Slovni znak veličine od 3pt nije vidljiv nakon binarizacije skenirane slike ni u jednoj rezoluciji u elektrofotografiji. Površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće su od onih štampanih elektrofotografijom, takođe kod ink džet postupka sa povećanjem rezolucije štampe smanjuje površina slovnog znaka.



Slika 6. Površine slovnog znaka "a", font Times New Roman, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, žuta boja

Na slici 6 dat je grafički prikaz površine slovnog znaka "a", u 8 veličina, font Times New Roman, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u žutoj boji. Grafički prikaz ukazuje da su površine slovnih znakova štampanih elektrofotografijom međusobno približnijih površina nego kod ink džet postupka, naročito za manje veličine slovnog znaka. Ovde takođe se primećuje da su površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom uglavnom veće od onih štampanih elektrofotografijom. Elektrofotografskim postupkom slovne znake veličine 3 i 4 pt nije bilo moguće analizirati.

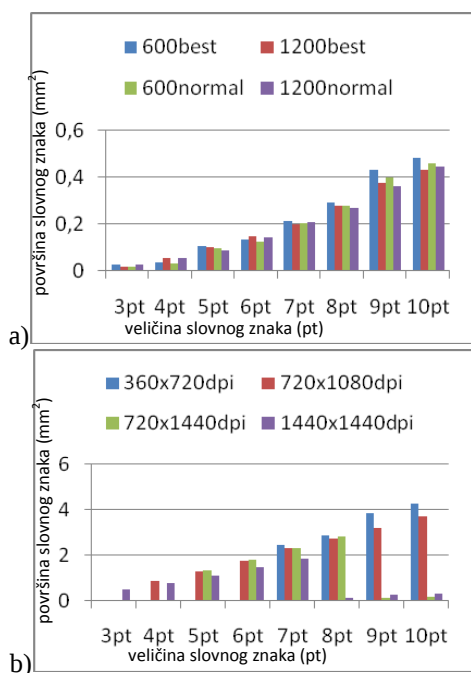


Slika 7. Površine slovnog znaka "M", font Arial, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, crna boja

Na slici 7 dat je grafički prikaz površine slovnog znaka "M", u 8 veličina, font Arial, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u crnoj boji. Predstavljeni grafici ukazuju da sa povećanjem rezolucije, povećavaju se i razlike u površini slovnih znakova.

Površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće od onih štampanih elektrofotografijom, gde se kod ink džet postupka sa povećanjem rezolucije štampe smanjuje površina slovnog znaka.

Nakon binarizacije slike slovo veličine 3 i 4 pt, štampano ink džet postupkom, je vidljivo samo u najvećoj rezoluciji.



Slika 8. Površine slovnog znaka "a", font Times New Roman, rezolucija skeniranja 600 dpi i štampano a) elektrofotografskim i b) ink džet postupkom, crna boja

Na slici 8 dat je grafički prikaz površine slovnog znaka "a", u 8 veličina, font Times New Roman, skenirano u rezoluciji od 600 dpi, štampano elektrofotografskim i ink džet postupkom u crnoj boji. Prema prikazanim graficima uočava se da su površine slovnih znakova štampanih elektrofotografijom međusobno približnijih površina nego kod ink džet postupka. Ovde se takođe primećuje da su površine slovnih znakova koji su štampani ink džet postupkom veće od onih štampanih elektrofotografijom. Kod ink džet štampe sa povećanjem rezolucije površina slovnog znaka je manja, a kod ovog postupka takođe primećujemo i da su vrednosti površina slovnih znakova štampanih u većim veličinama (8-10 pt) i na najvećoj rezoluciji značano manje nego u slučaju nižih rezolucija i veličina slovnih znakova što se može pripisati potencijalno nastalim greškama u procesu binarizacije. Takođe, za veličine slovnih znaka 3 i 4 pt, nije bilo moguće izračunati površine za asve rezolucije štampe.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu predstavljenih rezultata može se zaključiti da povećanjem rezolucije, povećavaju se i razlike u površini slovnih znakova. Površine slovnog znaka štampanog ink džet postupkom su veće od površina štampanih elektrofotografijom. Što se tiče međusobnog odnosa površina slovnih znakova u odnosu na korištene rezolucije štampe, međusobno približnije vrednosti su se dobijale u slučaju štampe elektrofotografskim postupkom.

6. LITERATURA

- [1] BISMY (2020) Inkjet printing (Online) Dostupno na: <https://notesongraphicdesign.wordpress.com/2020/03/20/inkjet-printing/> [Pristupljeno: 20.8.2021]
- [2] Evoke (2016) Uvod u digitalnu štampu (Online) Dostupno na: <https://www.difol.net/uvod-u-digitalnu-stampu> [Pristupljeno: 20.8.2021]
- [3] Lazarević D., Dr Mišić M., Dr Ćirković B (2014) Postojeće tehnike za segmentaciju slike (Online) Dostupno na: http://www.cqm.rs/2014/cd2/pdf/papers/focus_1/10.pdf [Pristupljeno: 22.8.2021]
- [4] Lazarević D., Dr Mišić M., Dr Ćirković B (2014) Postojeće tehnike za segmentaciju slike (Online) Dostupno na: http://www.cqm.rs/2014/cd2/pdf/papers/focus_1/10.pdf [Pristupljeno: 22.8.2021]
- [5] Lončarić S. (2014) Segmentacija slike (Online) Dostupno na: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/09-OI-SegmentacijaSlike%5B2%5D.pdf [Pristupljeno: 25.8.2021]
- [6] Schneider, C. A., Rasband, W. S., Eliceiri, K. W. (2012) ImageJ (Online) Dostupno na: <https://imagej.net/software/imagej/> [Pristupljeno: 11.9.2021]

Kratka biografija:

Staša Lalić rođena je u Somboru 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2022. godine.

kontakt: stasaa998@gmail.com

Dr Sandra Dedijer, vanredni profesor

kontakt: dedijer@uns.ac.rs

АНАЛИЗА ЛУМЕН UNREAL ENGINE 5 СИСТЕМА ГЛОБАЛНОГ ОСВЕТЉЕЊА НА ПРИМЕРУ ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ ЕНТЕРИЈЕРА**ANALYSIS OF THE LUMEN UNREAL ENGINE 5 GLOBAL LIGHTING SYSTEM ON THE EXAMPLE OF INTERIOR VISUALIZATION**

Саша Влајков, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Анализа Лумен система и разлика између софтверског и хардверског raytracing-a кроз пример визуелизације ентеријера.

Кључне речи: Лумен, Unreal engine

Abstract – Analysis of the Lumen system and the difference between software and hardware raytracing through an example of interior visualization.

Keywords: Lumen, Unreal Engine

1. УВОД

Светло је један од најважнијих аспеката у визуелизацији архитектонског простора. Различити типови система осветљавања могу се проучавати кроз историју од класичног сликарства до примене дигиталних технологија и алгоритама за рендеровање.

У последњих 20 година, појавом алгоритама за симулацију индиректног осветљења настала је читава револуција у начину фотореалистичног приказивања објекта. Алгоритми за индиректно осветљење су се временом усавршавали диктирајући тип алата које архитекте користе у архитектонској визуелизацији.

Са напретком технологије долазимо до могућности да све ове промене на сцени можемо изменити и приказати уживо. Од ових технологија настале су интерактивне апликације које временом постају све популарније.

Оно што највише ограничава овакав тип приказивања јесте што се мора водити рачуна о перформансама апликације да би корисник имао потпун доживљај. На перформансе апликација највише утиче прорачун светла у реалном времену.

Са појавом Ray tracing технологије добијена је могућност рендеровања фотореалистичних сцена у реалном времену, али процес предвиђа коришћење високих капацитета рачунара је захтевао огромну рачунарску снагу. Један од најновијих система за рендеровање у реалном времену је Lumen систем за динамично глобално осветљавање развијен у оквиру Unreal Engine 5 платформе.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Бојан Тепавчевић, ред. проф.

2. О СИСТЕМУ ЗА ОСВЕТЉЕЊЕ ЛУМЕН

Lumen је систем за динамично глобално осветљење и рефлексије у Unreal Engine-у у реалном времену. Представљен је у верзији 5 као нови систем за осветљење сцене.

Настао је као решење ограничења постојећих система за индиректно осветљење за рендеровање сцена у реалном времену, који до сада нису омогућавали динамичко и интерактивно дифузно осветљење у реалном времену. Тиме пружа могућност промене геометрије, материјала и светла у сцени у реалном времену. Lumen рендерује интер-рефлексије (амбијенталне рефлексије) објеката са неограниченим бројем одбијања зрака и индиректних рефлексија у великим, детаљним сценама.

Lumen пружа могућност комбиновања два типа Ray Tracing-a: **Software Ray Tracing** и **Hardware Ray Tracing**. Коришћење Hardware Ray Tracing-a условљено је коришћењем графичких картица са посебним језгрима за Ray Tracing zadatke, док се Software Ray Tracing може користити са било којом графичком картицом. Lumen без додатних подешавања користи Software Ray Tracing.

Software Ray Tracing иницијално прави две поједностављене верзије свих објеката на сцени, једну за сваки објекат појединачно (*Mesh distance field*), а другу за све објекте у сцени заједно (*Global distance field*).

Затим креира Surface cache мапу на коју записује информације о материјалу и осветљености за сваки објекат на сцени који се директно или индиректно, преко одбијених зракова, појављује на сцени. Како би систем био ефикаснији, информације о објектима се записују у мањој резолуцији а затим посебним алгоритмом повећава резолуција при приказу на екрану. Због овога може доћи до појављивања артикаката на деловима објеката на високим резолуцијама.

Hardware Ray Tracing не користи апроксимације објеката, већ прати одбијање зрака појединачно од сваког троугла објекта који погоди. Даје већу прецизност него Software Ray Tracing, али захтева веће време прорачуна.

Да би постигао прорачун глобалног осветљења у реалном времену lumen систем користи прорачуне претходних фрејмова као подлогу за прорачун тренутног фрејма.

Тиме добија могућност да прорачунава вишеструко одбијање светлосних зрака и задржи високе перформансе.

3. SOFTWARE RAY TRACING

Lumen користи хибридни приступ за прорачун светла. Користи *Screen trace*, *Mesh distance fields* и *Global distance fields* врсте визуализације за прорачун осветљености сцене. Прво прати зраке који погађају објекте који се налазе у погледу камере користећи *Depth buffer (Screen Trace)*. Да би осветљеност сцене била прецизна, није довољно пратити само објекте који се виде из погледа камере, морају се узети у обзир и објекти и делови објеката који нису видљиви из камере. За прорачун објеката који се не виде преко камере, користи се *Signed distance field*.



Слика 1. Процес прорачуна светла са *Software Ray Tracing* [1]

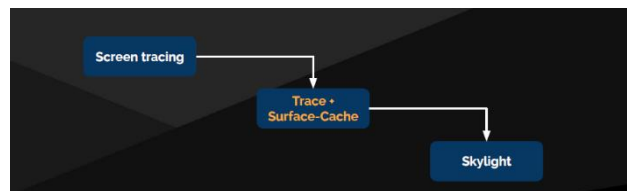
Software Ray Tracing користи *Signed distance fields* за одбијање зракова и прорачун осветљености и рефлексије. *Signed distance fields* представља поједностављену верзију објеката на сцени. За сваки објекат на сцени креира се *Mesh Distance Field*¹ и *Global Distance Field*² за целу сцену као целину. Након *Depth buffer-a* прати светлосне зраке у односу на поједностављену верзију сцене за објекте и делове објеката који су заклоњени или се не виде кроз поглед камере и прорачунава осветљеност објекта и чува информације у *Surface cache* мапи. До урањености од 2 метра посматра се *Mesh Distance Field*, након 2 метра посматра се *Global Distance Field*.

4. HARDWARE RAY TRACING

Lumen са коришћењем *Hardware ray tracing-a* даје квалитетније резултате у односу на *software ray tracing*. Подржава већи распон типова геометрије од *software ray tracing-a*, као на пример анимиране објекте. Да би се користио, рачунар мора имати графичку картицу која подржава хардверски *Ray tracing*. *Hardware ray tracing* нам даје два модела прорачуна светла: *Surface cache* и *Hit lighting*. *Surface cache* нам даје бржи и мање презицан прорачун светла, а *Hit lighting* прецизнији али спорији прорачун светла. *Surface cache* модел претвара све материјале у непровидни (*opaque*) и користи нормале површи геометрије и параметре из генерисаног *Surface cache-a* за прорачун светла. *Surface cache* генерише боју објекта и његово директно и индиректно осветљење које чува у меморији и користи по потреби.

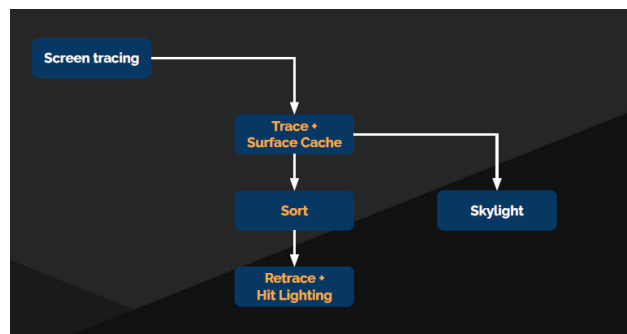
¹ *Mesh distance field* – поједностављена верзија сваког објекта појединачно на сцени.

² *Global distance field* – поједностављена верзија целе сцене



Слика 2. *Surface cache* процес прорачуна светла [1]

Hit lighting модел користи прикупљене податке из *Surface cache-a*, сортира их и за објекте који немају генерисане *Surface cache* податке поново рачуна осветљење у сваком фрејму.



Слика 3. *Hit lighting* процес прорачуна светла [1]

За разлику од *software ray tracing* модела, *hardware ray tracing* пружа могућност коришћења *Nanite* геометрије. *Nanite* је технологија која омогућава потпуно аутоматизовано прављење и учитавање *LOD* (њиво детаља) које се генерише при убацивању објекта у *Unreal engine*. Ова технологија долази до изражаја када имамо објекте који се појављују на пуно места у оквиру исте сцене који су врло детаљни са великим бројем полигона и који ће бити видљиви и у даљини у односу на камеру.

Ова технологија не подржава објекте који су анимирани или се њихова геометрија мења на било који начин.

Комбинација коришћења софтвер реј трејсинг модела и Наните технологије даје квалитетније рефлексије и прорачун светла.

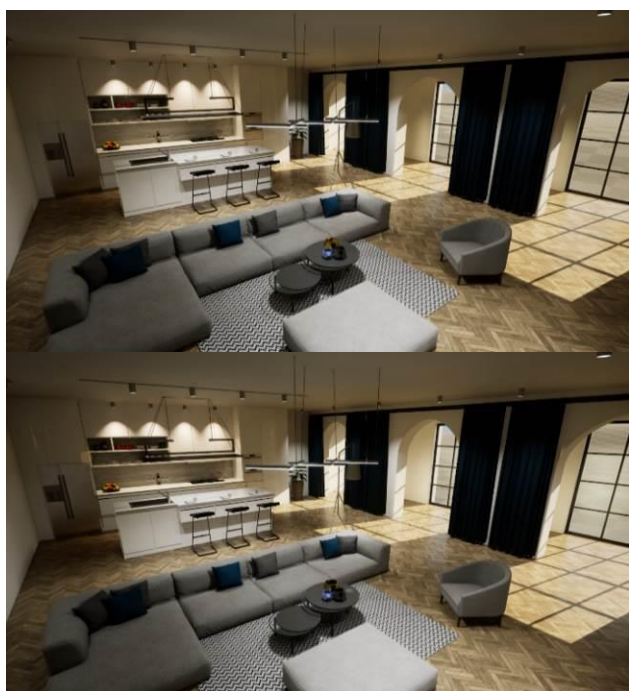
5. ПРИМЕНА ЛУМЕН СИСТЕМА У ОСВЕТЉЕЊУ ЕНТЕРИЈЕРА

За потребе анализе различитих лумен система, креирана је сцена ентеријера за тестирање *Software ray tracing* и *Hardware ray tracing-a*. Упоредно ће бити приказани исти рендери са коришћењем софтверске и хардверске технологије *raytracing-a*.

Сцена је приказана из 2 различита угла да би се видели различити утицаји осветљења. При самом поређењу може се приметити да је сцена са хардверским праћењем зрака мало светлија у деловима где не осветљава директно дирекционо светло, односно глобално осветљење је тачније прорачунато. Примећује се разлика у осветљењу зидова поред прозора, рефлексијама у огледалу и шанку.

На плафону се може видети рефлексија боје паркета на местима где га директно погађа сунчево осветљење. Ово је једна од особина *lumen* система

koja nije bila moguћа u prethodnim sistemima za globalno osvetljenje.



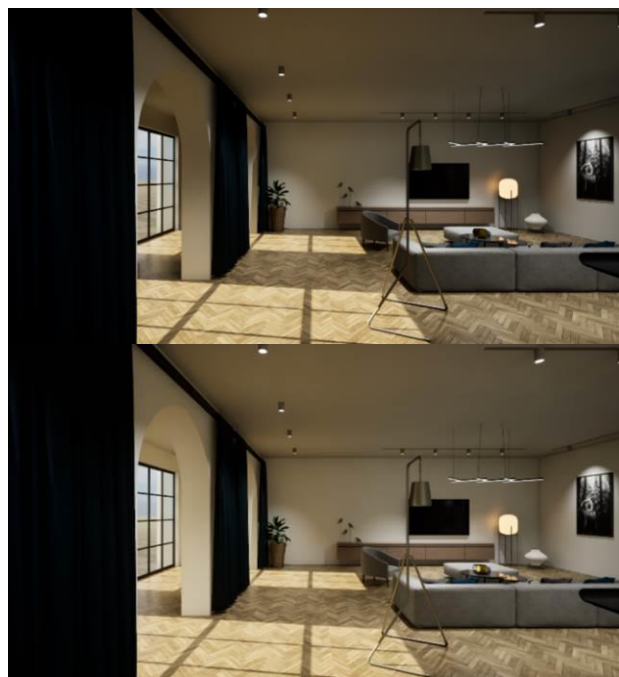
Slika 4. *Software ray tracing (rope), Hardware ray tracing (dole)*



Slika 5. *Software ray tracing (rope), Hardware ray tracing (dole)*

Zbog razlike u načinu kako se računa refleksija vidimo drastične razlike. *Software ray tracing* koristi *Mesh distance fields* reprezentaciju objekata u refleksiji za objekte koji se ne nalaze u pogledu kamere ili su удаљени више од 2 метра од камере. У refleksiji од огледала се може видети да је за део кухињског шанка који се не види у погледу камере, приказан његов *Mesh*

distance fields, а за део шанка који се види у погледу камере приказана је *Screenspace* refleksija.



Slika 6. *Software ray tracing (rope), Hardware ray tracing (dole)*

Исто се може приметити и код јастука. За делове који се виде у refleksiji а не виде се из погледа камере приказан је њихов *Mesh distance fields*. Стога је препорука да се у ентеријерским сценама, нарочито оним који имају пуно refleksivних материјала користи искључиво *Hardware ray tracing*.



Slika 7. *Software ray tracing (rope), Hardware ray tracing (dole)*

Провидни објекти су потпуно занемарени у прорачуну светла. Светло пролази кроз њих и као да не постоје, не праве сенку, боја стакла нема никакав утицај на околину, не приказују се у refleksijama.



Slika 8. *Software ray tracing* (gore), *Hardware ray tracing* (dole)



Slika 9. *Software ray tracing* (gore), *Hardware ray tracing* (dole)

6. ZAKLJUČAK

Lumen pruža korisnicima mogućnost da koriste neki od ponuđenih sistema za globalno osvetljenje i u zavisnosti od svojih potreba izaberu sistem koji će koristiti. Ukoliko su u pitanju video igre, za koje je bitno da se scena renderuje što brže po cenu manjeg kvaliteta, može se koristiti *Software ray tracing*, kao rešenje sa brzim renderovanjem velikih scena. Za brzo renderovanje uz nešto bolji kvalitet, pod uslovom da korisnik poseduje grafičku karticu koja ima predviđena posebna *Ray Tracing* jezgra, može se koristiti *Hardware ray tracing* sa *Surface cache* modelom proračuna.

Ukoliko je potreban najviši mogući kvalitet sa kvalitetnim refleksijama, kao što su arhitektonске scene, tada se preporučuje upotreba *Hardware ray tracing* sa *Hit lighting* modelom proračuna. U ovakvim scenama je prihvatljivo imati manji broj fрејмова како би се добио што квалитетнији резултат сваког фрејма.

7. LITERATURA

- [1] <https://advances.realtimerendering.com/s2022/SIGGRAPH2022-Advances-Lumen-Wright%20et%20al.pdf>.
- [2] <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/lumen-global-illumination-and-reflections-in-unreal-engine/>.
- [3] <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/nanite-virtualized-geometry-in-unreal-engine/>.

Kratka biografija:



Саша Влајков рођен је у Кикинди 1995. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области архитектуре - Анализа Лумен *Unreal Engine 5* система глобалног осветљења на примеру визуелизације ентеријера одбранио је 2022. год.
контакт: Vlajkov.sasa@gmail.com

СТРАТЕШКО ПЛАНИРАЊЕ МАЊИХ НАСЕЉА: СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА НАСЕЉА АДА И МОЛ**STRATEGIC PLANNING OF SMALL TOWNS: DEVELOPMENT STRATEGY FOR ADA AND MOL**

Агота Кереси, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – У оквиру рада урађено је истраживање развојне стратегије мањих насеља и предвиђен је један могући начин за израду стратешког плана за насеља Ада и Мол. Рад садржи истраживање о значају анализе и партиципације током стратешког планирања, стратешко планирање паметних села и потенцијал за развој мањих насеља.

Кључне речи: Анализа, стратешко планирање, мање насеље, паметно село

Abstract – The aim of this thesis is to research development strategies of small towns and to propose one possible way of creating a strategic development plan for towns: Ada and Mol. The thesis contains research on the importance of the analysis and the participation during strategic planning. It describes the strategic planning of small smart villages and the potential for the development of small towns.

Keywords: Analysis, strategic planning, small towns, smart village

1. УВОД

Научна литература често је фокусирана на метрополе, велике градове или градове средње величине. Међутим, постоје и истраживања где је могуће пронаћи тему развоја мањих насеља и руралног окружења. Ове специфичне регије имају своје тешкоће и изазове у савременом периоду, који захтевају добру урбанистичку праксу.

Повезаност урбаног и руралног наслеђа представља основу за функционисање мањих насеља. Она су често извори специфичности и представљају основне елементе у систему производње исхране, и у великој мери су изложени климатским променама, смањењу броја становника, и другим изазовима, који су настали као резултат утицаја развоја људске цивилизације и промене начина живота.

Због тих разлога тема овог истраживачког рада је могућност израде развојне стратегије и потенцијала за развој мањих насеља. Уочавају се карактеристике насеља, значај заједнице у тим срединама и анализирају могућности коришћења специфичности.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др. Милица Врачарић, ред. проф.

Тема паметног села врло је актуелна у савременом добу и представља интересантан футуристички концепт за трансформације руралних средина, помоћу развоја пољопривреде, индустрије и руралног туризма, који имају великог потенцијала у будућности. Ово би могло да се оствари помоћу стратешког плана за насеље Ада и Мол, који је предложен у овом раду.

2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И СПЕЦИФИЧНОСТИ МАЊИХ НАСЕЉА

Мања насеља и руралне средине имају кључну улогу у одрживом развоју. Урбане и руралне средине су у великој мери повезане једна са другом [1], и због тога је битно размишљати и о томе на који начин би се могле развити руралне средине и мања насеља, те који су актуелни изазови и главне улоге тих подручја.

Највећи изазови за мања насеља и руралне средине је демографске старење и смањење броја становника. Како се повећава просечна старост становника, актуелан је проблем недовољног капацитета радно способних људи у односу за целу популацију [1]. Све више људи се сели, односно мигрира, ка великим градовима и урбаним подручјима [2], и све то доводи до недостатка јавних услуга у мањим насељима и руралним срединама.

Првенствена улога тих насеља јесте њихова позиција у систему исхране и производње хране. Како се повећао значај извора и безбедности хране, мали градови су преузели централну улогу у систему исхране [1].

Поред пољопривреде, на тим територијама доминирају индустријска и занатска предузећа. Делују као центри за обезбеђивање производних добара и услуга за становнике који живе у околном руралном подручју. На тај начин мали градови постају места развоја непољопривредних активности које се одвијају унутар руралног окружења, а поред тога, они су тржишни чворови и повезују пољопривреднике и произвођаче са потрошачима из урбаних средина [1].

Мања насеља и руралне средине су у великој мери повезани са природним окружењем, и у тим областима доминирају активности које се ослањају на природне ресурсе, као што је пољопривреда, шумарство и рибарство. Због тога климатске промене представљају велики изазов у тим насељима [2]. У овом окружењу улога села је да добро управља природним ресурсима како би се задовољиле потребе растућег руралног и урбаног становништва и обезбедио одрживи развој [1].

Како је Милдред Лумис у својој књизи „Сеоски препород на путу” навела да је „довољан приступ бесплатној енергији - сунцу, ветру и води - да би алтернативни извори енергије функционисали ефикасно. Интензивни научни напори биће усмерени у тим областима како би се добили резултати за примену малих размера... Унапређена електронска технологија ће на „нежан“ начин помоћи сеоским домаћинима и пољопривредницима да остану у контакту са светом” [3]. Слично овој тези, концепт паметног села на исти начин у томе види будућност мањих насеља. Помоћу нових дигиталних технологија би се омогућио развој мањих насеља и руралних подручја у различитим областима живота. Концепт паметног села комбинује партиципативно планирање, коришћење дигиталних технологија и одрживи развој као кључне факторе стратешког планирања.

3. СТРАТЕШКО ПЛАНИРАЊЕ ПАМЕТНИХ СЕЛА

Концепт паметног села нуди могућност за решавање разних изазова и слабости мањих насеља. Првенствена улога концепта је да олакша и побољша квалитет живота у руралним срединама, задовољи потребе становништва и понуди могућност за лични развој.

У Пилот пројекту Европског парламента, поред дефиниције паметног села одређена је и дефиниција стратегије паметног села: „Стратегије паметног села одговарају на изазове и потребе своје територије, ослањајући се на локалне снаге и средства. Стратегије могу имати за циљ побољшање приступа услугама (као што су здравство, обука и транспорт), унапређење пословних могућности и отварање радних места, развој кратких ланаца снабдевања храном и пољопривредних пракси, развој обновљивих извора енергије, развој циркуларне економије, бољу експлоатацију природних ресурса, прилагођавање климатским променама, очување животне средине и биодиверзитета, бољу валоризацију културног наслеђа ради веће туристичке атрактивности” [2].

Из дефиниције се види разноликост стратешких циљева као и велики број разних области за развој насеља. Како би се лакше достигли циљеве стратешког плана и ефикасније искористили локалне ресурсе, паметно насеље примењује дигиталне технологије као и партиципативни приступ планирања.

Када анализирамо мања насеља, њихове највеће предности су познато и пријатно изграђено друштвено окружење, поверење и сарадња, то јест заједница [4]. Код паметних села, партиципативни приступ подразумева активно учешће локалне заједнице у процесу планирања, као и у реализацији истог, и због тога је битно да постоји добро формирана заједница [2]. Међутим ако у насељу није изграђена добра заједница, то мора бити задатак партиципативног планирања [5].

Што се тиче самог стратешког плана, како би одговарао концепту паметног села, мора да задовољава четири услова:

1. Структура добре управе и адекватан капацитет за имплементацију стратегије.
2. Активна ангажована локална заједница: партиципација грађана у оквиру стратешког плана, на првом месту.

3. Стратегија мора бити једноставна и разумљива.

4. Сарадња и савези: сарадња са околним насељима или са локалним релевантним актерима у великој мери може да обогати саму стратегију [2].

Стратегија паметног села може да одговори на локалне изазове, као што је демографски пад. Дигитализације и развој технологије привлаче младе генерације да се насељавају у тим подручјима, међутим истовремено мора де се размишља и о старијим генерацијама, који нису у толикој мери упознате са технологијом. Због тога у оквиру стратешког плана паметних села мора да буде укључена и обука грађана, како би њима омогућили да максимално искористе све могућности нових технологија [2].

Стратешки планови су врло комплексни документи, и током израде мора да буде укључен низ фактора, који се разликују од насеља до насеља. Исто важи и за стратешки план паметних насеља. Не постоји јединствен рецепт са унапред одређеним корацима и низом активности, међутим постоје кључни услови који треба да буду уграђени у план. Размена знања и искуства могу да олакшају разраду стратешких планова, као и принципи добре праксе који увек дају добре повратне информације и чије методологије су корисне. Иако постоје тешкоће у развоју паметних села, овај концепт има велики потенцијал како би се унапредио живот у сеоским насељима и креирале боље могућности за развој мањих насеља у дигиталном друштву.

4. СТРАТЕШКИ ПЛАН РАЗВОЈА НАСЕЉА АДА И МОЛ

Теоретско истраживање теме стратешког развоја мањих насеља као и савремених тенденција у урбанизму показало је кључне смернице развојних пројеката насеља са циљем формирања бољих животних услова и одрживости у будућности. Наравно, главна мисија стратешког плана јесте проналажење решења усмерених ка слабостима и претњама у насељу Ада и Мол и конципирање стратешких циљева и пројеката помоћу тих смерница који су дефинисани у закључцима на основу теоријског дела рада и „SWOT анализе” [6].

Посебно је акценован значај партиципације током стратешког планирања, како би се задовољиле потребе локалног становништва и како би се пронашло најбоље могуће решење за постојеће проблеме. Због тога је међу визијама стратешког плана и укључивање и информисање становништва везано за разраду стратешког плана, а у циљу да буде постављен на адекватном нивоу и да искористи предност снаге заједнице у мањим насељима.

Поред тога, међу визијама стратешког плана је да насеља Ада и Мол буду самоодржива, самостална и да ефикасно искористе своје ресурсе помоћу дигиталних технологија, а да истовремено сачувају свој идентитет и карактеристике руралних насеља. На основу истраживања паметних села и анализе насеља Ада и Мол, могуће је закључити да та насеља имају потенцијал да постану паметно село уколико се, помоћу стратешког плана, коригују фактори који отежавају дигитални развој, као што је миграција младих генерација, старење становништва, дигитална неписменост и други [6].

Како би насеља сачувала свој идентитет и јачала предности живота у мањим градовима, међу визијама је да Ада и Мол постану насеља која промовишу здрав начин живота, и постану богата могућностима за различите видова спорта и рекреације [6], да јавни тргови и улице буду квалитетно обликовани, као и да људима буде пријатан боравак у тим просторима. Важно је такође да јавне површине буду пројектоване за људске димензије и богате зеленилом.

Све визије за насеља Ада и Мол су оријентисане ка томе да та насеља буду привлачнија млађим генерацијама и да буду богата могућностима у различитим областима живота, те да колико је могуће понуде решење за савремене изазове.

Стратешки циљеви су конципирани на основу визије насеља, а они су следећи: повећавање степена партиципације становништва, укључивање у доношење одлука о развојним процесима, јачање заједнице и боља информисаност грађана; увођење дигиталних технологија у различитим областима живота; јачање различитих видова туризма; коришћење обновљивих извора енергије; отварање нових радних места; образовање становништва за коришћење нових технологија; промовисање здравијег начина живота; обликовање нових зелених површина за спорт и рекреацију; постављање боље мреже стаза за бициклизам како би се смањила фреквентност колског саобраћаја; јачање индустрије и смањење њеног негативног утицаја на животну средину; повећавање културних садржаја у насељу и обликовање више места за социјализацију различитих генерација; побољшање животних услова за угрожени и сиромашнији део становништва; претварање насеља Ада и Мол у паметна насеља. Како би се достигли горе наведени стратешки циљеви у даљем делу рада су предложени конкретни пројекти.

5. ПРЕДЛОЖЕНИ ПРОЈЕКТИ СТРАТЕШКОГ ПЛАНА

5.1. Обликовање мултифункционалног блока између насеља Ада и Мол

Простор између насеља је идеалан за увођење садржаја који недостају у насељима Ада и Мол, као што је старачки дом и клуб за старије особе, менза и дом за социјално угрожене, коворкинг центар, дом за ученике, културни објекти и слично. Те намене би се могле комбиновати са другим наменама, као што је пољопривреда, што би помогло одрживом развоју и ефикаснијем коришћењу земљишта [7].

Поред наведених друштвених функција, на том простору би се могао планирати ИТ центар, који би био намењен дигитализацији одређених функција у насељу. Око ИТ центра би био формиран образовни центар за едукацију грађана о актуелним иновативним технологијама. Због величине подручја мултифункционалног блока, ИТ центар би омогућио и представљање нових технологија у стварном окружењу и могао би се користити као „изложбени простор” иновативних решења.

Нови мултифункционални простор отворио би велики број нових радних места, привлачних за млађе генерације, те понудио могућност фирмама из

околних насеља или из других земаља за промовисање својих делатности и сарадњу са локалним становништвом. Поред тога, помоћу партиципације дао би решење за постојеће проблеме локалног становништва.

5.2. Пројекат еко-индустријског парка

Пројекат подразумева претварање постојеће индустријске зоне у еко-индустријски парк са циљем смањења негативног утицаја индустрије на животну средину у насељима Ада и Мол. Метална индустрија има дугу традицију у овим насељима и велики број становника општине Аде, као и околних насеља, запослен је у овој индустријској грани [7].

У оквиру парка би били планирани објекти који би омогућили сарадњу између различитих фабрика, што би водило ка оптимизацији (као што је нпр. транспорт материјала и готових производа).

Поред административних и пословних објеката намењених координацији заједничких делатности, постојали би и заједнички паркинзи за камионе, аутомобиле и аутобусе, као и пратећи садржаји као што су мотел, менза и ресторани.

Паркинзи би могли да буду наткривени соларним панелима. Велики удео еко-индустријског парка би заузимале зелене површине како би се смањило загађење ваздуха, а у оквиру тих површина би могле да постоје турбине на ветар. Помоћу соларних панела и ветро турбина би се могао производити део енергије која је потрошена у еко-индустријском парку.

5.3. Развој мреже бициклистичког саобраћаја

Промовисање здравијег начина живота је међу стратешким циљевима, а један од начина за постизање овог циља је увођење бициклистичких стаза на територији општине Аде. Релативно мала удаљеност између насеља у општини идеална је за бициклистички саобраћај [6].

Помоћу бициклистичке стазе би се могли повезати објекти и атракције руралног туризма, као што су околни салаши или подручје око речице Буцака, а поред тога би се могла остварити веза спортско-рекреационог туризма са сеоском туризмом. Поред реке Тисе, на насипу пролази међународна бициклистичка стаза, а проширење мреже бициклистичких стаза у општини би могло мотивисати љубитеље бициклистичких тура да више времена проведу у нашој општини.

Пројекат би захтевао промену профила улица кроз које пролазе главне саобраћајнице ради изградње мреже бициклистичке стазе у изграђеном делу насеља Ада и Мол. Пројекат би омогућио боље кретање бициклом у насељу, мотивисао би грађане за здравији начин живота и смањено аутомобилско саобраћај у насељима.

Слично томе, због постојања коњичког спорта у насељу Ада, могле би се предвидети и стазе за јахање, у близини обале реке Тисе, ради повезивања објеката коњичког спорта, и објеката руралног туризма.

5.4. Увођење нових спортско-рекреативних садржаја

Нове спортско-рекреационе површине би биле позициониране поред реке Тисе између насеља Ада и Мол, и дуж речице Буцака и на тај начин би се формирала мрежа спортско-рекреационих садржаја. Кроз нове зелене површине пролазиле би бициклическе стазе, као и стазе за јахање.

Речица Буцак је аутохтона речица општине Ада и пролази кроз стамбени део насеља Аде [6]. Њена обала би била приступачна већини становништва за шетњу, дружење и боравак у зеленом окружењу. У парку би могле да постоје различите активности за спорт и рекреацију, као и деље игралиште, место за социјализацију, за излете, отворене теретане и слично.

Пројекат оживљавања подручја поред речице Буцака и његово претварање у јавни парк би омогућила партиципација становништва у пројектовању и реализацији мањих пројеката урбане акупунктуре, са циљем обликовања простора према потребама непосредних корисника.

6. ЗАКЉУЧАК

Урбанистичко планирање и пројектовање увек је имало великог значаја током развоја људске цивилизације, што је квалитет који се очувао и у савременом добу. Изазови модерних градова захтевају да специфична пажња буде посвећена развојним и стратешким плановима насеља. Анализе и партиципација корисника у разради плана су кључни елементи стратешког планирања, а у случају стратешког планирања мањих насеља значај анализе и партиципације долази до већег изражаја.

Један од савремених концепата представља концепт паметног села. Главни елементи стратешког планирања паметних села су партиципација, примена дигиталних технологија за најефикасније искоришћавање локалних ресурса и обезбеђивање одрживог развоја насеља. Коришћење паметних технологија може позитивно утицати на различите области живота, као што су индустрија, пољопривреда, туризам, образовање и друго.

Предложени стратешки план за насеља Ада и Мол предвиђа неколико пројеката који би омогућили коришћење нових технологија, отворили нова радна места, обезбедили простор функцијама које недостају

и омогућили одрживост. Поред изградње и трансформације подручја између насеља Аде и Мола, предвиђена је и мрежа стаза бициклическог саобраћаја. Предложени пројекти захтевају партиципацију становника, као и великих компанија, и представљају полазне тачке у разради даљих планова уз учешће корисника.

Иако концепт паметног села делује футуристички у нашој средини, уколико је стратешки план добро конципиран уз постепено увођење нових решења и образовање становника, он може да оствари позитиван утисак на искоришћење локалних ресурса, на одрживи и ефикаснији развој насеља, а да истовремено та насеља сачувају свој идентитет и рурални карактер.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/10815IIED.pdf> (приступљено у јулу 2022.)
- [2] European Commission, "Pilot project - Publications Office of the EU", Brussels, Publications Office of the European Union, 2020.
- [3] P. Geiman, "Emergent Opportunities: Urban Design in Small Town Appalachia", Tennessee, Knoxville, TRACE: Tennessee Research and Creative Exchange, 2014.
- [4] V. Csányi, "Íme, az ember: a humánetológus szemével", Budapest, Libri. 2015.
- [5] F. Horkay Hörcher, I. Körmendy, "A kisváros dicsérete", Balatonfüred, Városért Közalapítvány. 2019.
- [6] ЈП Завод за урбанизам Војводине, "План генералне регулације за насеља Ада и Мол", Нови Сад, ЈП Завод за урбанизам, 2016.
- [7] Општина Ада, "Стратегија одрживог развоја општине Ада 2010.-2019.", Ада, општина Ада, 2009.

Кратка биографија:



Агота Кереш рођена је у Сенти 1997. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура – урбанистичко пројектовање и феномени савременог града одбранила је 2022.год.

контакт: koagota@gmail.com

**КРАГУЈЕВАЦ КРОЗ ДВА ДРУШТВЕНА УРЕЂЕЊА: ТРАНСФОРМАЦИЈА
СТАМБЕНОГ МОДЕЛА****KRAGUJEVAC THROUGH TWO SOCIAL STRUCTURES: THE TRANSFORMATION
OF THE HOUSING MODEL**

Александра Марковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад представља анализу примене стамбеног модела кроз различита друштвена уређења у Крагујевцу. Анализирани период обухвата период након Другог светског рата, све до 2022. године. Упоредним приказом биће представљени приступи изградњи у периоду социјализма и периоду након социјализма, као и крајњи резултати грађења стамбених објеката из наведених периода.

Кључне речи: *Стамбени модел, друштвено уређење, социјализам, постсоцијализам*

Abstract – This master thesis presents an analysis of the application of the housing model through different social arrangements in Kragujevac. The analyzed period includes the period after the Second World War, until 2022. A comparative presentation will present approaches to construction in the period of socialism and the period after socialism, as well as the final results of the construction of residential buildings from the previously mentioned periods.

Keywords: *Housing model, social organization, socialism, post-socialism*

1. УВОД

Утицај државе и њене доминантне идеологије на архитектуру, урбанизам и уређење градова присутан је у различитим периодима и разним друштвима. Према речима Митровића, градови су одувек били велика слабост оних који су имали моћ, заправо, град је био њихово огледало, некада квалитетно, некада искривљено, па чак и разбијено [1]. У овом раду су приказани облици становања који су се мењали кроз време, у зависности од друштвеног уређења државе. Анализирани временски оквир обухвата период социјализма и постсоцијализма до 2022. године, чије су специфичности бити представљене кроз мастер рад. Циљ овог рада јесте хронолошко приказивање промене модела становања кроз пример једног града који се налази на територији Србије – града Крагујевца. Као што је наведено, свако друштвено уређење и различите идеологије доносе промене у области архитектуре и урбанизма.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Милица Врачарић, ред. проф.

Временски период од краја Другог светског рата, па све до данас, бележи бројне трансформације у различитим друштвеним сферама које су утицале на становнике као и на изградњу стамбених објеката. Са аспекта урбаних промена, постсоцијалистички период је подразумевао деконструкцију социјалистичког града. Временски период који дефинише почетак доба транзиције почиње од 1990. године и траје дужи низ година. Транзиција се дефинише као процес комплексних реформи које обухватају пет главних аспеката на макро нивоу (политички, економски, друштвени, културни и еколошки), док се просторни ниво јавља као посебан проблем узрочно-последичног карактера [2]. Након анализе општег стања у Србији карактеристичног за оба друштвена уређења, као и стамбених политика, приступило се праћењу и документовању истих промена на нивоу Крагујевца, од 1945. године до данас.

**2. КОНТРАСТИ СТАМБЕНОГ СИСТЕМА ДВА
РАЗЛИЧИТА ДРУШТВЕНА УРЕЂЕЊА****2.1. Модел социјалистичког града**

У деценијама након Другог светског рата модел социјалистичког града примењује се широм држава Централне и Источне Европе (ЦИЕ). Стамбени системи социјалистичких земаља обликовани су у складу са идеолошким принципима. Како стамбени системи представљају мешавину државне регулације и тржишних процеса, за социјалистички систем се може рећи да представља форму у којој се становање третира као друштвено добро, односно, колективна потрошња је у потпуности регулисана државним институцијама [3]. За разлику од нових градова, где је спровођење обрасца урбаног развоја било могуће потпуно извршити у складу са социјалистичким принципима, реконструкција постојећих градова показује другачију слику. У таквим случајевима се избегавало рушење постојећег градског ткива, а новоградња се спроводила се слободном градском земљишту. Нове четврти су, пре свега стамбене, ретко кад подизане у близини историјских језгара градова и то су најчешће били случајеви поновне изградње делова уништених у Другом светском рату [4]. У многим случајевима, не постижу се стандарди квалитетног урбанистичког опремања нових насеља масовне стамбене изградње јавним службама и комуналном инфраструктуром, већ се испуњавају само основне стамбене потребе. Нова насеља често су

била визуелно непривлачна и монотона. Тренд регенерације градског простора кроз пројекте културне обнове започео је 1970-их.

2.2. Период транзиције у земљама ЦИЕ

Пост-социјалистички град је научна творевина која обухвата огроман број градова Централне и Источне Европе [5]. Слом социјалистичког система изазвао је велике економске промене у земљама ЦИЕ [5]. Почетак процеса транзиције се повезује са низом негативних ефеката као што су пад броја запослених и повећање цена. Период транзиције доводи до гашења социјалистичких предузећа, што узрокује пад броја запослених у индустрији. Брзо повлачење владе из контроле стамбеног сектора и смањење субвенција за резултат је имало ескалацију стамбене кризе [5]. Изградња стамбених објеката у земљама ЦИЕ смањивала се крајем 1980-их и почетком 1990-их година, да би 1993. године била сведена на минимум. Приватизација станова извршена је ради окретања ка тржишној економији у намери да се тиме побољша економска ефикасност која, у претходном систему, није испуњавала све захтеве [3]. У поређењу са социјалистичким периодом, у пост-социјалистичким градовима чести су примери спонтане, непланске и неформалне функционалне и просторне манифестације културних активности, које доводе до регенерације запуштених делова града који су имали потенцијал за овакву врсту побољшања.

3. СРБИЈА У ДОБА СОЦИЈАЛИЗМА

Прва фаза социјалистичке урбанизације захватила је већински рурално друштво. Почетком 1950-их година удео сеоског становништва у Мађарској и Пољској износио је између 65 и 70%, у Чешкој 55%, Румунији и Бугарској око 75%, а у Југославији чак 80% [6]. У поређењу са европским земљама које су припадале такозваном социјалистичком блоку, југословенски самоуправни систем и пратећа форма друштвеног власништва омогућавали су већи степен инкорпорације тржишних принципа у сфери примарне/официјалне економије, либералнији режим доходака и потрошачких модела, као и виши ниво животног стандарда [3]. Отуда је и стамбени систем у Југославији имао специфичну институционалну структуру која је имала доста разлика у односу на друге социјалистичке моделе [3].

3.1. Крагујевац у периоду од 1945. до 1990. године

Крај Другог светског рата променио је урбану слику Крагујевца, као и осталих градова у Србији. У Крагујевцу почиње да се формира аутомобилска индустрија „Застава“, а такође се оснивају и друга индустријска предузећа. Све то доводи до повећања броја градитељских активности. Временом, Крагујевац добија значајну улогу у индустријализацији Југославије и истовремено израста у велики урбани центар. У структури изграђеног подручја Крагујевца доминирају стамбене зграде, не само по броју, већ и по површини градског земљишта коју користе, као и по квадратури. У првим послератним годинама Крагујевац је био град малих и ниских кућа. Спратност

вишепородичних стамбених зграда је непрекидно расла. Прве вишеспратнице су имале спратност П+2, затим следи група са спратношћу П+3, док високи објекти – куле, имају спратност П+14 и П+14+Пк [7].

У првим годинама послератног периода, од 1946. до 1953. године, на удаљености око 2 км од центра града изграђено је радничко насеље Вашариште (слика 1), које је показивало модел становања у новим друштвеним условима [7]. Чинило га је 10 слободностојећих објеката спратности П+2 које су окружене већом зеленом и слободном површином.



Слика 1. Радничко насеље Вашариште [7]

Током 60-их година прошлог века, вишепородично становање је било усмерено на реконструкцију градског центра у намери да се измени постојећа урбана структура. План је био да се градско језгро реконструише, али уз очување историјског наслеђа града. Период грађења стамбених кула у Крагујевцу, у центру града, започет је 1962. године изградњом солитера у Продору (слика 2).



Слика 2. Први солитери у Крагујевцу

3.2. Крагујевац у периоду од 1945. до 1990. године

У периоду од 1965. до 1990. прираштај становника је био највећи и најбржи у целој историји Крагујевца [8]. У новоизграђеним насељима грађени су објекти средње спратности, умерене густине насељености и са умерено искоришћеним земљиштем, обезбеђеним зеленим површинама и парковима.

Прво велико стамбено насеље у Крагујевцу настало по угледу на француски модел становања било је стамбено насеље Ердоглија (слика 3). Настало је на неизграђеном терену у близини Старе радничке колоније. Изградња је започета средином 1960. године. Зграде су углавном спратности П+4, ламеларног типа, умерене густине, а било је обезбеђено и комфортно становање. Најспецифичнији елемент у овом

стамбеном насељу јесте солитер „Ипсилон“, који се истиче својом високом спратношћу и изгледом. Основа овог солитера има облик латиничног слова „Y“, по чему је и солитер добио назив. Састоји се од 18 спратова и као такав и у данашњем времену представља највишу зграду у Крагујевцу.



Слика 3. Стамбено насеље Ердоглија [8]

По урбанистичком решењу и архитектури објеката, стамбено насеље Аеродром (слика 4) је на нивоу високих достигнућа социјалистичког модернизма. Насеље чини 10 блокова, у којима су, пре свега, заступљени објекти вишепородичног становања. Комерцијалне и јавне функције лоциране у средишњем делу насеља у блоку 8, у приземљу објеката вишепородичног становања.



Слика 4. Насеље Аеродром [8]

4. ПОСТ-СОЦИЈАЛИЗАМ У СРБИЈИ

Промене у становању у Србији током 1990-их биле су обележене социо-економском транзицијом друштва, што се одразило и на све друге аспекте живота у насељеним местима [3].

4.1. Крагујевац у доба транзиције

Пре уласка у „године кризе“, претходна деценија „стабилизације“ променила је темпо изградње Крагујевца. Улазак у последњу деценију 20. века обележава убрзана промена окружења у коме је грађен Крагујевац [9]. Пад обима стамбене изградње уследио је као последица велике економске кризе изазване распадом СФРЈ, ратом у окружењу и санкцијама. Извршена је приватизација станова. Долази до ниске куповне моћи становништва, високог нивоа инфлације и незапослености. Није више било фондова као ослонаца за изградњу великих насеља. Пад прилива становништва утицао је на тренд грађења. Пример изградње почетком 2000-их година је зграда „Интершпед“ (слика 5), стамбено-пословне намене. Садржи 40 станова и 15 пословних

просторија, које се налазе у приземљу објекта. Приказује максимално искоришћење парцеле, што је карактеристично за урбану обнову у време кризе.



Слика 5. Стамбено - пословна зграда [9]

4.2. Стамбена изградња након 2005. године

Стамбено ткиво Вашаришта карактерише неједнака изграђеност, а главна карактеристика је тенденција повећања капацитета становања у Улици краља Милана IV која припада категорији државног пута другог реда [10]. Становање у наведеном насељу се може поделити на неколико стамбених блокова. Прва два блока чини вишепородично становање са укупно пет ламела спратности од П+4 и карактерише их висока густина становања [10]. Ова спратност простире се дуж Улице краља Милана IV. Трећи стамбени блок оивичен је улицама Краља Милана IV (слика 6), Елизабете Рос и Јосипа Панчића, и обухвата 12 вишепородичних стамбених објеката спратности од П+2 и П+5, такође високих густина насељености [10].



Слика 6. Нови стамбени објекти дуж Улице краља Милана IV

Намена простора у обухвату плана подразумева становање као основну функцију, али и све друге делатности које су са становањем компатибилне. Типологија стамбених зона, према начину и типу становања дефинисана је кроз основне параметре - густине. Према густинама становања одређени су типови становања који имају две основне категорије: високе (А) и средње (Б) (слика 7).



Слика 7: Стамбени објекти на површини намењеној А.2.2 густини становања

4.3. Специфичности грађења станова – полицијски станови у насељу Метино брдо

На овом простору заступљено је углавном породично становање. Међутим, као последица развоја града, донесена је одлука да је могуће започети изградњу и вишепородичних објеката. У току су завршни радови на изградњи новог стамбеног комплекса у насељу Метино брдо. Овај план обухвата два нова стамбена блока са укупно 9 ламелних стамбених објеката спратности НП+П+5 у којима је изграђено 972 стана (слика 8). Објекти ће бити искључиво стамбене намене, без пословних простора. Планом је предвиђено уређење међублоковског простора зеленим површинама и пешачко-колским саобраћајницама, уз довољан број паркинг места, као и изградња дечјег игралишта.



Слика 8. Станови намењени припадницима снага безбедности

5. УПОРЕДНА АНАЛИЗА СТАМБЕНОГ СИСТЕМА ДВА ДРУШТВЕНА УРЕЂЕЊА

Кроз приказ стамбеног модела социјализма у Крагујевцу, представљају се и главни циљеви једног таквог модела. У основи социјализма је био план да се становницима одређеног насеља обезбеди приступ свим неопходним пратећим садржајима као што су паркинг простор, пешачке стазе, зелене површине, простор за децу, образовне и здравствене установе, као и трговине. Овакав приступ је једна од главних разлика између наведених друштвених уређења. Капитализам доноси могућност да појединци одлучују о пројектима нових стамбених јединица, што углавном изискује максимално искоришћење парцеле за изградњу, без довољно паркинг простора, зелених површина и простора за децу. Овакав тип градње доводи до формирања блокова затвореног типа. Поред друштвене и приватне својине, разлике се огледају и у изгледу самих објеката. Социјализам доноси дух наглашеног колективизма, уз типизацију, док наредни период доноси потпуну супротност и разноликост архитектонског израза, често без посебног квалитета.

6. ЗАКЉУЧАК

Свако ново друштвено уређење носи другачије економске и друштвене моделе. Студија случаја на којој се детаљније анализирао стамбени систем је град Крагујевац. У периоду након Другог светског рата, реконструкција центра града није била идеално решење за стамбени сектор, тако да након 1960. године почиње изградња нових стамбених насеља на неизграђеним просторима. Тренд раста се одржао све до 1980. године, када нагли пораст грађења престаје и

улази у период стагнације. Деценију касније, Србија улази у период транзиције, што доводи и до великих промена у сектору становања. У Крагујевцу долази до ниске куповне моћи становништва, високог нивоа инфлације и незапослености. Након одређеног периода број становника почиње да се повећава, што поново узрокује и учесталију градњу стамбених објеката, сконцентрисану углавном на централно подручје града.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Митровић, Из историје културе и архитектуре - Записи једног истраживача (1994-2014), Нови Сад: MSUV.ORG, 2016.
- [2] Љ. Пушић, Sustainable Development and Urban Identity: A Social Context. Spatium, 2004.
- [3] М. Петровић, Социологија становања - Стамбена политика: изазови и могућности., Београд: Институт за социолошка истраживања Филозофског факултета у Београду, 2004.
- [4] A. Diener, J. Hagen, From Socialist to Post-Socialist Cities: Cultural Politics of Architecture, Urban Planning, and Identity in Eurasia, London: Routledge, 2015.
- [5] K. Stanilov, "Housing trends in Central and Eastern European cities during and after the period of transition," in *The post-socialist city*, Cincinnati, School of Planning, University of Cincinnati, 2007, pp. 179-190.
- [6] I. F. Hamilton, Transformation of Cities in Central and Eastern Europe: Towards Globalization, Tokyo: UNU Press, 2005.
- [7] В. Трифуновић, Грађење Крагујевца од 1945. до 1965. године, Крагујевац : Удружење „Крагујевац наш град"; Установа културе „Кораци", 2018.
- [8] В. Трифуновић, Од самоуправљања до кризе - Грађење Крагујевца од 1965, до 1990. године, Крагујевац : Дирекција за урбанизам и изградњу, 2019.
- [9] В. Трифуновић, Време кризе - Грађење Крагујевца у периоду од 1990. до 2005. године, Крагујевац: Удружење „Крагујевац наш град", 2020.
- [10] Дирекција за урбанизам и изградњу , План генералне регулације "Насеља Вашариште", Крагујевац, 2014.

Кратка биографија:



Александра Марковић рођена је у Крагујевцу 26.08.1998. године. Мастер рад је одбранила 2022. године на Факултету техничких наука у Новом Саду.
Контакт: a.markovic98@gmail.com

PASIVNA KUĆA ZA ODMOR NA LOKALITETU LABUDOVO OKNO **PASSIVE HOUSE FOR VACATION IN LABUDOVO OKNO LOCALITY**

Dunja Bašić Palković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast - ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ideja za projekat „Pasivna kuća“ je potekla od vidikovca/ osmatračnice za ptice, koje se najčešće nalaze do vode ili u vodi, radi boljeg pregleda okoline. Lokacija, koja je uzeta za potrebe projekta, je idealno mesto za osmatračnicu zbog velikog broja ptica, kao i riba i divljači. Koncept se bazira na sjedinjavanju ideje osmatračnice sa kućom za odmor i dobijanju objekta, koji bi bio u celosti samoodrživ i pasivan, zbog potrebe lokacije, i koji bi omogućavao ljudima da provedu neko vreme izolovani u prirodi, radi potrebe istraživanja ili razonode.

Ključne reči: osmatračnica, kuća za odmor, samoodrživost, pasivna kuća.

Abstract – The idea for the project „Passive house“ came from a lookout/ observatory for birds, which are usually located next to water or in water, for a better overview of the environment. The location, which was taken for the purposes of the project, is an ideal place for an observatory due to the large number of birds, as well as fish and game. The concept is based on combining the idea of an observatory with a vacation home and obtaining a facility that would be entirely self-sustaining and passive, due to the location's needs, and which would allow people to spend some time isolated in nature, for the purpose of research or leisure.

Keywords: observatory, vacation home, Self-sustainability, passive house.

1. UVOD

Evolucija naših izgrađenih okruženja je bila ogromna. Sve do 20. veka oblast arhitekture je odgovarala samo na dva pojma: ljudi (korisnik prostora) i dizajn. Ova dva pojma su rodila ogromnu kolekciju arhitektonskog dizajna, prikazujući našu evoluciju kao vrste. Dakle, šta se promenilo u arhitekturi 21. veka? Prenaseljenost, koju je prouzrokovao čovek, je dovela do opasnosti kao što su krčenje šuma i zagađenje svih vrsta. Izgrađeno okruženje više nije zdravo ni bezbedno za nas, ili naše prirodno okruženje, zbog našeg nedostatka samosvesti.

Globalno zagrevanje otkrilo je posledice koje neregulisana ljudska aktivnost ima na planetu. Arhitektura više ne služi samo ljudima i teoriji dizajna, već i održivosti, kao novoj aktuelnoj temi naše oblasti. Održivost je proces zadovoljavanja potreba sadašnjosti bez ugrožavanja budućih generacija i njihovih potreba.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov, vanr. prof.

Ova definicija može se razložiti na tri glavna aspekta na kojima počiva održivost – ekologija, ekonomija i društvo. Arhitektura predstavlja disciplinu koja kroz svoju praksu izraženo utiče na sva polja održivosti, a pasivni dizajn leži u osnovi održive arhitekture [2].

Želja mi je bila da se bavim održivim principima pasivnih kuća i isprojektujem objekat detaljno razrađen u skladu sa njima. Ti principi određuju i detaljnu poziciju objekta na lokaciji, kao i blizinu ili daljinu zelenila od objekta. Lokacija, Labudovo okno (Slika 1.), je u potpunosti uticala na dalji tok projekta. Orijentacija i oblik krova je morao biti prilagođen solarnim tehnologijama, a blizina vode i kvalitet zemljišta je odredio snabdevanje vodom i tehnologije koje su upotrebljene.



Slika 1. Priroda rezervata Labudovo okno [5]

2. PASIVNA KUĆA

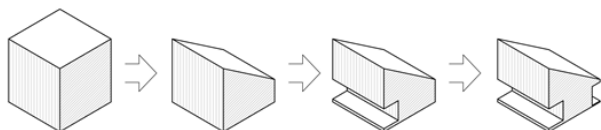
Pasivna kuća je standard i naučno dizajnersko sredstvo koje postiže izuzetno udobne i zdrave uslove života i rada u kombinaciji sa niskom potrošnjom energije i minimalnim emisijama ugljenika. Metoda pasivne kuće je uspešno primenjena i testirana u svim evropskim klimama, SAD, Kanadi, pa čak i u toplim azijskim klimama gde postoji potreba za hlađenjem. Regionalnim varijacijama tehnika dizajna se pokazalo da je metoda zaista primenljiva skoro u celom svetu. Tehnike projektovanja su nastale u srednjoevropskoj klimi sa veoma hladnim zimama, a praćenje performansi je pokazalo da je pasivna kuća idealno prilagođena blažoj klimi. Pasivna kuća je objekat u kojoj se toplotni komfor može obezbediti naknadnim zagrevanjem ili naknadnim hlađenjem protokom svežeg vazduha, koji je neophodan za dobar kvalitet vazduha u zatvorenom prostoru. Koncept zahteva upotrebu preciznih tehničkih metoda, koje su zasnovane na nauci građevinske fizike.

Pasivna kuća pruža veliki deo svoje udobnosti i veoma niske troškove energije zahvaljujući izolaciji i konstrukciji bez promaje. Ako zgrada nije provetrena promajama, onda se mora provetravati na drugi način, a

pasivna kuća koristi ventilaciju sa povratom toplote kako bi obezbedila dovoljno svežeg vazduha zimi, kada su prozori zatvoreni, bez trošenja energije od hladne promaje koja duva kroz objekat.

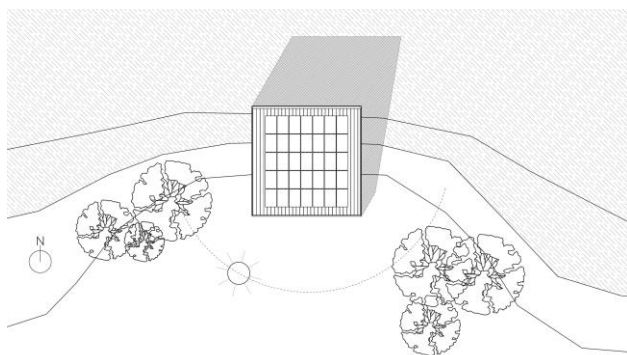
Ključna svrha pasivne kuće je postizanje veoma visokog nivoa udobnosti i zdravlja u zatvorenom prostoru, uz korišćenje vrlo malo grejanja ili hlađenja (maksimalno 15kVh/m²/god „specifične potrebe za toplotom“) i veoma malo ukupne energije, uzimajući u obzir prenos gubitaka iz elektrane (maksimalno 120kVh/m²/god „primarne potrebe za energijom“). Paket planiranja pasivnih kuća (PHPP) sadrži detaljne zahteve koji moraju biti ispunjeni da bi se postigli obavezni standardi udobnosti, zdravlja i energije za sertifikaciju. Da bi se postigli svi detaljni tehnički zahtevi PHPP softvera, sledeće metode čine osnove dizajna pasivne kuće [2].

1. Faktor forme (Slika 2.) odnosi se na ukupan oblik, formu i veličinu objekta. Što je kompleksniji oblik kuće, to je veći broj mogućnosti gubitka toplote kroz omotač. Kuća sa nekoliko složenih spojeva i uglova će izgubiti mnogo više toplote kroz omotač od one koja je projektovana kao jednostavna, čvrsta forma [1].



Slika 2. Formiranje oblika objekta

2. Solarna orijentacija (Slika 3.) odnosi se na maksimalno iskorišćenje potencijala solarnog dobitka kroz orijentaciju objekta i zastakljivanje sa juga. Može se koristiti za smanjenje potreba za osvetljenjem korišćenjem prednosti prirodnog svetla. Da bi se u potpunosti iskoristio potencijal za dobijanje sunčeve energije, najduža fasada objekta treba da bude orijentisana što više ka jugu. U idealnom slučaju, južno orijentisana fasada treba da bude unutar 30 stepeni u oba smera (istok ili zapad) u odnosu na jug. Iako su mnoge lokacije ograničene postojećim parcelama i uličnim mrežama, još uvek postoje mogućnosti da se gornji spratovi objekta orijentišu ka jugu. Strategije solarnog zasenčenja treba da budu uključene u dizajn, kako bi se izbeglo pregrevanje tokom leta [1].



Slika 3. Orijentacija objekta

3. Spoljašnja izolacija (Slika 4a.) je tipično debljine oko 200–400 mm u pasivnim kućama, u umerenoj klimi.

Pomaže da se minimizira premošćavanje hladnoće i štiti građevinsku konstrukciju od toplotnog stresa i vremenskih uticaja. Može se napraviti od drveta ili mineralnih vlakana, ili od penastih ploča. Pogodna je preko zidane ili drvene konstrukcije, a može se završiti na različite načine, uključujući malter ili drvo. Za tanji zid ili krov, izolacija se obično integriše u konstrukciju sa drvenim okvirom. U ovom slučaju dobro rešenje je propusna izolacija od drveta ili mineralnih vlakana u kombinaciji sa paropropusnim i vremenskim membranama.

4. Konstrukcija bez promaje (Slika 4b.) je veoma bitna za obezbeđivanje udobnosti korisnika. Promaja, kako od konstrukcije koja curi, tako i od ventilatora za kupatilo, može potrošiti veliki deo toplote, koja se stvara za zagrevanje zgrade. Od suštinskog je značaja da se „linija nepropusnosti“ uzme u obzir od rane faze projektovanja, kako bi se osiguralo da projektant omogući izvođaču da on izvrši prvo ispitivanje vazduha u ranoj fazi procesa izgradnje, da bi se izbegle nepotrebne komplikacije. Neophodno je da se prvo ispitivanje vazduha izvrši čim se prozori i vrata ugrade i pre nego što se unutrašnje završne obrade stave preko naznačene linije nepropusnosti. Ako je linija nepropusnosti vidljiva na prvom vazdušnom testu, bilo koji kvar se može pronaći i popraviti. Uz odgovarajuću negu i primenu naprednih tehnika ugradnje lako je postići hermetičnost najmanje 17 puta bolju nego što to inače zahtevaju građevinski propisi.

5. Primarna namena veoma kvalitetnih prozora i vrata (Slika 4c.) je da obezbede toplotni komfor i eliminišu rizik od kondenzacije i pojave buđi. Trostruko zastakljeni prozori pasivne kuće se razlikuju od običnih trostruko zastakljenih prozora u nekoliko aspekata. Prozorski okviri prozora pasivne kuće imaju izolaciona svojstva koja ih čine toplim i skoro su potpuno bez promaje. Staklo se uklapa u okvire bez ikakvog curenja vazduha, a okviri koriste neprekidne zaptivke (bez spojeva), obično u dve „linije odbrane“. Precizno su projektovani za fine tolerancije i koriste lako podesive šarke za fino podešavanje. Koriste sisteme zaključavanja sa više tačaka kako bi osigurali da se prozor čvrsto privuče prema zaptivkama u zatvorenom položaju bez izobličenja. Ovo takođe pomaže da se obezbedi vrhunaska sigurnost. Prozor pasivne kuće je dizajniran da maksimizira solarne dobitke kako bi pomogao u zagrevanju zgrade zimi.

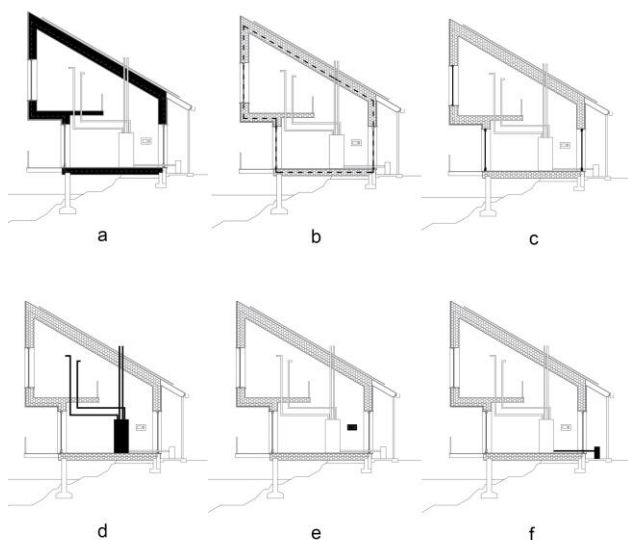
6. Ventilacija sa povratom toplote (Slika 4d.), koja se ponekad opisuje kao „higijenska ventilacija“, obezbeđuje obilje svežeg vazduha za pasivne objekte. Ovo je posebno korisno zimi, kada dobro zatvoreni prozori ne moraju da se otvaraju, potpuno izbegavajući promaju, kondenzaciju i rast buđi. Ventilacija sa povratom toplote koja je dobro dizajnirana, instalirana i puštena u rad štedi oko 90% toplote ustajalog vazduha koji se izvlači iz kupatila i kuhinje. Sakupljena toplota se ubacuje u svež vazduh koji se dovodi u dnevne i spavaće prostorije. To je uslov za uštedu energije i takođe je od suštinskog značaja za dobar kvalitet vazduha tokom zime u zgradi bez promaje.

7. Kvalitetno puštanje u rad (Slika 4e.) je od suštinske važnosti. Uloga dizajnerskog tima je da proveri da li su

mehanički i električni sistemi zgrade pravilno instalirani i da rade na način na koji su projektovani. Takođe je važno proveriti potrošnju energije i vode i protok ventilacije kada je zgrada u upotrebi. Dizajneri pasivnih kuća obično su strastveni u tome da kontrolni sistemi i korisnički interfejsi budu što jednostavniji.

8. Klima (Slika 4f.) ima različite lokalne karakteristike, tako da je od suštinskog značaja da se koriste ispravni lokalni klimatski podaci. Tehnike pasivne kuće su primenjive globalno, ali lokalni klimatski podaci mogu, na primer, dovesti do toga da neki regioni zahtevaju još bolje prozore ili drugi regioni zahtevaju manje kvalitetne prozore.

Sa odgovarajućim detaljima, zgrade pasivne kuće mogu se koristiti za smanjenje potražnje za energijom za grejanje u hladnim klimama ili za smanjenje potražnje za energijom za hlađenje u toplim klimama [2].



Slika 4. Osnove dizajna pasivne kuće

3. PRIMENJENE TEHNOLOGIJE

Sakupljanje kišnice

Pošto se novoprojektovani objekat nalazi u blizini vode i na veoma plavnom području, bunar, kao vid snabdevanja vodom, je nepovoljna opcija. Na odluku da se odbaci bunar kao način dobijanja vode je uticala i cena njegovog bušenja, kao i nepoznate odlike zemljišta na prostoru Labudovog okna.

Snabdevanje kišnicom je pogodna alternativa za kuću, koja nema stalne, dnevne potrebe za vodom i koja bi je koristila za osnovne potrebe.

Srbija ima kontinentalni režim padavina, sa većim količinama u toplijoj polovini godine, a normalna godišnja količina padavina za celu zemlju iznosi 896 mm. Količina padavina bi trebala da bude oko 50mm mesečno za zadovoljenje potreba za vodom.

Proračun potrebe za kišnicom jako je bitan jer direktno utiče na dizajn i formu novoprojektovanog objekta, kako bi se omogućilo maksimalno iskorišćenje mogućih površina za sakupljanje kišnice.

Pomoću proračuna (Slika 5.) zaključuje se koliko je kišnice potrebno da se zadovolje potrebe kuće. Kroz odnos ponude i potražnje se posmatra količina kišnice, koja je sakupljena, i upoređuje se sa količinom kišnice, koja se namerava upotrebiti. Ako je odnos ispod 1,0, onda se pokušava koristiti više kišnice nego što se može prikupiti na godišnjem nivou [3].

	A	Б
1	Месец	Унутрашња потреба за водом
2		литара
3	Јан	5 417,3
4	Феб	5 417,3
5	Мар	5 417,3
6	Апр	5 417,3
7	Мај	5 417,3
8	Јун	5 417,3
9	Јул	5 417,3
10	Авг	5 417,3
11	Сеп	5 417,3
12	Окт	5 417,3
13	Нов	5 417,3
14	Дец	5 417,3
15	Укупна потребна количина воде у литрима/година	65 007,6

65 007,6 < 67 070

Slika 5. Ukupna potrebna količina vode i odnos između ukupne potrebne količine vode i ukupnog snabdevanja vodom

Solarna energija

Solarna energija je jedan od najčistijih načina dobijanja energije. Na većem delu teritorije Republike Srbije broj časova sunčevog zračenja znatno je veći nego u mnogim evropskim zemljama (između 1.500 i 2.200 časova godišnje). Prosečan intenzitet sunčevog zračenja na teritoriji Republike Srbije se kreće od 1,1 kWh/m²/dan na severu do 1,7 kWh/m²/dan na jugu, tokom januara, a od 5,9 do 6,6 kWh/m²/dan, tokom jula.

Na godišnjem nivou, prosečna vrednost energije zračenja, u centralnom delu Srbije, iznosi oko 1.400 kWh/m²/godišnje.

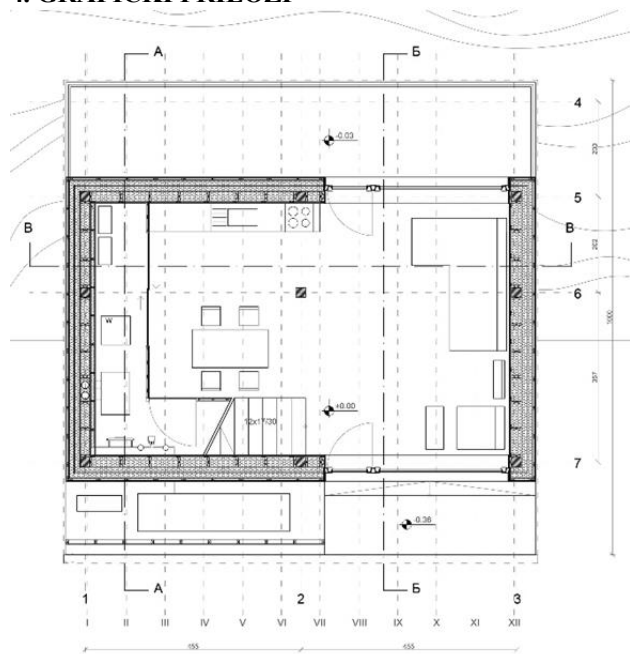
Pregledom ovih podataka zaključujemo da Srbija ima mnogo veći potencijal za prikljupljanje solarne energije nego što je, za sada, iskorišćen. Novoprojektovani objekat Pasivne kuće je zamišljen da u potpunosti iskoristi potencijal solarne energije i da je preuzme kao osnovno sredstvo dobijanja energije u off grid situaciji [4].

Ventilacija, grejanje i topla voda

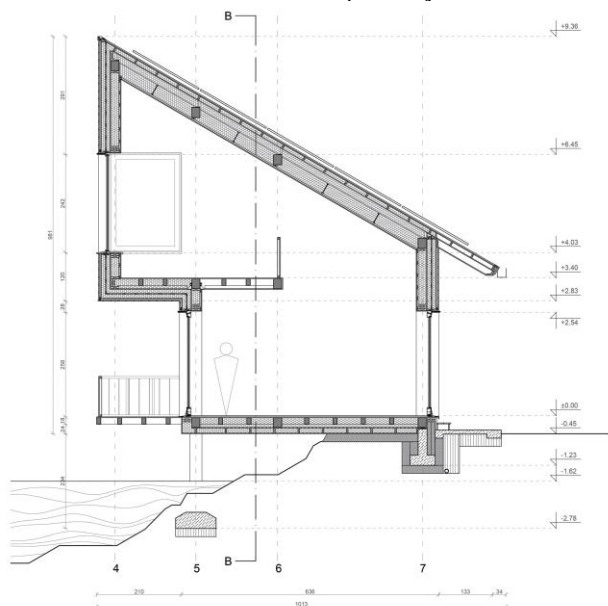
Novoprojektovani objekat „Pasivna kuća“ je dovoljno male kvadrature i kvalitetnog dizajna, da nije potrebno mnogo energije da se zagreje ceo prostor. Standard pasivne kuće omogućava da se objekat zagreje ili ohladi samo uz pomoć ventilacije.

Izabrana jedinica koja bi obavljala funkciju ventilacije, grejanja i zagrevanje vode je Compact P od proizvođača Nilan. Ukoliko postoji veći zahtev za grejanjem, na jedinicu je povezana toplotna pumpa vazduh-vazduh, koja radi po potrebi.

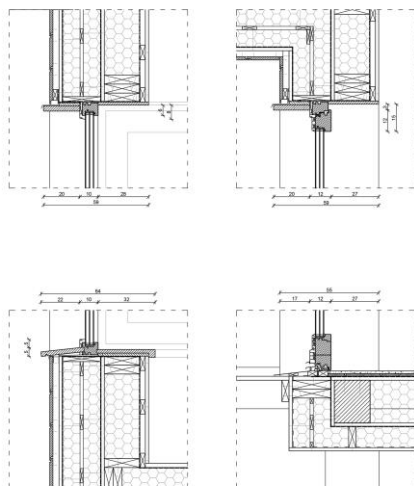
4. GRAFIČKI PRILOZI



Slika 6. Osnova prizemlja



Slika 7. Presek kroz objekat



Slika 8. Detalji prozora i balkonskih vrata



Slika 9. Vizuelni prikaz eksterijera objekta

6. ZAKLJUČAK

Ovim radom sam htela da pokažem kako je pasivna kuća jedan od najboljih i najisplativijih oblika izgradnje u današnje vreme. Pogodna je za svaku starosnu grupu i ima neverovatno malu potrošnju energije i niske troškove života. Sa svojim naprednim ekološkim principima, pasivna kuća se može smestiti bilo gde u svetu i biti u simbiozi sa okruženjem i prirodom i time omogućavati da korisnici uživaju u najlepšim prizorima. U mogućnosti smo da vidimo da sve više vrsta izumire i da se priroda muči da ide u korak sa našim delovanjem. Emisije ugljenika vrtoglavo nastavljaju da rastu iako svetske organizacije apeluju na promene. Ekstrakcija i snabdevanje fosilnim gorivima je jednako profitabilno, kao što je i neodgovorno i opasno po budućnost. Kao pojedinci, možemo pokazati svojim životnim stilom da je moguće smanjiti karbonski otisak i imati udobne stanove koji ne štete našem okruženju i planeti.

7. LITERATURA

- [1] J. Higgins, K. Wahlstrom, E. Henderson, G. Finch, T. Ely - *Builder Guide - BC Energy Step Code*, unapređenje BC Energy Step Code, 2018.
- [2] J. Bere - *An introduction to Passive House*, RIBA Publishing, 2013.
- [3] R. Avis, M. Avis - *Essential Rainwater Harvesting - A guide to home-scale system design*, Verge Permaculture, 2019.
- [4] <https://www.energetskiportal.rs/obnovljivi-izvori-energije/energija-sunca/>, septembar 2022.
- [5] <http://psdzlatiborrrts.org.rs/index.php/galerija/56-20-6-2020-labudovo-okno>, septembar 2022.

Kratka biografija:



Dunja Bašić Palković rođena je u Subotici 1998. god. Master rad odbranila je 2022. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura.

Kontakt:
dunjabasicp31@outlook.com

PROJEKAT ENTERIJERA BIKIKLISTIČKOG CENTRA NA PALIĆU**INTERIOR DESIGN OF BICYCLE CENTER IN PALIC**Stefan Strajin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- DIZAJN ENTERIJERA**

Kratak sadržaj – Rad se bavi detaljnom analizom železničke stanice na Paliću i njenom transformacijom, tj. prenamenom u biciklistički centar; pri čemu se vodilo računa da se celina u kojoj se objekat nalazi ne narušava, s obzirom da je objekat pod zaštitom Međuopštinskog zavoda za zaštitu spomenika kulture Subotice.

Ključne reči – Železnička stanica, Palić, prenamena, biciklistički centar, adaptivna arhitektura

Abstract – The paper deals with a detailed analysis of the railway station in Palic and its transformation, i.e. conversion into a cycling centre, while care was taken to ensure that the whole in which the facility is located is not damaged, given that the facility is under the protection of the Subotica Inter-municipal Institute for the Protection of Cultural Monuments.

Keywords: Railway Station, Palic, conversion, bicycle centre, adaptive architecture

1. UVOD**1.1. Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja je arhitektonski program biciklističkog centra, njegova funkcija i prostorna organizacija.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je izučavanje problema arhitektonskog programa kao što je biciklistički centar kroz analize relevantnih parametara za projektovanje enterijera, pri tom uzimajući u obzir analizu konteksta, prostornu organizaciju, funkcionalnu analizu, upotrebu materijala, novih tehnologija u enterijeru, kao i odnos primene prirodnog i veštačkog osvetljenja u definisanju kompleksnih enterijerskih celina karakterističnih za ovakav arhitektonski program.

1.3. Pojam biciklističkog centra

Pojam biciklističkog centra se vezuje za biciklizam u zatvorenom prostoru koji se često naziva i spinovanjem. U pitanju je oblik vežbanja sa časovima koji se fokusiraju na izdržljivost, snagu, intervale, visoki intenzitet i oporavak, takođe podrazumeva korišćenje specijalnog stacionarnog bicikla za vežbanje sa zamajcem utegnutim u postavku.

1.4. Pojam adaptivne arhitekture

„Adaptive reuse is the process of changing a building's function to accommodate the changing needs of its users” [1]. Ovo je jedna od mnogobrojnih definicija adaptivne arhitekture koja najbliže opisuje temu ovog rada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Todorov, vanr. prof.

Termin se može objasniti kao pojam koji predstavlja prilagođavanje starih struktura za nove svrhe na više različitih nivoa. Postoje mnogobrojni načini da se objekti prilagode novim namenama. Neki od njih su prilagođavanje promenom fasade, uvođenjem novog mobilijara, promenom pregradnih zidova ili drugih elemenata.

2. BIKIKLISTIČKI CENTRI – STUDIJE SLUČAJA**2.1. Kriterijum odabira studije slučaja**

Nepostojanje biciklističkih centara za trening, fizičku aktivnost u okvirima naše zemlje i težnja za uklapanjem u savremene biciklističke tokove doveli su do analize biciklističkih centara u internacionalnim krugovima. Rezultati te analize govore da se više ne grade klasični sportski objekti, sada su to tzv. biciklistički centri, koji svojim programom obuhvataju ne samo profesionalne takmičare, već i amatere kao i lokalno stanovništvo koje se uključuje u aktivnosti centra. Raznolikost programa ovakvih centara omogućava fleksibilno korišćenje objekta, pa se na taj način jedan ovako zahtevan i kompleksan prostor daleko lakše održava, odnosno finansira.

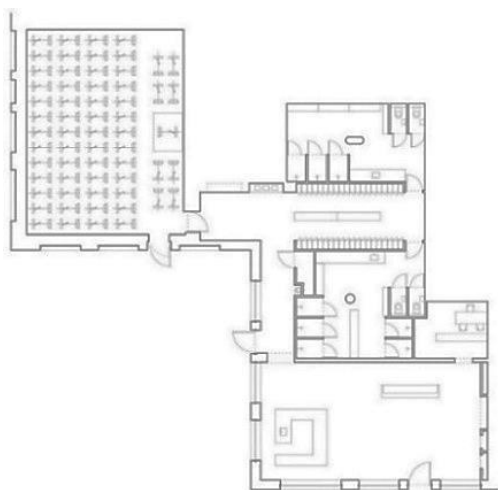
Od 5 primera studije slučaja, 3 primera se nalaze u Zapadnoj Evropi u razvijenijim državama, jedan primer se nalazi u Srednjoj Americi (Meksiku) i jedan u Istočnoj Evropi (Rusiji). U prilog tome ide da su to države sa višim standardom i ekonomskom moći, dok je naša država u periodu tranzicije već duži niz godina.

2.2. Biciklistički centar – primer br. 1 [2]

PROSTORNO – PROGRAMSKA ORGANIZACIJA: Prostorno – programska organizacija je razučena, razvijena pod velikim arhitektonskim okvirom tri različite funkcionalne zone. Ulazni deo sa barom gde se proizvode zdravi proizvodi i pultom gde se mogu dobiti informacije o načinu funkcionisanja ovog centra, sa kancelarijskim prostorom čine prvu funkcionalnu zonu.

Druga funkcionalna zona predstavlja dugačak, prostran hodnik sa ormarićima za lične stvari u odnosu na koji su simetrično postavljene muška i ženska svlačionica sa toaletima, tuš kabinama, umivaonicama sa ugrađenim fenovima za kosu.

Nastavak tog dugačkog hodnika je prilaz biciklističkoj sali koja je zvučno izolovana, poseduje svu potrebnu opremu za odvijanje treninga, kao što su zvučnici i ventilacioni sistem za protok svežeg vazduha, koja ujedno i predstavlja treću funkcionalnu zonu.



Slika 1. Osnova prizemlja

ARHITEKTONSKI NARATIV: Okruženje u kome se korisnici osećaju prijatno ima maksimalno otvoreni prostor ka spoljašnjosti koje se postiže kroz prirodno osvetljenje. Prozori u prostoriji koja je ulazni deo su uređeni u modernom stilu, oni su ne samo veliki, već i dovoljno otvoreni bez ikakvih teških i gustih zavesa. Sa fotografija se jasno uočava težnja ka jednostavnosti u dizajnu, malo složenih kombinacija boja i oblika. Ispravna geometrija koja se odnosi na nameštaj i dekorativne elemente. Sagledava se prozirni zid sa promenljivim LED tekstovima u ulaznom delu.

MOBILIJAR: Instalacije na plafonu su jasno sagledive, obojene u belu boju da se uklopi sa mobilijarom i generalno celokupnim enterijerom. Prostor ovog objekta deluje izuzetno sterilno, dominira bela boja koja svakako i otvara ovaj prostor, čini ga vizuelno prostranijim.

KARAKTERISTIČNE FUNKCIONALNE CELINE: Što se funkcionalnih celina tiče, u osnovi možemo jasno sagledati podelu između zona. Radi se o prizemnom fitness centru koji kombinuje fitness sa vrhunskim ugostiteljskim iskustvom. Lokal je smešten u prizemlju stambene zgrade. Prva celina može se definisati kao ulazna partija sa prodavnicom sokova koja nudi organske proizvode kao što su smutiji, sveži sokovi i zdrava hrana. Druga celina koja se može izdvojiti je prostor sa svlačionicama i uniseks prostor sa ormarićima. Treća celina, ujedno i najbolje akcentovana, u osnovi je povezana sa prve dve celine hodnikom kroz koji se pristupa zvučno izolovanom studiu sa čak 27 zvučnika koji pružaju impresivno muzičko iskustvo tokom treninga.

2.3. Biciklistički centar – primer br. 2 [3]

PROSTORNO – PROGRAMSKA ORGANIZACIJA: Prostorno – programska organizacija ovog projekta je kompaktna, jednostavna i konkretno podeljena. Kretanje je jasno definisano od ulaznog dela na početku do biciklističke sale na kraju. Prostorije su uklopljene u pravougaonu osnovu u rasteru 3 x 2 stuba. Pokušaj stvaranja okruženja u kojem je svaki entitet prikazan infuzijom boja i tekstura koje su simbolične za njihovo oživljavanje prostora.

ARHITEKTONSKI NARATIV: U ovom projektu se prikazuje duh najveće biciklističke trke na svetu i atletski događaj sa tradicijom i multikulturalizmom prepun boja. Enterijer

centra je inspirisan plakatima za ove događaje u periodu od 1920-ih, pa sve do 1950-ih. Autori su hteli da prikažu estetiku ovog projekta kroz boje, izvore svetlosti i materijale.



Slika 2. Osnova prizemlja

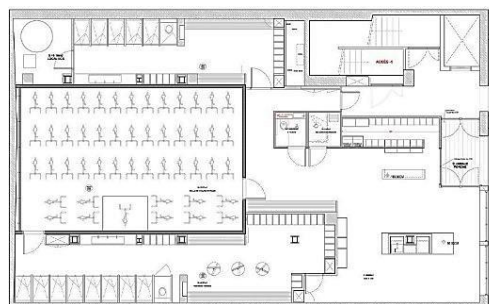
MOBILIJAR: Mobilijar i samo uređenje enterijera podređeno je najvećoj biciklističkoj trci na svetu. Kao i sama trka, ono je podeljeno u etape koje se može sagledavati kroz oblikovanje mobilijara. Primer toga su tri nivoa štanda kod same recepcije, na ulazu, koji oponašaju podijum aludirajući na okupljanje biciklista pre i posle treninga.

KARAKTERISTIČNE FUNKCIONALNE CELINE: Izdvajaju se 3 karakteristične funkcionalne celine od kojih je jedna ulazni deo sa delom za sedenje, druga celina je u suštini prelazni prostor za ulazak u salu koja sadrži kupatila sa obe strane hodnika.

Kupatila poseduju osvetljena ogledala, geometrijske oblike i dijametron različitih boja. Treća celina i najbitnija je mračni biciklistički studio, gde su se autori poigrali dekonstruisanim linearnim osvetljenjem kao poziv da korisnik ovog prostora da sve od sebe bez želje da se zaustavi do samog kraja treninga.

2.4. Biciklistički centar – primer br. 3[4]

PROSTORNO – PROGRAMSKA ORGANIZACIJA: Štamparija i banka su prethodna funkcija ovog prostora koji je bilo teško optimizovati sa niskim plafonom i postići željene efekte. To je na neki način postignuto specijalno dizajniranim osvetljenjem koje optočava strukture i ravnomerno osvetljava i zagreva taj isti prostor.



Slika 3. Osnova prizemlja

ARHITEKTONSKI NARATIV: Okruženje u kom se korisnici osećaju prijatno i dostupno svim slojevima društva. Kroz pažljiv odabir materijala iznete su smernice gde enterijer treba da bude živahan i da odražava ideologiju brenda.

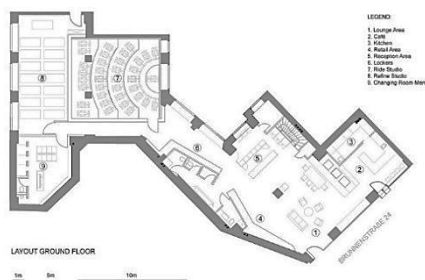
MOBILIJAR: Arhitekta su za ovaj projekat dizajnirali niz nameštaja po meri da bi se uklopili u novoprojektovane gabarite prostorija. Mobilijar je oplemenjen savremenim stavovima kako bi se optimizovala udobnost i stvorio osećaj esencijalnosti kroz dizajn sitnih, suptilnih detalja enterijera.

Kao i obično u projektima ove projektantske kuće, za dizajn se koristi mali broj materijala. Mesingana okretna ogledala u svlačionicama su ponovljena verzija tradicionalne francuske „coiffeuse“, sa ugrađenim fenom za kosu. Takođe, mesing se koristi za svetla koja su napravljena po meri kako bi odgovarala prostoru, kao i unutar polica i radne površine predvorja. Beton ima posebno mesto kao materijal u okviru ove arhitektonske prakse i korišćen je za livenje recepcije. Za ugrađivanje logotipa kompanije primenjena je posebna tehnika livenja. Fracunski hrast, koji se tradicionalno koristi za izradu bačvi, napravljen je za dizajn jednostavnih klupa u studiju.

KARAKTERISTIČNE FUNKCIONALNE CELINE: Od karakterističnih funkcionalnih celina u osnovi se sagledava ulazni deo sa recepcijom i maloprodajnim delom na zidu. Kao najbitnija funkcionalna celina je biciklistički studio oko kojeg je artikulisan ovaj projekat, simetrično omeđen muškom i ženskom svlačionicom.

2.5. Biciklistički centar – primer br. 4[5]

PROSTORNO – PROGRAMSKA ORGANIZACIJA: Prostorno – programska organizacija je jasno definisana. Po površini prostor za korisnike i radnike je srazmeran i jasno odvojen fizičkim i vizuelnim pregradama. Pristup objektu ima dva različita ulaza. Glavni ulaz je direktno povezan sa recepcijom i maloprodajnim delom kroz deo za sedenje sa pogledom na park spolja. Drugi ulaz je usko povezan sa restoranom i kuhinjom gde se proizvodi i poslužuje veganska hrana, mesto koje je ujedno pogodno i za urbane nomade sa potencijalom za zajedničku saradnju.



Slika 4. Osnova prizemlja

ARHITEKTONSKI NARATIV: Ovaj biciklistički centar vodeći je projekat za novi koncept u velnes sektoru koji spaja zdravlje, kondiciju i stil, čime je zabeležen veliki potencijal. Iako su tradicionalne teretane vodile neutralniju ili čak prijatniju atmosferu, predlog arhitekata sledi savremeni duh jedinstvenosti i jednostavnosti priznajući manje netaknutu i prirodnu stranu stvari. Tamo gde staro ili čak propadanje ne podrazumeva zastarelost, već upravo suprotno, priliku za pronalaženje posebnosti. Kao takav, dizajn spaja već postojeće s novim, stvarajući novi prostor za samospoznaju.

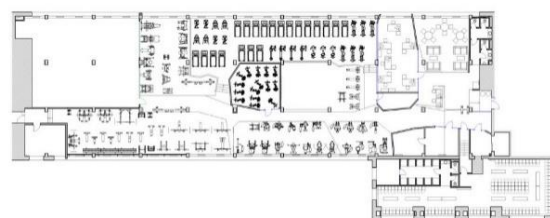
MOBILIJAR: Mobilijar je pažljivo biran, počev od najsitnijih detalja rasvete, preko stolica, barskih stolica, dezena pulta u kuhinji do velikog mesinganog parazita koji ostavlja najjači utisak na samom ulazu u ovaj studio. Odabirom mobilijara enterijer prostora podseća na skandinavski stil kojeg karakteriše mobilijar jednostavne forme, lagan nameštaj ergonomično dizajniran. Komadi mogu imati zaobljenu ili geometrijsku formu, ali su linije u tom slučaju uvek svedene, a boje uglavnom umerene. Ovaj projekat oslikava veliku osvetljenost prostora sa upotrebom prirodnog materijala – drveta.

KARAKTERISTIČNE FUNKCIONALNE CELINE: Komercijalna jedinica u prizemlju nekada je služila kao banka. Sama zgrada funkcionalno nije bila razvijena imajući u vidu raspored otvorenog prostor, a potom i sagledavajući stari svod, teške zidove od opeke, ali i fragmentisan raspored koji će diktirati funkcionalne celine kasnije. Jasno uočavamo da je projekat podeljen na 2 etaže.

Rešenje ovog problema bio je arhitektonski parazit u obliku mesingane konstrukcije koja je preoblikovala unutrašnjost i funkcionisala kao okosnica koja će korisnika ovog prostora pratiti od samog ulaza, preko dnevnog boravka i recepcije, do ormarića i na kraju do biciklističkog studia. Kao druga po vrednosti funkcionalna celina je biciklistička sala, crna kutija, koja je akustično odvojena od svog okruženja standardnim materijalima za sprečavanje prolaska zvuka. Svetlosna emisija, zvučni sistem i sofisticirani sistem ventilacionog sistema prilagođeni su specijalno za centar kako bi poboljšali dinamiku i osećaj kretanja na stacionarnim biciklima.

2.6. Biciklistički centar – primer br. 5[6]

PROSTORNO – PROGRAMSKA ORGANIZACIJA: Prostorno – programska organizacija je jasno definisana. Po površini prostor za korisnike i radnike je srazmeran i jasno odvojen fizičkim i vizuelnim pregradama. Pristup prostoru je predviđen kroz jedan ulaz. Glavni ulaz je direktno povezan sa recepcijom i maloprodajnim delom kroz deo za sedenje sa pogledom na park spolja sa jedne strane, dok je sa druge strane svlačionica sa sanitarnim blokom. U nastavku hodnika nižu se sve ostale funkcionalne celine koje su pažljivo organizovane i povezane sa izlomljenim hodnikom.



Slika 5. Osnova

ARHITEKTONSKI NARATIV: Klijent je želeo ovim projektom da napravi veliki stilski klub sa visokokvalitetnom opremom i originalnim dizajnom. Ekspresivan dinamičan dizajn koji su kreirali arhitekta Za Bor jedan je od faktora privlačenja korisnika, odnosno svojevrsna konkurentska prednost ovog centra je pažljivo osmišljen dizajn enterijera. Za ove rezultate klijent je pronašao odgovarajući prostor iz razloga jer je bila potrebna veliki prostor po površini sa visokim plafonima i dobrom izolacijom. Za vreme projektovanja investitor se pozabavio brandingom samog centra koji je kasnije uticao na izbor boja, kao i format informacionih i navigacionih znakova u centru.

MOBILIJAR: Mobilijar je pažljivo biran, počev od najsitnijih detalja rasvete, preko stolica, barskih stolica, dezena pulta itd. Odabirom mobilijara enterijer prostora podseća na futuristički stil kojeg karakteriše mobilijar zaobljene forme. Komadi mogu imati zaobljenu ili geometrijsku formu, ali su linije u tom slučaju uvek svedene. Ovaj projekat oslikava veliku osvetljenost prostora sa upotrebom prirodnog materijala – drveta. Takođe, enterijer je minimalistički projektovan uz

upotrebu drvenih podnih obloga i gumenih podloga koji čine skladnu celinu sa opremom koja je pažljivo odabrana za ovaj centar.

KARAKTERISTIČNE FUNKCIONALNE CELINE: Arhitekta su prilikom projektovanja prostorija pre svega pošli od funkcionalnog zoniranja. Generalno, fitnes centar je osmišljen kao lakonski prostor koji predstavlja podlogu za dinamične izlomljene zapremine koje u ovom projektu simbolizuju dinamiku i pokret kao suštinu svakog sporta i zdravog načina života. Funkcionalnost različitih crvenih volumena podrazumeva postavljanje svlačionica, trener-skih i drugih izolovanih prostora unutra, kao i podelu zona prema nivou buke. U dva najveća volumena smešteni su tihi poslovni blok i bučni sala sa stacionarnim bicikloma sa moćnim audio sistemom koju prati ritmična muzika. Još jedna karakteristika kluba je zona kardio-vaskularnih mašina

3. ZAKLJUČAK

U svetu u kome nove tehnologije brzo diktiraju promene u radu i procesu korišćenja pojedinih institucija, kako ne bi došlo do njihovog izumiranja, neophodno je uložiti napore za očuvanje tradicije i samim tim održati svest o kulturi građana. Bogatstvo graditeljskog nasleđa, koje predstavlja izraz arhitekture vremena u kome je nastalo, pruža mogućnost karakterističnog izražavanja koristeći se savremenim sredstvima. Koristeći se arhitektonskim sredstvima kao načinom komunikacije sa ljudima i okolinom moguće je minimalnim intervencijama stvoriti veliki doprinos i maksimalnu iskorišćenost transformisanog prostora. Upravo su ta arhitektonska sredstva ona što iskazuje karakter transformisanog prostora, njegovu obnovljenu formu, skladnu materijalizaciju, osvetljenje i funkciju koja svojom specifičnošću zadržava karakter prostora prilagođavajući ga vremenu u kome se nalazi i postavljajući temeljnu osnovu za dalje korišćenje u budućnosti.

Transformacijom objekta nekadašnje železničke stanice na Paliću u savremeno opremljen biciklistički centar doprinelo bi kvalitetu ovakvog tipa sportskih objekata u Srbiji i postavila grad Suboticu i Palić na biciklističku turističku mapu kakve postoje u razvijenijim državama Sveta.

Osim što će se urediti ceo kompleks železničke stanice, jasno bi se pokazala želja građana da je ovakav objekat od velikog kulturno - istorijskog značaja i dalje potrebna turističkom razvoju Subotice i Palića, doduše sa nešto drugačijom funkcijom u odnosu na prvobitnu koju je imala nakon svoje planirane izgradnje.

Prateći sportski karakter transformisane stanice, posetiocima bi bio pružen kvalitetan sadržaj koji bi ovakav tip sportskog objekta podigao na viši nivo.

4. LITERATURA

- [1] Francis, Alex. "What is a Spin Bike: Key Points." *The Sports Techs*, 11 Feb. 2021, <https://thesportstechs.com/what-is-a-spin-bike/>
- [2] Archdaily.com – kategorija: dizajn enterijera – sportski objekti; Amsterdam, Holandija - Evropa (preuzeto): 03.01.2021.); dostupno na: https://www.archdaily.com/787157/rocycle-xml?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects
- [3] Archdaily.com – kategorija: dizajn enterijera–sportski objekti; Guadalajara, Meksiko - Evropa (preuzeto): 04.01.2021.); dostupno na: https://www.archdaily.com/950464/refuse-indoor-cycling-ii-estudiofernandaorozco?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects
- [4] Archdaily.com – kategorija: dizajn enterijera – sportski objekti; Pariz, Francuska - Evropa (preuzeto): 05.01.2021.); dostupno na: https://www.archdaily.com/873004/lets-ride-lafayette-dasstudio?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects
- [5] Archdaily.com – kategorija: dizajn enterijera – sportski objekti; Berlin, Nemačka - Evropa (preuzeto): 09.01.2021.); dostupno na: https://www.archdaily.com/876529/becycle-gotz-plus-bilchev-architekten-plus-lien-tran-plus-draa?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects
- [6] Archdaily.com – kategorija: dizajn enterijera – sportski objekti; Moskva, Rusija - Evropa (preuzeto): 19.10.2022.); dostupno na: https://www.archdaily.com/518020/smena-fitness-club-za-bor-architects?ad_medium=gallery

Kratka biografija:



Stefan Strajin rođen je u Novom Sadu 1995. godine. Osnovne studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka upisao je 2014. godine, a završio 2019. godine. Iste godine upisuje master smer na Fakultetu tehničkih nauka – Dizajn enterijera.

ISPITIVANJE ZNAČAJA SEGMENTA ARHITEKTONSKE VIZUELIZACIJE UNUTAR SFERE VIRTUELNE PRODUKCIJE**STUDYING THE SIGNIFICANCE OF SEGMENTS OF ARCHITECTURAL VISUALISATION WITHIN VIRTUAL PRODUCTION**

Anja Pilipović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Cilj istraživanja jeste da se ispita mogućnost izrade virtuelne produkcije TV studijskog seta sa manjkom adekvatne opreme koja je neophodna za izradu kvalitetnih virtuelnih scena na zelenom platnu. Uz implementiranje virtuelne i realne scene utvrđuje se značaj segmenata arhitektonske vizuelizacije poput svetla, senke i rezolucije, unutar projekta virtuelne produkcije, da bi se ispitala imersivnost i realizam krajnjeg rezultata.

Ključne reči: Virtuelna produkcija, virtuelni set, render, softver, interaktivna vizuelizacija

Abstract – The goal of the research is to examine the possibility of creating a virtual production of a TV studio set with a lack of adequate equipment that is necessary for creating high-quality virtual scenes on the green screen. With the implementation of a virtual and real scene, the importance of architectural visualization segments such as light, shadow and resolution is determined within the virtual production project, in order to examine the immersiveness and realism of the final result.

Keywords: Virtual production, virtual set, render, software, interactive visualization,

1. UVOD

Arhitektonska vizuelizacija definiše se kao način prikazivanja neizvedenog projekta pomoću slika, 3D modela i rendera. Idejno rešenje ovog tipa prikazuje se klijentima, tako da imaju priliku da vide kako će izgrađeni objekat u budućnosti izgledati [1]. Zahvaljujući tehnološkoj revoluciji, arhitektonska vizuelizacija je danas na mnogo višem nivou. Pored statičnih rendera, sve češće je dostupno i direktno komuniciranje sa projektima u vidu real-time rendera, koje pružaju realniji i imersivniji pristup, što se postiže interaktivnom vizuelizacijom. Interaktivna vizuelizacija kombinovana sa VR i AR tehnologijama transformiše različite industrije pored arhitekture i građevinarstva, poput filmske i televizijske industrije. Produkcijske kuće zahtevaju izradu imersivnih i vrlo složenih scena, što podrazumeva velike finansijske i vremenske izdatke. Zato se češće virtuelna produkcija okreće alternativama poput VR i AR tehnologija koje značajno olakšavaju proces izrade filmskog seta, ali takođe pružaju potpuno novo iskustvo i kvalitet filma.

NAPOMENA:

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

1.1. Tema istraživanja

Virtuelna produkcija je širok pojam koji se odnosi na niz računarski potpomognute produkcije i metoda interaktivne vizualizacije filmskih i televizijskih sekvenci. Porast popularnosti dobila je zbog mogućnosti vizualizovanja i implementiranja fizičkih okvira unutar različitih virtuelnih scena u realnom vremenu. Fleksibilna tehnologija virtuelne produkcije omogućava iteraciju i eksperimentisanje u hodu bez predstavljanja značajnog rizika za proizvodnju ili budžet [2].

Iako se danas virtuelna produkcija koristi u velikoj meri, neophodno je istaći značaj segmenata arhitektonske vizuelizacije za imersivan i realan doživljaj. Svetlost, senka i rezolucija su značajni aspekti kreiranja finalnih rezultata. Prisustvo ovih aspekata čini iskustvo potpunim, a njihovo odsustvo utiče na krajnji rezultat u tolikoj meri da se postavlja pitanje realnosti doživljaja proizvoda virtuelne produkcije. U narednom segmentu, istraženi su aspekti arhitektonske vizuelizacije unutar sfere virtuelne produkcije na nekoliko primera.

1.2. Stanje u oblasti

Usaglašavanje segmenata arhitektonske vizuelizacije poput svetlosti, senke i rezolucije predstavlja značajan izazov za virtuelnu produkciju. Projekat koji se izvodi mora da bude imersivan, kako bi gledaocima pružio jedinstveno iskustvo. Problematika imersije ogleda se u implementiranju realne i virtuelne scene, i podešavanju određenih parametara koji doprinose imersivnom iskustvu. Najznačajnija komponenta virtuelne produkcije je prvenstveno virtuelni set, odnosno scena koja omogućava kontrolu i manipulaciju komponenti u realnom vremenu. Prednosti ovakvog načina rada su mnogobrojne: virtuelni studio set se mnogo brže postavlja od realnih fizičkih okvira studijskog seta; dizajneri imaju veći dijapazon materijala, oblika i kolorita koje je moguće implementirati u virtuelnu scenu; moguće je promeniti pozadinu virtuelnog seta tokom emitovanja emisije ukoliko za tim ima potrebe; virtuelni setovi mogu se snimati iz više uglova pomoću virtuelnih kamera itd [3].

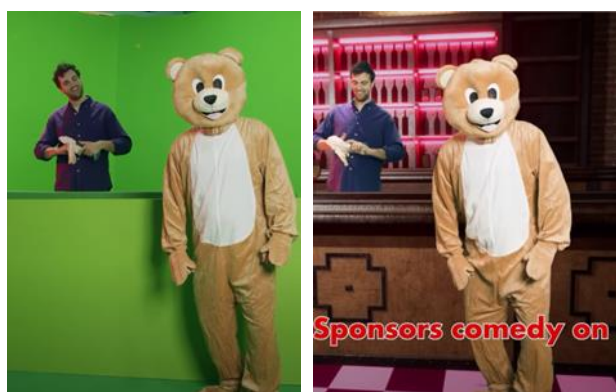
Da bi se izveo projekat pomoću virtuelne produkcije, neophodno je unutar virtuelnog seta implementirati aktere koji se nalaze unutar fizičkih okvira nekog prostora. U sferi virtuelne produkcije i dalje je najzastupljenija upotreba zelenog platna [4].

Zeleni ekran je velika zelena pozadina postavljena u pozadinu snimka kako bi se kasnije omogućila implementacija virtuelne scene. Problematika izrade projekta pomoću

virtuelne produkcije najviše se ogleda u finansijama koje ovakvi poduhvati zahtevaju. Zbog toga, postoji niz instrukcija za izradu manjih, ali ne nužno loših projekata sa neadekvatnom opremom, isključivo pomoću zelenog platna. Ovakvi poduhvati često daju pristojne rezultate, međutim najveći problem je u implementaciji segmenata arhitektonske vizuelizacije unutar sfere virtuelne produkcije. Da bi projekat u vidu kratkog filma ili animacije bio potpuno realan i imersivan za gledaoce, neophodno je usaglasiti izvor i pravac osvetljenja, kako bi automatski senke bile adekvatno izrađene i usaglašene unutar implementirane virtuelne scene. Pored toga, često se zaboravi na činjenicu da se zelena boja ipak u manjoj meri reflektuje na boju kože, tako da je neophodno usaglasiti kolorit virtuelne i realne scene, u post produkciji. Na primeru instrukcija videa rađenog za televizijsku kompaniju „BBC” („How we made a Comedy Series for the BBC using Virtual Production”), autora Filipa Mosa (eng. Philip Moss) u daljem navođenju analizirani su uticaji svetlosti, senke, rezolucije i kolorita na imersivnost virtuelnih scena rađenih pomoću zelenih ekrana u „kućnim” uslovima.



Slika 1. Prikaz neusaglašenog kolorita virtualne i realne scene



Slika 2. Odsustvo senke unutar virtuelne scene

Odsustvo senke nakon implementacije aktera u virtuelnu scenu čini iskustvo manje imersivnim, takođe se ističe prisustvo zelene boje na akteru, nakon implementacije

unutar virtuelne scene, što čini da scene nisu dovoljno usaglašene i značajno utiče na smanjenje kvaliteta doživljaja gledaoca.

1.3 Problem istraživanja

Veliki problem koji se javlja prilikom ovakvog načina rada jesu finansijska sredstva koje virtuelna produkcija iziskuje. Sve češće se mogu pronaći različite instrukcije za izvedbu virtuelne produkcije koja iziskuje značajno manja finansijska sredstva, sa minimalnom opremom, kod kuće. Međutim, proizvodi virtuelne produkcije dobijeni sa minimalnim finansijskim utroškom, često ne ostvaruju dobre rezultate. Najčešće se javlja problem odsustva senke koje proizvodi akter u fizičkim okvirima, a koja se u procesu „izvlačenja” zelene pozadine gubi. Takođe, jedan od problema je i neusaglašenost rezolucija snimaka fizičkih okvira i aktera, u odnosu na hiper realistične rendere fizičkih okruženja. Izazov za izvođenje ovakvih projekata u minimalnim finansijskim uslovima i sa oskudnom opremom predstavlja i obezbeđivanje adekvatnog osvetljenja, koje je neophodno usaglasiti sa virtuelnom scenom kako bi čitav projekat izgledao imersivno i realno. Implementacija segmenata arhitektonske vizuelizacije prilikom izvedbi projekata virtuelne produkcije sa neadekvatnom opremom predstavlja izazov tokom rada, međutim ključna je za imersivno i realistično iskustvo.

1.4 Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je ispitati značaj i mogućnost implementacije svetla, senke, kolorita i rezolucije unutar virtuelne scene televizijskog studija izvedenog sa značajno manjim budžetom u odnosu na izvođenje projekata virtuelne produkcije u industrijskom smislu, usled čega će se ispitati relevantnost ovog načina rada u virtuelnoj produkciji na osnovu sledećih kriterijuma:

- novčani izdaci neophodni za realizovanje rezultata, pri čemu je zamisao da oni budu minimalni
- minimalno vreme neophodno za izradu krajnjih video zapisa
- ličnog osećaja i mišljenja većeg broja ljudi koji će se ispitati kroz anketu i dati svoju ocenu imersije krajnjih rezultata

2. METODOLOGIJA

Kako bi se ustanovio uticaj arhitektonskih odlika senke, svetlosti, kolorita i rezolucije, prvo je neophodno ustanoviti metodologiju izrade čitavog istraživanja. S obzirom da je tema samog istraživanja uticaj svetlosti, senke, materijalizacije i rezolucije unutar sfere virtuelne produkcije, prilikom obrade metodologije prvenstveno je potrebno generisati virtuelnu scenu, koja podrazumeva metod modelovanja, dodeljivanja materijala i osvetljenja.

U daljem tekstu nalazi se detaljno objašnjenje metodologije izrade virtuelne scene. Zatim, radi ostvarivanja rezultata istraživanja, neophodno je primeniti metod izrade realne scene pomoću zelenog platna, koje se odigrava u vrlo oskudnim okolnostima, odnosno sa neadekvatnom opremom.

Nakon izrađene obe scene, primenjuje se metod integrisanja virtuelne i realne scene, kako bi se kasnije primenio metod analize ostvarenih rezultata.

2.2 Izrada virtuelne scene

Izrada virtuelne scene televizijskog studija korišćena u ovom istraživanju, primarno je izrađena za potrebe konferencije „CGA 2022, Remodelling the future”¹. Prilikom izrade modela, ustanovljen je određeni stil enterijera televizijskog studija, koji odaje utisak dnevne sobe i koristi se za talk-show. Za potrebe izrade modela, korišćen je softver Autodesk 3Ds Max. Nakon izrađenog 3D modela, da bi se manipulisali određeni segmenti scene i izradila materijalizacija, osvetljenje i interakcija unutar prostora, korišćen je program Unreal Engine 5. Obzirom da se gejmerski softveri ne koriste za modelovanje, jer su mogućnosti modelovanja u samom programu vrlo bazične, Unreal Engine nudi veoma lako implementiranje izrađenih modela. Pored toga, ostale mogućnosti koje nudi program su mnogobrojne. Značajno olakšana komunikacija sa projektom, izrada materijalizacije i osvetljenja sa rezultatima u realnom vremenu predstavljaju razloge za odabir ovog programa.

Izrada materijalizacije scene značajno je olakšana zahvaljujući dodatku *Quixel Bridge*². Pored modela, *Quixel Bridge* nudi širok dijapazon materijala koje je moguće implementirati unutar autorske scene. Pored materijalizacije, čija je izrada vrlo bitna za sagledavanje scene, pri čemu je bitno voditi računa o sveukupnom doživljaju, tako da scena ne deluje previše plastično kada se unutar nje implementiraju kadrovi sa zelenog platna, bitno je spomenuti i osvetljenje. Osvetljenje televizijskih studija je vrlo karakteristično. Ne postoji izvor prirodnog svetla, i može se reći da je primena veštačkog svetla postavljena u velikoj meri, kako bi akteri unutar scene bili adekvatno osvetljeni. U skladu s tim, osvetljenje virtuelnog televizijskog studija koristi više različitih tipova osvetljenja, od reflektora, do emisivnih segmenata unutar scene i sijalica različitih boja.



Slika 3. Prikaz finalizovanog modela sa dodeljenom materijalizacijom i osvetljenjem

2.3 Izrada realne scene pomoću zelenog platna

Radi ostvarivanja cilja ovog istraživanja, bilo je neophodno izraditi set zelenog platna. Glavni kriterijumi postavljeni unutar ciljeva su imersija koja će biti ocenjena pomoću ankete, a druga dva kriterijuma su novčani izdasci i vreme potrebno da bi se izveo projekat. Shodno tome, u nastavku će biti napomenute cene korišćene opreme prilikom izrade

ovog projekta. Okolnosti su bile takve, da je zeleno platno instalirano u spavaćoj sobi, dimenzija 4,3m x 3,1m, tako da je instalirano platno dimenzija 3m x 2,4m. Metar zelenog platna širine 2,4m košta 600 dinara. Prilikom izrade ove scene, korišćeno je ukupno 4m tkanine, što na kraju podrazumeva izdatke od 2400 dinara za zeleno platno. Prilikom snimanja, korišćena je DSLR kamera Nikon D7000. Prilikom ovog istraživanja, otvor blende i brzina zatvarača su vrednosti koje su bile fiksne, dok je ISO vrednost značajno povećana da bi se prikazala pojava granulacije koja negativno utiče na iskustvo imersije jer se javlja preterana pikselizacija snimka. Korišćeni aparat ima senzor rezolucije od 16.2MP, što nije adekvatna oprema predviđena za korišćenje u projektima ovog tipa produkcije. Izbačen je još 2011. godine, a trenutna cena na tržištu mu je oko 300\$. Cena osvetljenja nije uzeta u obzir, jer je reflektor koji je korišćen pozajmljen, te je njegova cena zanemarljiva. Pored zelenog platna, osvetljenja i kamere, neophodno je adekvatno postaviti aktera unutar same scene. Interakcija sa objektima, u ovom slučaju sa stolom, mora biti adekvatno odrađena kako bi kasnije bilo manje posla u post-procesingu. Postavka aktera iza stola koji je prekriven zelenim platnom, i interakcija sa papirima na stolu daje mogućnost lakog uklanjanja zelene pozadine, odnosno svega što je višak.



Slika 4. Prikaz postavke aktera unutar zelene sobe

2.4 Implementacija realne scene unutar virtuelne scene

Za implementaciju realne scene i integrisanje iste unutar virtuelne scene, koristi se Unreal Engine 5. Zahvaljujući prilagođavanju i unapređivanju alati za virtuelnu produkciju, kroz nekoliko koraka dobija se finalni rezultat. Nakon konačne implementacije video zapisa unutar scene, i izbacivanja zelene pozadine, neophodno je podesiti adekvatne parametre kako bi finalni renderi imali adekvatan kvalitet. Da bi se izradili konačni video zapisi neophodni za analizu istraživanja, korišćen je dodatak unutar Unreal-a, Movie Render Queue. Nakon toga, unutar dodatka Movie Render Queue, postoje određena podešavanja koja značajno utiču na kvalitet konačnog videa. Najznačajnije podešavanje je svakako krajnji format video zapisa, u ovom slučaju korišćen je Apple ProRes, koji je dao najbolje rezultate.

2.5 Rezime

Metodologija izrade istraživanja uticaja svetla, senke i rezolucije na virtuelnu produkciju podrazumevala je izradu virtuelne scene, izradu fizičkih okvira scene pomoću zelenog platna i nakon toga, integrisanje obe

¹ <https://cgabelgrade.com/>, link pristupanja sajtu CGA konferencije

² Dodatak Unreal Engine-a, koji se koristi za kupovinu i prodaju različitih aseta, okruženja i materijala

scene unutar softverskog alata Unreal Engine. Krajnji rezultati izrađeni su u vidu 3 video zapisa, koji se postavljaju u anketi, gde je ideja da se ustanovi da li se negativni aspekti određenih video zapisa zaista registruju u oku posmatrača, što je jedan od kriterijuma krajnjeg cilja istraživanja.

3 ANKETA

Prilikom izrade rezultata ovog istraživanja, izvedena je anketa. Ideja ankete je da ispitanici uoče neusaglašene segmente arhitektonske vizuelizacije unutar scene poput osvetljenosti, senke, kolorita i neadekvatne rezolucije, kako bi se ispitao jedan od kriterijuma navedenih u cilju istraživanja, a to je lično mišljenje ispitanika o značaju segmenata arhitektonske vizuelizacije unutar sfere virtualne produkcije. Unutar ankete postoje ukupno 3 snimka, gde se ističu različiti fragmenti oblasti koje ispitanici imaju zadatak da uoče. Ukupan broj pitanja je 12, kako bi ispitanicima bilo lako da sagledaju i uoče značajne razlike, i kako im ne bi anketa oduzimala mnogo vremena. Ispitano je 23 ljudi.

4. REZULTATI



Slika 5. Prikaz kadrova finalnih video zapisa

U ovom istraživanju, izrađena su 3 video zapisa koja indukuju manji ili veći uticaj na stepen imersije unutar sfere virtualne produkcije. Međusobno se razlikuju po elementu arhitektonske vizuelizacije koji je unutar konačne scene neadekvatno implementiran. Analizirani rezultati su

pokazali da ispitanici zaista uočavaju neadekvatno usaglašene elemente unutar video zapisa, te su rezultati sledeći. Za sliku 5 (gore) čak 18 ispitanika je označilo lošu rezoluciju kao neusaglašen segment video zapisa. Za sliku 5 (sredina) ukupno 17 ispitanika označilo je senke kao problematiku, a 16 ispitanika svetlo. Za sliku 5 (dole) većina ispitanika nije imala primedbu, te se zaključuje da je uticaj segmenata arhitektonske vizuelizacije adekvatno podešen.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu istražena je mogućnost izrade virtualne produkcije sa neadekvatnom opremom i ustanovljen značaj segmenata arhitektonske vizuelizacije na realan i imersivan doživljaj krajnjih rezultata. Pored analizirane ankete, gde je ustanovljeno da posmatrači zaista uočavaju neusaglašenost osvetljenja, senki i rezolucije, istražena su i dodatna dva kriterijuma koja doprinose ostvarenom cilju istraživanja. Kriterijum minimalno utrošenog novca takođe je ispunjen, jer je, kao što je prethodno navedeno, ukupna oprema potrebna za izradu ovakve scene oko 40.000 dinara (uzimajući u obzir cenu kamere), što u odnosu na troškove koje iziskuje virtualna produkcija u filmskim studijima zaista predstavlja minimalan finansijski izdatak. Takođe, kriterijum minimalno utrošenog vremena takođe je utrošen zahvaljujući implementaciji brojnih dodataka unutar softverskog alata Unreal Engine 5. Na osnovu ispunjenih kriterijuma, zaključuje se da je krajnji cilj istraživanja uspešno realizovan.

6. LITERATURA

- [1] pristupljeno 7.10.2022, Maestri George, 9.7.2018. <https://www.linkedin.com/pulse/real-time-rendering-good-enough-can-actually-great-george-maestri/>
- [2] pristupljeno 10.10.2022, Mirko Kantor, 22.7.2020. <https://vfxserbia.com/2020/07/22/visual-smart-system-virtual-production-interview/>
- [3] pristupljeno 10.10.2022, Richard Cormier, 11.5.2022. <https://massive.io/filmmaking/how-to-build-a-virtual-production-stage/>
- [4] pristupljeno 11.10.2022, Jim Folliard, 2020. <https://www.gearshift.tv/faqs/what-are-the-benefits-of-having-a-green-screen.cfm>

Kratka biografija:



Anja Pilipović rođena je u Novom Sadu 1998. godine. 2017 upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer Arhitektura i urbanizam, 2017. diplomira i stiče naziv diplomirani inženjer arhitekture. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonska vizuelizacija i simulacije odbranila je 2022.god.

kontakt: anjapilipovic@gmail.com

УТИЦАЈ ОКРУЖЕЊА НА ПЕРЦЕПЦИЈУ УМЕТНИЧКИХ ДЕЛА УНУТАР ГАЛЕРИЈА У ВИРТУЕЛНОЈ РЕАЛНОСТИ**THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT ON THE PERCEPTION OF WORKS OF ART IN VIRTUAL REALITY GALLERIES**

Инес Божулић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Департман – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Примарна улога уметничких галерија је била излагање експоната. Данас она може да представља место за истраживање нових технологија у сврху побољшања искуства корисника [1]. Једна од предности дигиталних технологија, међу којима је и виртуелна реланост, је омогућавање кориснику да доживи пуно искуство посете галерији без физичке промене места. У овом раду истражује се перцепција уметничких дела у виртуелној реалности. Како би се боље разумели односи и утицаји различитих простора у виртуелној реалности на уметничка дела, она су постављена у реалистична и нереалистична окружења. У овом процесу, употребљени су рачунарски програми који су омогућили генерисање геометрије и развој модела за употребу у виртуелној реалности. Резултати истраживања су добијени у сарадњи са испитаницима, који су били анкетирани након искуства у галеријама у виртуелној реалности.

Кључне речи: Галерија, виртуелна реалност, перцепција, простор

Abstract – The primary function of art galleries was initially to display exhibits. today it is a place to research new technologies to improve the user experience [1]. The advantage of introducing digital technologies, including virtual reality, is allowing the user to experience the full experience of visiting the gallery without physically changing the place. In this paper, the perception of works of art in virtual reality is investigated. In order to better understand the relationships and effects of different spaces in virtual reality on works of art, they are placed in realistic and non-realistic environments. In this process, computer programs were used that enabled the generation of geometry and the development of models for use in virtual reality. The results of the research were obtained in cooperation with the respondents, who were surveyed after the experience in the galleries in virtual reality.

Keywords: Gallery, virtual reality, perception, space

1. УВОД

Простори традиционалних галерија су дизајнирани тако да не одвраћају пажњу са експоната. Сходно томе, материјали који се употребљавају су неутрални и практикује се употреба вештачког осветљења.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Марко Јовановић, доц.

Поред наведених својстава галерије, битан фактор представља и унутрашња подела простора у ком ће дела бити изложена. Два најчешћа типа изложбених простора су отворени план и лавиринт [2]. Последњих деценија, директори музеја и кустоси су прихватили нове интерактивне технологије у нади да ће корисницима понудити контекстуалне информације о експонатима и повећати посећеност музеја [3]. Сходно томе, музеји широм света су понудили дигиталне туре својих изложби и колекција, и омогућили посетиоцима да их доживе без обзира на локацију [4]. Дигитални садржај је пласиран на различите начине, међутим, употребом виртуелне реалности не само да је омогућено шетање кроз виртуелне галерије и сагледавање уметничких експоната, већ је кориснику омогућено да перципира и простор у којем се та дела налазе.

У овом раду се истражује утицај окружења на перцепцију уметничких дела унутар галерија у виртуелној реалности. Као стање у области узимају се различити типови виртуелних галерија, из којих следе критеријуми помоћу којих су генерисане галерије у виртуелној реалности употребљене за сврху овог истраживања. Стога, тема овог истраживања је перцепција садржаја унутар галерије у виртуелној реалности (У даљем тексту - ВР), у складу са критеријумима. Дизајнирање виртуелног простора представља сложен процес за који је неопходно употребити различите рачунарске програме, помоћу којих су генерисани дигитални модели, након чега су исти прилагођени употреби у ВР. Овим процесом је поред могућности имитирања постојаћих простора, омогућено генерисати и нереалистична окружења.

2. МЕТОДЕ

На основу примећеног проблема у току истраживања стања у области, и дефинисаног циља, одређени су поступци који ће бити примењени како би се испунио задати циљ. У првом сегменту дефинисан је програм који се налази у галеријама. Након тога, започет је процес моделовања четири галерије које одговарају на унапред постављене критеријуме који су произашли из анализе стања у области. Оне ће се међусобно разликовати по два пројектантска приступа. Први је начин просторне организације изложбе, а други реалистичност окружења. Постављена су ограничења у вези са површином галерије, која је до 100м², како би се ограничило време боравка у виртуелном простору. Након што су 3Д модели припремљени за употребу у ВР, биће спроведена анкета.

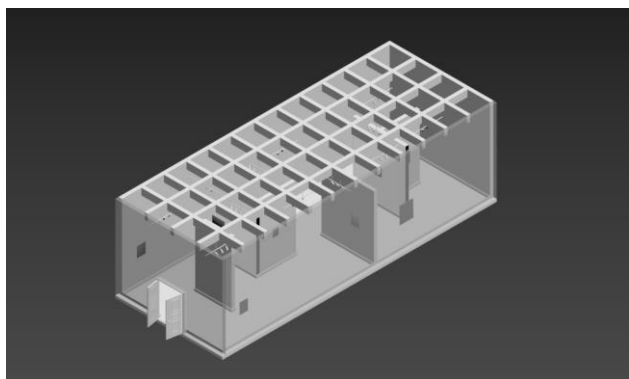
2.1. Програм унутар ВР галерија

Дигитализација уметничког садржаја омогућила је људима да доживе дела и посете просторе музеја на једноставан начин. Употребом ВР неки од тих садржаја су изашли из устаљених оквира имитирања стварног света и закорачили у нереалистична окружења. Имагинарни простори и удаљавање од традиције, одлика је уметничког покрета надреализма, који се развио почетком 20. века. Један од уметника који је обелижио овај период био је Рене Магрит (René Magritte), чија ће дела бити коришћена унутар ВР галерија. У све четири галерије користиће се иста дела, како би испитаници имали прилику да их доживе у различитим окружењима.

2.2. Генерисање форме

Просторна организација простора подразумева проналажење најбољег решења за постојаће услове контекста, дефинисаног програма и конструктивног система. Међутим, пројектовање ВР простора се разликује јер не постоји стварни контекст ни потреба за конструктивним системом. Сходно томе, генерисање форме биће одређено програмом и циљем овог истраживања. Како је претходно наведено, биће генерисана четири дигитална модела употребом рачунарског програма 3Д студио макс (3D Studio Max). Прва и друга галерија ће тежити реалистичном изгледу галерије, док ће трећа и четврта галерија бити смештене у нереалистично окружење. У складу са дефинисаним методама и циљем, започето је генерисање галерија број 1 и број 2 употребом рачунарског програма 3Д студио макс. Поред тога сто су димензије основа исте, заједничко за галерије број 1 и број 2 је омотач простора, такође, не постојање отвора који би омогућили продор природне светлости. Галерија број 1 је карактеристична по слободном, континуалном простору. Уметничка дела у овој галерији су распоређена по ободним зидовима. Оваква просторна организација галерије омогућава посетиоцу да се слободно креће и истажује простор.

За разлику од галерије број 1, галерија број 2 има унутрашње зидове. Рапоред ових зидова омогућава да се унутар простора формирају микро целине. На овај начин простор је организован као лавиринт, што утиче на начин кретања (Слика 1).



Слика 1. Изометријски приказ модела галерије број 2

Процес генерисања галерија број 3 и број 4 се разликује од претходних по томе што се дизајнира само просторна организација и начин презентовања радова, док ће окружење у којем ће се уметничка дела налазити, бити генерисан унутар рачунарског програма Унрил Енџина (Unreal Engine). Иако не постоје физичке границе овог окружења, простор по којем испитаници могу да се крећу је ограничен и истих је димензија као и претходни примери. Како је раније одређено, дела у простору галерије број 3 треба да буду организована по ободима.

Међутим у недостатку омотача простора, било је неопходно истраживати друге опције. Као одговарајуће решење, одлучено је да се употребе колоне по ободима простора, што доприноси да простор делује монументално. Током пројектовања четврте галерије усвојен је минималистички приступ, како би посетиоц био што изложенији нереалистичном окружењу.

Како би се овај ефекат постигао, уметничка дела су изложена на вертикалним површинама - таблама. Табле су привидно постављене насумично, као појединачни елементи, међутим, употребљен је исти концепт кретања који се користио у процесу генерисања галерије број 2.

Након генерисања основних архитектонских елемената, Како би доживљај уметничких дела био што реалистичнији, величина сваког платна је прилагођена стварној величини слике. Оваквом просторном организацијом, унапред је предвиђена путања посетиоца иако она није очигледна.

2.3. Прилагођавање модела у УЕ

Следећи корак у генерисању ВР галерије је употреба рачунарског програма УЕ. Овај програм ће бити коришћен у неколико фаза.

Прво ће се употребити за генерисање нереалистичног окружења у галеријама број 3 и број 4.

Након тога ће свим 3Д моделима бити додељени материјали. Затим, ће бити додато осветљење унутар сцене, чиме се може сматрати да су модели спремни за подешавање како би били коришћени за потребе ВР.

2.3.1. Генерисање нереалистичног окружења

Како су простори галерије број 1 и број 2 већ у потпуности генерисани, започето је генерисање окружења галерија број 3 и број 4.

Сходно унапред одређеним критеријумима, одлучено је да галерије број 3 и број 4 имају нереалистично окружење. Концепт ВР галерија јесте да се налазе у ваздуху, међу облацима и другим планетама, он је употребљен за обе галерије.

Овај ефекат је постигнут генерисањем сфере чије димензије су доста веће од модела галерија број 3 и број 4. Унутар ове сфере постављени су модели галерија (Слика 2).



Слика 2. Генерисање нереалистичног окружења

Истраживањем могућности, одлучено је да се нереалистичност унапреди тако што ће галерија број 4 бити постављена на стену, која лебди у атмосфери. Након креирања окружења, прешло се на материјализацију рачунарски генерисаних модела галерија.

2.3.2. Материјализација модела

Материјализација унутар УЕ се постиже употребом шејдера (Shaders). Шејдери представљају скрипте које садрже математичке прорачуне и алгоритме за израчунавање боје сваког рендерованог пиксела, на основу улазног осветљења и конфигурација материјала. Унутар УЕ, шејдери се кодирају помоћу блупринта (Blueprint), који је језик за визуелно програмирање. Базиран је на концепту употребе нодова за улазне податке и алгоритме. Како би материјал био направљен, потребне су текстуре у формату бит мапе (Bit map). Прво се прави мастер материјал (Master material), у којем се кодира шејдер. Предности овог приступа креирања материјала су неограничене могућности истраживања и прилагођавања материјала док се не оствари финални резултат. Овај процес олакшава интерфејс, унутар којег се у реалном времену рендерује приказ узорка материјала. Како би се оптимизовао процес материјализације, омогућена је употреба параметара. Параметри представљају вредности, чијим подешавањем долази да унапред дефинисаних промена на материјалу. Предност употребе параметара се огледа приликом употребе инстанци материјала (Material instance). Њихова улога је да смање потребну меморију за рендеровање и пруже могућност промене параметара у стварном времену. Током материјализације модела галерије број 1 и број 2, тежило се неутралним бојама и текстурама, док су се у галеријама број 3 и број 4 користиле експресивније текстуре. Како би материјали били видљиви у сценама, прешло се на осветљавање сцена.

2.3.3. Осветљење сцене

Постављањем комбинације светлосних извора омогућено је наглашавање посебног дела сцене или опонашање природног осветљења. Штавише, смислена употреба светла може да истакне детаље објеката који су релевантни. Принципи имитирања осветљења физичких галерија примењени су у галеријама број 1 и број 2. У овим галеријама употребљена су два типа осветљења. Дифузно осветљење долази са плафона и равномерно је распоређено. На овај начин цео

простор је осветљен довољно да се омогући несметано кретање. Други тип осветљења који је коришћен је уперено светло. Уперен сноп светлости је позициониран изнад уметничких дела. Његова улога је да нагласи дела у проспору и осветли их тако да она буду представљена на најбољи могући начин. За разлику од галерија број 1 и број 2, преостале две галерије су осветљене на другачији начин. Сличности које све галерије имају, јесте уперено светло на уметничка дела, како би се омогућило њихово несметано посматрање. Поред тога, употребљена је и имитација природног осветљења, тачније сунца. У галерији број три, сунце је постављено тако да прави дугачке и оштре сенке. Имитација природног осветљења је коришћена и у галерији број четири. Положај сунца је у овој сцени постављен тако да прави кратку оштру сенку. Након постављања осветљења у сцени, прешло се на припрему галерија за виртуелну реалност.

2.3.4. Припрема 3Д модела за ВР

УЕ садржи ВР протокол чијом употребом је могуће припремити 3Д модел за ВР. За почетак, потребно је користити ВР подлогу која је у саставном делу рачунарског програма УЕ. Ова подлога је аутоматски оптимално подешена за употребу. За ово истраживање користиће се ВР наочаре Окулус 2 (Oculus 2). Затим, биће додат ВРпион (VRPawn). ВРпион представља физички приказ корисника и дефинише начин на који корисник ступа у интеракцију са виртуелним светом. Како би се омогућило кретање унутар сцене, неопходно је поставити НавМешБаундсВолјум (NavMeshBoundsVolume). НавМешБаундсВолјум је посебан тип запремине који дефинише област сцене у којој је омогућена навигација. Након прилагођавања свих 3Д модела галерија истраживању у ВР, последњи корак представља прављење анкете, коју ће попуњавати учесници истраживања након ВР искуства.

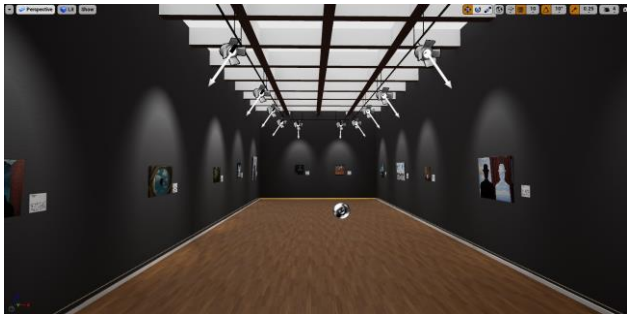
2.4. Анкета

Анкету су попуњавали испитаници, након ВР искуства у све четири галерије. Питања у анкети су постављана тако да на најјаснији начин индикују да ли је и у којој мери истраживање остварило дефинисан циљ. Критеријуми који су постављени се односе на искуства посетилаца, које се огледа у пажњи усмереној на уметничка дела приликом промене окружења и начина поставке. Питања су конципирана тако да омогуће испитаницима да оцене појединачно све критеријуме простора, али и општи утисак. Део питања се базирао на доживљају простора и просторне организације, док је други део питања обухватао перцепцију уметничких дела. Поред тога, постављена су питања о потенцијалним ранијим искуствима са ВР технологијом, дигиталним садржајем галерија и да ли би поновили овакво искуство.

3. РЕЗУЛТАТИ

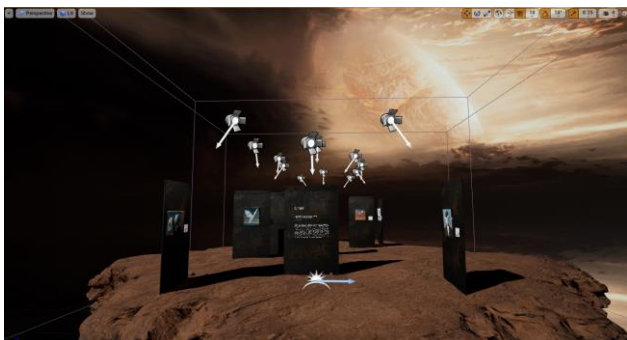
У овом истраживању рачунарски су генерисана четири модела галерије. Оне се међусобно разликују по својој просторној организацији (слободан план и лавиринт).

Просторна организација утиче на кретање посетилаца, и начин приказа уметничких дела. Поред тога, галерије се разликују по нивоу реалистичности. Две галерије су пријектоване по узору на постојаће просторе галерија, док је су остале постављене у нереалистично окружење, које није могуће доживети на другачији начин осим у ВР (Слика 3 и слика 4).



Слика 3. Пример реалистичне галерије са слободном просторном организацијом

Након истраживања ових галерија, анализирани су резултати анкете. Резултати су показали да је 65% испитаника већ имало искуство уз примену ВР технологије, док је 60% испитаника користило дигиталне садржаје уметничких музеја и галерија. За најинтересантније искуство, 75% испитаника сматра да је галерија број 4, док 83% наводи да им је овај ВР простор најзанимљивији за истаживање, и да би желели поново да га посете. Међутим, на питања о перцепцији дела, резултати се рауликују. Испитаници, тачније 63%, наводе да су највише фокусирани на дела били током посете галерији број 1, и да су им реалистични простори пријатнији за посватрање експоната. Чак 68% испитаника сматра да просторна организација у виду отвореног плана омогућава боље сагледавање уметничких дела, али да није довољно интересантна за истраживање.



Слика 4. Пример нереалистичне галерије са лавиринт просторном организацијом

4. ЗАКЉУЧАК

У овом раду истражен је утицај окружења на перцепцију уметничких дела у ВР галеријама. Биле су рачунарски генерисане четири галерије које се разликују по одређеним критеријумима као што су просторна организација и реалистичност окружења.

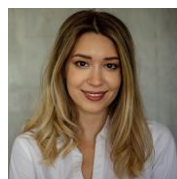
Тачније истражено је да ли и у коликој мери окружење утиче на нашу перцепцију, и да ли то окружење утиче да желимо да истражујемо простор галерије више или, напротив, умањује фокус са примарне галеријски функције. Даљим испитивањем ВР галерије дошло се до резултата уз употребу анкете. Нереалистични простори имају потенцијал да привуку посетиоце, јер им пружају јединствену прилику да се нађу у неуобичајеном простору. Ово наводи посетиоце ВР простора да тај простор истражују, и самим тим проводе више времена у њему.

Међутим уколико је циљ да се пренесу информације и прикаже дело на најбољи начин, резултати анкете су показали да је за то најбоље креирати реалистичан простор са отвореним планом. ВР галерије се налазе на почетку свог развоја, бољим разумевањем интересовања и понашања посетиоца у ВР простору пружају се информације неопходне за даље унапређење у области.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.contemporaryartissue.com/the-art-gallery-everything-you-need-to-know/> (Пристапљено у октобру 2022.)
- [2] E. Neufert, P. Neufert "Architect's Data", West Sussex, Blackwell Publishing Ltd, 2012.
- [3] K. McLean "Planning for People in Museum Exhibitions", Washington, Association of Science-Technology Centers, 2013.
- [4] <https://treasured.ca/3-reasons-why-its-time-for-museums-to-go-digital.html> (Пристапљено у октобру 2022.)

Кратка биографија:



Инес Божулић рођена је у Новом Саду 1996. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Теорије и интерпретације геометријског простора у архитектури и урбанизму одбранила је 2022. год.

Контакт: ines.bozulic@gmail.com

УПОРЕДНИ ПРИСТУП ПРОЈЕКТОВАЊУ СТАНОВА XX И XXI ВЕКА КРОЗ АНАЛИЗУ НЕФУНКЦИОНАЛНИХ ПРОСТОРА ПРИМЕНОМ ИНТЕРАКТИВНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЈЕ

COMPARATIVE APPROACH TO THE DESIGN OF 20TH AND 21ST CENTURY APARTMENTS THROUGH THE ANALYSIS OF NON-FUNCTIONAL SPACES USING INTERACTIVE VISUALIZATION

Анђела Ђокановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Применом интерактивне визуализације приказани су нефункционални простори у становима из XX и XXI века. Циљ је да се покаже разлика између 2Д медија и 3Д медија приказивања. Рад се састоји из два дела, анализе пројектантског оквира из два века и спроведене анкете. Анализа је одрађена кроз испитивање основа, поређење истих и приказивање нефункционалних места преко ВР уређаја.

Кључне речи: Интерактивна визуализација, пројектовање, медиј приказивања, ВР технологија

Abstract – Using interactive visualization dysfunctional spaces in apartments from the 20th and 21st centuries are shown. The goal is to show the difference between 2D media and 3D media rendering. The paper consists of two parts, the analysis of the design framework from two centuries and the conducted survey. The analysis was done by examining the plans, comparing them and showing dysfunctional places through VR device.

Keywords: Interactive visualization, designing, display media, VR technology

1. УВОД

Сагледавање простора код људи се врши преко органа чула вида. Кроз вид се добија информација о облику, бојама, удаљености, кретању и дубини посматраног предмета у њему. Простор око нас је дефинисан у Декартовом систему и свака његова тачка је описана са 3 координате. Обично прве две координате x и y дефинишу основну раван као хоризонталну док трећа координата даје дубину простору. На основу ње се види волумен ствари због ког се ствара перцепција простора. Најбољи начин да се осети та перцепција је коришћењем неких техника које се користе у архитектури.

Архитектура као дисциплина користи одређене технике за приказивање и уређење простора, био он изграђен или неизграђен. Приликом пројектовања објекти се приказују углавном преко 2D (две димензије; две координате) цртежа који су и сами довољни да би се пројекат извео до краја. То значи да се простор око нас који има три координате описује помоћу две.

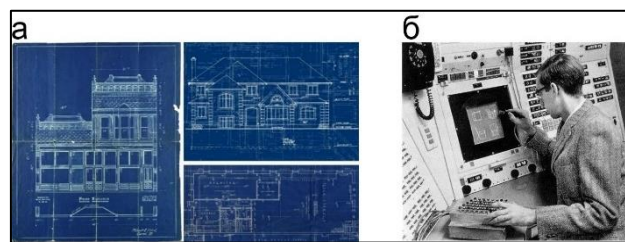
НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Марко Јовановић, ред. проф.

За извођење објекта је по закону (односи се на закон о Планирању и изградњи Републике Србије) потребно додати још основа, пресека и других детаља али нигде нема назнаке за било какав 3Д приказ. Поставља се питање да ли је само то довољно да можемо да схватимо простор?

1.1. Област

Један од начина на који може да се одговори на питање о перцепцији простора јесте приказивање истог кроз 2д и кроз 3д. Данас у архитектонском пројектовању је потребно поред приказа дводимензионалних цртежа приказати и рендер. Рендер је поступак стварања слике од неког модела уз помоћ рачунарског програма. Модел је опис тродимензионалних објеката тј. он се односи на геометрију, тачке гледишта, текстуру и податке о осветљењу. Међутим, он није једини начин да се прикаже 3д простор. Почевши од шездесетих година XX века у ком су се развили 2д и 3д рачунарска софтвери за приказивање 2Д и 3Д слика данас постоје разни уређаји који стварају осећај другачије реалности које су подигли моделовање, пројектовање и приказивање крајњих резултата на виши ниво.



Слика 1 а) Архитектонски цртежи на принципу цијанотипије; б) први CAD софтвер назван Sketchpad, 1960-их [1].

Развој дводимензионалних нацрта је од гравирања у камену пре нове ере, преко папира и блупринтова (слика 1а) до XX века, напредовао све до рачунарског медијума који се користи и данас. Први прави CAD софтвер назван је Sketchpad, који је развио Ivan Saterlend 1960-их као део његове докторске тезе на MIT-у (Massachusetts Institute of Technology). Sketchpad је био посебно иновативан 2Д CAD софтвер јер је дизајнер комуницирао са рачунаром графички користећи светлосну оловку за цртање на монитору рачунара (слика 1б) [1].

Данас свака индустрија која користи моделовање има свој преферирани програм у ком ради. Поред развоја разних програма за 3Д моделовање дошло је до развоја и нових медија приказивања међу којима се данас највише истиче ВР. ВР стоји као скраћеница за Виртуелну Реалност, а виртуелна реалност је рачунарски генерисана симулација 3Д простора која је кориснику дочарана веома реално користећи опрему са сензорима за простор [2].

1.2. Тема

Представљање пројеката у архитектури преко ВР платформе пружа другачије могућности у односу на дводимезионални цртеж који је најзаступљенији начин приказивања. Поставља се питање да ли би људи имали исти осећај о простору приказаном преко 2Д медија и оном приказаном преко нове технологије која пребацује замишљени пројекат у реално време и простор? Такође, постоји ли могућност да се сагледавање простора може наместити тако да се добије погрешна слика о димензијама неких елемената?

У даљој анализи биће кориштен рендер од 360 степени преко хедсета у ком се користи мобилни телефон. Уколико се користи овај начин сагледавања добија се други доживљај простора. Кориснику је омогућено да окрене главу и погледа на место где жели, самим тим добија и свест о близини ствари и мања је могућност да погрешно протумачи димензије и раздаљину.

Људима је потребно приказати спорне ситуације у нефункционалном простору и дати увид у пројектовање стамбене архитектуре шездесетих и седамдесетих година XX века у односу на почетак XXI века. Како би се створио најбољи увид у ова два различита времена потребно је сагледати правила пројектовања животног простора.

1.3. Стање у области

Време шездесетих и седамдесетих година XX века подразумева један период у Социјалистичкој федеративној Републици Југославији након ратова који дозвољава опоравак државе. Услед ратних разарања и наглог прилива становништва после рата у градове и индустријска седишта ствара се потреба за новом градњом. Југославија се са својом политиком разликовала од других земаља тог доба. Брза и обимна градња захтевала је постављање неких основних принципа у пројектовању ког су дале архитекте из тог доба. Према тим спроведеним истраживањима [3] потребне квадратуре за гарсоњеру су дате у Табели 1.

Док је за шездесете и седамдесете године XX века потребна квадратура дата из научног рада, за почетак XXI века квадратура (Табела 1) је узета из

Табела 1. *Tražena kvadratura prostorija u dva veka*

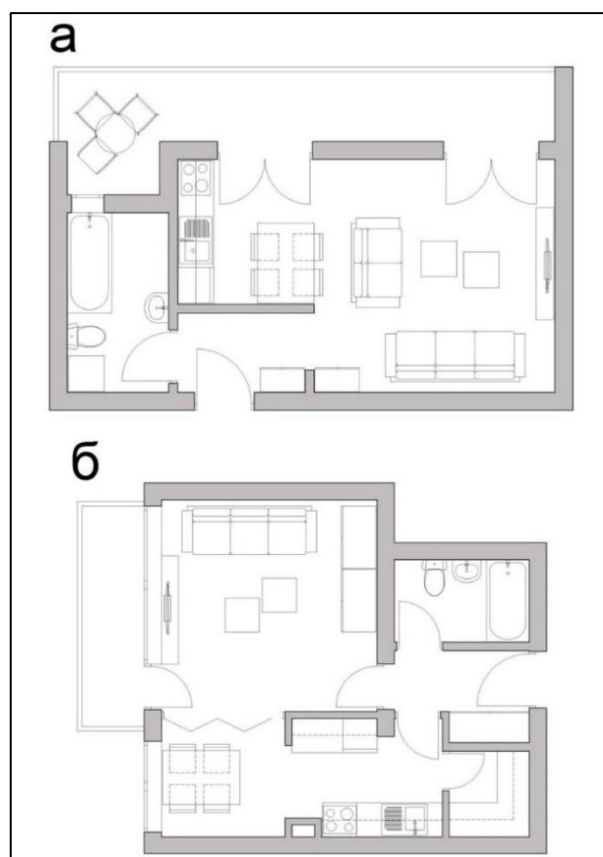
Prostorija	Tražena površina - XX vek (m ²)	Tražena površina - XXI vek (m ²)
Kupatilo	3,40	3,00
Dnevni boravak	18,00	16,00
Kuhinja	3,00	4,00
Ostava	0,40	/

Правилника о условима и нормативима за планирање и пројектовање стамбених зграда и станова у програмима стамбене подршке [4]. Што се тиче архитектонске

практике са тога да је градња била повезана са државном управом у XX веку прешло се на самосталне архитектонске бироје. Међутим укупна грађевинска делатност а и запосленост бироа је драстично смањена средином прве деценије трећег миленијума. Сасвим благи пораст повремено бележи изградња везана за индустрију, донекле социјално становање и нека врста нове усмерене стамбене изградње, као и мањи број директних државних инвестиција – спортских хала, базена, болница, школа, као и приватних здања, кућа и вила. Многи данашњи станови се не уклапају у потпуности у ове Правилником дефинисане оквире. Испитивање и упоређивање гарсоњере из два века биће приказано кроз метод рада, као и разлика у сагледавању простора кроз 2Д приказ и ВР медиј.

2. МЕТОД РАДА

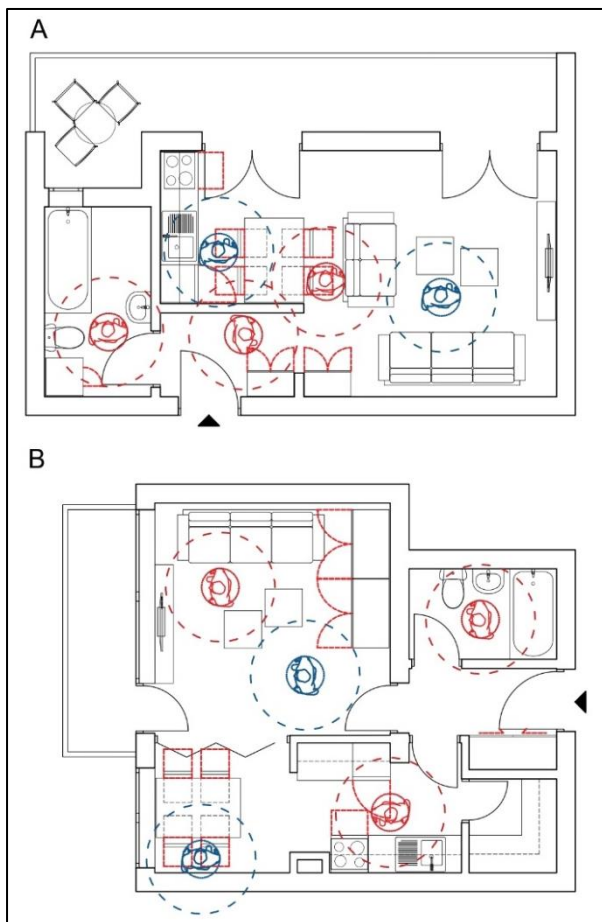
Наставак испитивања ће се базирати на генерисању 3Д простора на основу 2Д цртежа основе. ВР-у.



Слика 2: а) *Основа гарсоњере из XXI века* [5]; б) *основа гарсоњере из XX века* [3].

Тродимензионални простор ће људима бити приказан преко ВР медија у ком се налази рендер (360°) са одређених позиција у стану. ВР хедсет подржава 3 степена слободе и орбитирање које ће омогућити боље сагледавање простора. На крају испитивања људима ће бити дата анкета са питањима која ће испитати њихову перцепцију простора о 2Д приказу. Прво ће бити испитана гарсоњера из XXI (слика 2б) века па онда гарсоњера из XX века (слика 2а). На основама ће даље бити преклопљене активне и пасивне мере намештаја и антропоморфне мере. Активне мере намештаја су обележене црвеном испрекиданом лини-

јом. Активна мера је термин који се користи за дефинисање простора (употребне површине) који је потребан да се сваки појединачни предмет (или ансамбл неколико предмета) могао неометано користити [6].



Слика 3. Преклопљене активне мере намештаја и антропоморфне мере: а) основа гарсоњере из XX века [5]; б) основа гарсоњере из XXI века [3].

Приликом овог начина испитивања могу да се предоче проблеми које би дати распоред намештаја имао а који се не виде на првом плану. Такође, овај исти распоред се може испитати и помоћу убацивања човека и његових потребних мера за кретање (слика 3). Црвени ужи круг представља стандардну ширину човека по Нојферту [7] а то је 62,5цм, док шири износи 175цм и представља стање човека са обе подигнуте руке. На основу ове две анализе се види да долази до преклапања истих а то не треба да се дешава. Слика 3 приказује и места са којих је одрађен рендер 360°. Места са којих су постављене камере за рендеровање су позиционирана тако да на свакој основи имамо по једно критично место (место где је простор нефункционалан) и једно где проблема нема. Шематски су приказана места где су постављене камере од 360° у виду човека обојеног у плаво, уједно су приказане и антропоморфне мере.

У наставку ће бити приказан по један рендер са критичног места за гарсоњеру из сваког доба као и један рендер са позиције где може да се види да проблема у функцији простора нема. Прва два рендера (слика 4-5) су рендери гарсоњере из XXI века где је критично место између фрижидера и трпезаријског стола (сл. 4).



Слика 4. Рендер 360°- стан из XXI века-критично место



Слика 5. Рендер 360°- стан из XXI века



Слика 6. Рендер 360°- стан из XX века-критично место



Слика 7. Рендер 360°- стан из XXI века-критично место

Друга два рендера (слика 6-7) су за стан из XX века са критичним местом између стола и зида (слика 5). Након ових рендера обављено је испитивање у виду анкете. Анкета је формулисана у форми упитника са приказивањем 2Д основа и 3Д визуализацијом истих кроз ВР хедсет.

Хедсет (слика 8) који је кориштен у испитивању ради на принципу стереоскопије. Стереоскопска сочива су постављена између уграђеног LED екрана и очију, изобличујући 2Д слику да изгледа као 3Д и стварно.



Слика 8. Пример VR хедсета са стереоскопским сочивима [8]

Природно поље вида се замењује рачунарски генерисаним видним пољем. Хедсет пружа две слике кроз ова сочива, по једну за свако око, слично нашем виду. Поред тога инфрацрвене камере прилагођавају светлост кориснику. Садржај који је приказан на екрану се такође помера док испитаници померају главу како би се кретали [8].

Структура упитника који је дат се састоји из 3 дела:

- **Први део** - основе које су приказане нису дефинисане која је из ког века већ само као називи основа 1-стан 1 и основа 2-стан 2; након тога је дат први део упитника са 3 питања везана за исте;
- **Други део** - приказивање рендера преко хедсета тако што су прво приказане слике из основе 1 а онда слике из основе 2; након тога је дат други део упитника са 3 питања везана за оба стана (питања су иста као у првом делу анкете);
- **Трећи део** – утисак након одрађене анкете; постављена 3 питања у вези осећаја о простору.

Након сумираних одговора, дошло се до следећих закључака:

- 1) Након прегледане 2Д основе и 3Д приказа у другом делу анкете повећао се број испитаника који би бирали ипак стан из XXI века као функционалан иако је у првом делу више њих било за основу из XX века;
- 2) Након погледаних рендера 360⁰ из резултата трећег дела анкете може да се чита да је мало више од пола испитаника променило мишљење око функционалности распореда просторија и намештаја стана из XX и стана из XXI века;
- 3) Више од пола испитаника мисли да 2Д приказ није довољан за сагледавање простора;
- 4) Скоро сви испитаници су сагласни са тим да се у будућности поред 2Д основе нађе и приказ преко VR уређаја.

3. ЗАКЉУЧАК

Након одрађене анкете може да се закључи да су испитаници дефинитивно били за то да се у будућности поред 2д приказа нађе и приказ преко VR уређаја што би значило да на тај начин много лакше доживљавају простор. Међутим, што се тиче промене мишљења око приказаних простора то није случај. Мали број људи је променио став о стану пројектованом из XX века и то у корист стана из XXI века. По претходним анализама тих истих станова за гарсоњеру из XX века може да се примети да је простор-

нија са више места за одлагање ствари, самим тим је и функционалнија од гарсоњере из новог доба.

На већ постављено питање да ли су само 2Д цртежи потребни да можемо да схватимо прстор одговор је да нису. Основе нису довољне људима ван архитектонске струке да сагледају из њих читав модел. Непримећујући битне ствари као што је преклапање активних мера намештаја и антропоморфних мера прави се пропуст у свеукупном избору стамбених објеката. Тако разним инвеститорима пролазе лоше смишљени станови на штету квадратуре а самим тим и функционалности простора. Што мање квадрата има стан то је теже направити простор који тече, већа је могућност за прављење места као што су претходно испитане критичне ситуације. Због тога је на архитектама да праве један функционалан и употребљив простор, такође и га покушају људима што боље дочарати.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] [History of VR - Timeline of Events and Tech Development \(virtualspeech.com\)](https://virtualspeech.com/) (приступљено у јулу 2022.)
- [2] https://educons.edu.rs/wp-content/uploads/2020/05/-IMERSIVNA-VIRTUELNA-REALNOST_2019_-2020.pdf (приступљено у јулу 2022.)
- [3] <http://stanovanje.yolasite.com/centar-ims.php> (приступљено у јулу 2022.)
- [4] https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_uslovima-i-normativima-za-projektovanje-stambenih-zgrada-i-stanova.html (приступљено у јулу 2022.)
- [5] <https://www.permano.rs/> (приступљено у јулу 2022.)
- [6] М. Кркљеш, „Архитектонска анализа“, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2016.
- [7] <https://dokumen.tips/documents/nojfert-arhitektonsko-projektovanje-srpsko-izdanje.html?page=8> (приступљено у јулу 2022.)

Кратка биографија:



Анђела Ђокановић рођена је у Лозници 1996. год. Основне студије завршила је на Факултету техничких наука из области Архитектуре и урбанизма. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектуре – Архитектонска визуализација и симулације одбранила је 2022.год.

контакт: andjela.djokanovic996@gmail.com

OBJEKAT MEŠOVITE NAMENE U NOVOM SADU**MIXED-USE BUILDING IN NOVI SAD**Ivana Martinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Rad se sa jedne strane bavi istraživanjem tipologija objekata mešovite namene, njegovim impaktima na život ljudi i životnu okolinu. Sa druge strane, rad se bavi projektnim rešenjem objekta mešovite namene u samom centru Novog Sada, koji za cilj ima podizanje kvaliteta života na viši nivo, podizanje ekološke svesti i uticaj na poboljšanje i razvoj gradskih tkiva i načina života. U datoj strukturi, uz primaran program stanovanja, bilo je neophodno isprojektovati i uklopiti druge sadržaje prilagođene potrebama grada Novog Sada i njegovog stanovništva.

Ključne reči: *Objekat mešovite namene; uticajni faktori; projektovanje; kombinovanje namena*

Abstract – On the one hand, the work deals with the research of typologies of mixed-use buildings, their effects on people's lives and the environment. On the other hand, the work deals with the design solution of a mixed-use facility in the very centre of city Novi Sad, which aims to raise the quality of life to a higher level, raise environmental awareness and influence the improvement and development of city tissues and lifestyles. In the given structure, along with the primary housing program, it was necessary to design and incorporate other contents adapted to the needs of the city of Novi Sad and its population.

Keywords: *Mixed-use building, influences, designing, combining purposes*

1. UVOD

Svi prostori, naselja, gradovi, čitave države i celokupno okruženje od najranijih doba do sadašnjeg trenutka, tokom celokupne istorije menjali su se i prolazili kroz mnogobrojne, raznovrsne promene i modifikacije. U periodima svog nastanka i razvoja, staništa ljudi su se prilagođavala i bila oblikovana u odnosu na tadašnje načine i uslove života uslovljena mnogim kulturološkim, ekonomskim, društvenim, urbanističkim i mnogim drugim faktorima. Kao takva menjala su se i razvijala primenjujući mnogobrojne intervencije. Nova otkrića, izumi i nove tehnologije imali su ogromne doprinose u unapređenju čovečanstva, ostavljajući kroz istoriju enormne promene, tragove i konstantnu težnju za podsticanjem poboljšanja i olašavanja uslova za život.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Saša Medić, docent.

Porast populacije i broja stanovništva uslovio je širenje naseljenih mesta. Građenje stambenih jedinica uz izume novih materijala i novih saznanja prelazilo je na viši, napredniji nivo stvarajući bolje mogućnosti, više pogodnosti i veći broj varijacija.

Polako, jednoporodični objekti zamenjivani su višeporodičnim objektima, dok je razvoj grada i njegove delatnosti zahtevao nova zanimanja i radna mesta. Razvili su se različiti tipovi komercijalnih, stambenih, poslovnih, trgovinskih, ugostiteljskih, industrijskih, sportskih, kulturnih, zdravstvenih, poljoprivrednih namena, koji se sve više usavršavaju, kombinuju i prilagođavaju.

Prateći dimaniku svakodnevnog života ljudi, dotadašnji način građenja, organizacija gradova i objekata nije bajkovito ispunjavala lagodniji život stanovništa, što je promenilo organizaciju izgradnje objekata, gradskih četvrti pa čak i celih gradova mešanjem namene i funkcije objekata u različitim pravcima.

2. UTICAJI

Ova oblast istraživanja postavlja pitanja o uticaja arhitekture na ljude, uticaju spoljašnjih i zatvorenih prostora u kognitivnom, emocionalnom i socijalnom smislu. Prostori moraju biti projektovani tako da imaju najpozitivniji efekat na ljude i njihov zajednički život. Da biste se osećali udobno u okruženju, nije potrebna samo prijatna unutrašnja klima.

Svetlost, biljke, materijali, metode izgradnje, temperatura i uslovi vazduha takođe igraju ulogu za dobrobit i zdravlje. Loše osmišljena i inferiorna arhitektura, u kombinaciji sa drugim faktorima, može da podstakne stres, iscrpljenost, u stanju je da izazove psihosomatske simptome, pa čak i da podstakne fizičku nelagodnost.

2.1. Urbanistički faktori

Iako su ranije bile više zastupljene monofunkcionalne gradske četvrti i objekti, promenom pristupa i mešanjem novih funkcija gradske četvrti sa svojim karakteristikama postale su ubodno mesto za život.

Ponajviše su se kombinovale stambene, poslovne, kulturne i obrazovne funkcije kao najznačajnije, a potom i ostale. Kao rezultat ovakvih intervencija, takve četvrti privlačile su više ljudi u različita doba dana, a oblikovao se novi bolji oblik društvenog života.

Zahvaljujući skladnim spojevima projekta sa svojom samom okolinom, bezbednost se povećala, lokalna preduzeća su bolje funkcionisala, dok su trgovci, parkovi i ostali zajednički prostori preuzeli značajnu ulogu u svakodnevnom životu.

Revitalizacija objekata u gradu postaje sve popularnija, kao proces obnove čiji krajnji cilj predstavlja umanjene građenja, gde su konceptom mešovite namene neretko napuštene, stare zgrade zamenjene multifunkcionalnim strukturama.

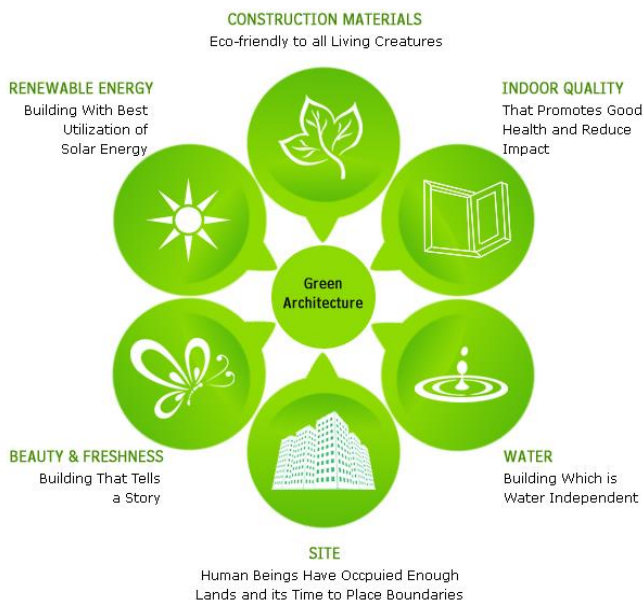
Smanjena raspoloživost zemljišta, aglomeracija, opasnosti koje proizilaze iz prenatrpanosti i preteranog rasta gradova, argumenti su koji se zalažu za opstanak i veću primenu koncepta mešovite održive gradnje i revitalizacije. Povećanje revitalizacije i dodavanja funkcija već postojećim prostorima utiče na smanjenje broja objekata i postaje pozitivan smer oblikovanja budućnosti urbanizma.

2.2. Socio-kulturološki faktori

U savremenom kontekstu ljudskih prava, jednakosti, razvijene tehnologije i komunikacije, životni stil postaje sastavna odlika identiteta svakog pojedinca, imajući veće individualnosti nego što je to bilo ranije, što ide u prilog konzumerizmu.



Slika 2. Ekološki materijali



Slika 1. Dijagramski prikaz zelene arhitekture

Stoga, osnova tog potrošačkog segmenta životnih stilova jeste upravo težnja za materijalnim stvarima i ugodnosti kako bismo zatvorili prazninu koja je nastala savremenim načinom života. Savremeno potrošačko društvo karakteriše preokret od potrošnje kao egzistencijalne potrebe, do potrošnje kao stila života. Planiranje mešovite namene okuplja ljude različitih kultura, starosnih grupa,

2.3. Ekološki faktori

Širenje naselja uslovalo je sve veću migraciju stanovništva u gradove. Jedan od faktora ogleda se u umanjenom korišćenju automobila kao glavnog oblika prevoznog sredstva, upućujući na korišćenje gradskog prevoza ili nekog drugog ekološkijeg prevoznog sredstva. Kao rezultat te primene značajno je smanjen intenzitet buke u gradu i emisija štetnih gasova koji mogu biti veoma nepovoljni po svoju okolinu na duže staze. Odabir odlaska na obližnje destinacije, upotrebom drugih prevoznih sredstava kao što su bicikli, roleri, trotinet, gradski prevoz ili ipak pešačenjem direktno pozitivno utičemo na poboljšanje svog zdravlja fizički i mentalno i održavamo telesnu vitalnost. Koncept mešovite namene prati trend upotrebe ekoloških građevinskih materijala i održive gradnje. Smanjuje se emisija štetnog ugljen-dioksida u čemu dosta pomaže povećana upotreba zelenila kao sastavnog dela struktura ili struktura tipa „zelene arhitekture“ [1]. Upotreba ekoloških i lokalnih materijala smanjuje cenu transporta i zagađenja.

zanimanja, ciljeva. Zajednica utiče na jačanje zajednice i komšijskih odnosa, doprinoseći osećajima bliskosti, pripadnosti i sigurnosti.

3. KONCEPT: OBJEKAT MEŠOVITE NAMENE U NOVOM SADU

Koncept projekta leži u razumevanju i razmatranju svih postojećih programa društvenih, istorijskih, ambijentalnih, ekoloških i mnogih sličnih uticaja koji deluju na lokaciju i njen kontekst. Nakon detaljnog analiziranja namena prostora i temeljnog promišljanja odabira programa, njihovog uklapanja i međusobnog uticaja, za zadatu strukturu, pored pretežnog programa stanovanja, odabrani su programi ugostiteljskih i trgovinskih delatnosti, kao i programi za relaksaciju i rekreaciju.

Realizovan kroz lagan, fluidan i razigran sklop programa, koncept strukture mešovite namene u sebi krije inovacije sa kojima se posetioци upoznaju direktnim korišćenjem složene strukture. Sastavni deo ovog hibrida čine zelena pijaca, restoran, spa, velnes i sportski centar, skladno implementirani u ovu elegantnu strukturu.

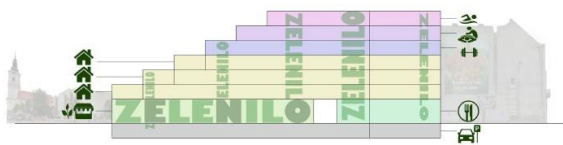
Estetski superiorna, čista i elegantna struktura oduše utiskom lakoće, lebdjenja i mira uz fantastičnu panoramu grada. Igra svetlosti i šarenih senki prolamajući se kroz zeleni omotač, daju potpuno jedinstven, nesvakidašnji prizor i doživljaj strukture i okoline.

Koncept zelenog počevši od zelene pijace, svoju priču započinje ulaznim delom pozivajući sve ka sebi. Prožimanjem kroz celokupan prostor, pruža mogućnost

odabira individualnog načina uživanja u njemu. Zelene oaze mogu biti mesta socijalizacije i relaksacije na zajedničkim prostorijama ili terasama u okviru strukture. Sa druge strane, zelene terase služe kao vizuelna i zvučna barijera stanarima, koje u sintezi sa stambenim jedinicama oživljavaju prostor i ugođaj boravka u njemu.

Mobilni drveni brisoleji, u funkciji kao dupla fasada, pružaju nove načine korišćenja prostora po šemama kretanja, ponašanja i različitih potreba privatnosti korisnika.

Cela struktura oslonjena je na vitku betonsku konstrukciju skeletnog sistema gradnje. Novonastali koncept, kao forma koja govori i poziva ka sebi, predstavlja rezultat sistema uticaja i konceptualnog procesa upotrebe, adaptacije i razvoja pod uticajem svremenog urbanog gradskog života.



Slika 3. Dijagramski prikaz kombinovanja programa objekta mešovite namene

5. ZAKLJUČAK

Celokupno sagledano, kroz proučavanje i detaljne analize gradova, objekata, društva, njihovih potreba i stilova života, primetila sam da za razliku od nekada, kada se ulagalo u kvalitet stanovanja, funkcionalnosti i udobnosti prostornih jedinica, današnje društvo susreće se sa novim vidom problema. Raznovrsni politički uticaji i interesi, svakodnevni problemi oko zarade novca postaju sve osetniji u različitim sferama života. Savremeno doba karakterišu masovna proizvodnja i potrošnja, u kom potrošačko društvo predstavlja metu proizvođača od čije potražnje zavise uspehi kompanija.

Izgrađen je svet u kome se nameće sve više i više potreba, a čini mi se da se pruža sve manje i manje. Potrošnja postaje mnogo veća, a sreća pojedinaca izjednačava se sa količinom materijalnih dobara. Cene kvadrata postaju vrtoglavo veće, dok kvalitet života, boravka, rada, zabave i samih prostora značajno opada.

Kako stambeni, tako i poslovni i svi drugi prostori postaju sve manji, nefunkcionalniji, pretrpaniji, kako bi se prodalo što više prostornih jedinica radi ostvarenja veće zarade. Neretko, problematika se javlja u vidu nehumanih i loših uslova za život, kao posledica celokupnog sagledanja kroz profit i veću zaradu. Potpuno se zanemaruje pojedinac koji provodi vreme u takvim prostorima, uticaji na njegov kvalitet života, na sopstveno zadovoljstvo. Cenu, značaj i kvalitet života zamenili smo količinom materijalnih bogatstava. Shodno tome, projekat

je realizovan u potpunoj kontradikciji sa ovime, kao odgovor na potrebu da vratimo neke vrednosti i ne dopustimo da ih izgubimo.

Stoga čitav koncept, odabir mešoviti funkcija sa svojim benefitima i njihovo uklapanje, pa sve do najsitnijih detalja projektovano je sa suprotnim ciljem, sa ciljem razrešenja jednog ozbiljnog problema i osvešćivanja društva kao žrtve preteranih konzumerističkih pravaca i interesnih sfera. Krajnji cilj je bio zdrava i humana kreacija prostora mešovite namene, koji će doprineti poboljšanju uslova života, unapređenju arhitektonskih i urbanističkih rešenja gradova, tako i brigu i pozitivan impakt na ljudska osećanja, potrebe, zadovoljstva, fizičko i mentalno zdravlje.

Takođe kako bi ovakav vid projektovanja struktura imao pozitivne uticaje na čoveka kao pojedinca, tako bi imao i na životnu sredinu i čitav savremeni svet, iz čega bi se izrodilo mnogo zdravije društveno okruženje, mnogo veća dostignuća i otkrića, podstaknuti zdravim namerama i interesima.



Slika 4. 3D prikaz projektnog rešenja objekta mešovite namene u Novom Sadu

6. LITERATURA

- [1] J. Craven, „A Primer on Green Architecture and Green Design“ ThoughtCo.

Kratka biografija:



Ivana Martinović rođena je u Novom Sadu 1998. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2022. godine.
kontakt: martinovic.ivana220@gmail.com

REVITALIZACIJA CRKVE SVETOG RUDOLFA SA NOVOPROJEKTOVANOM VINARIJOM U BANOŠTORU**REVITALIZATION OF THE CHURCH OF SAINT RUDOLPH AND WINERY IN BANOŠTOR**

Ivan Ostojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ARHITEKTURA

Kratak sadržaj: U ovom radu opisan je pristup moderne arhitekture na istorijski objekat. Revitalizacija i adaptacija na postojeći objekat, sa elementima moderne arhitekture. Projektovana je nova vinarija uz Crkvu Svetog Rudolfa. Ideja je bila da se postojeći objekat ne naruši, ni u konstruktivnom ali ni u funkcionalnom smislu. Odatle je proistekla ideja za promenu namene postojećeg objekta u degustacionu salu i tako ga spojiti sa novoprojektovanom vinarijom. Osnovni koncept se zasniva na jednostavnim geometrijskim formama kao što je pravougaonik i krug, što se jasno uočava na projektu.

Ključne reči: Revitalizacija, adaptacija, vinarija, Crkva Svetog Rudolfa.

Abstract— This paper describes the approach of modern architecture to a historical building. Revitalization and adaptation of the existing building, with elements of modern architecture. A new winery was designed next to the Church of St. Rudolf. The idea was not to damage the existing building, neither constructively nor functionally. This is where the idea came from to change the purpose of the existing building into a tasting room and thus connect it with the newly designed winery. The basic concept is based on simple geometric shapes such as rectangle and circle, which is clearly visible on the project.

Keywords: Revitalization, adaptation, winery, Church of St. Rudolf.

1. UVOD

„Objekat je iznad svega plastična vizija. Gradi se u betonu, kamenu, vezuje se za prostor, datu tradiciju. Gotovo bi se reklo da je to arhitektura sećanja. Izraz te arhitekture je samosvojan, ona izmiče mogućim shematskim klasifikacijama i pleni svojom autentičnom naivnošću u kojoj su osećanje i intencija ispred razloga i čvrste duhovne strukture koja modernu arhitekturu sve više prati i podstiče“

„Oživljavanje starih objekata postala je danas u svetu normalna i česta urbanistička i graditeljska praksa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila Ivana dr Miškeljin, vanr. prof.

Građevinska tela, fizički okviri postojećih zgrada, ili celina ispunjavaju se iznutra novim događajima, novim sadržajima. Ova nova namena ne samo što štiti stare zgrade od propadanja, nego im na njihovo istorijsko značenje dodaje nova.

Oni zatim zrače nove prostorne i funkcionalne kvalitete, novi magnetizam.“



Slika 1. Crkva Svetog Rudolfa u Banoštoru

Crkva koja zadivljuje prolaznike zaslužila je da se vrati u funkciju. Odatle je proistekla ideja za baljenjem ovom temom. Crkva Svetog Rudolfa u Banoštoru je jedno istorijsko delo koju krasi istorijska priča.

2. GEOGRAFSKI KONTEKST

Banoštor se nalazi u severnom Sremu, u Vojvodini, koje pripada opštini Beočin.



Slika 2. Situacija Banoštora

Nalazi se na severnim padinama Fruške Gore, uz obalu Dunava na podunavskom putu koji spaja Petrovaradin sa Ilokom i Vukovarom.

Takođe, naselje je povezano sa bačkim naseljem Begeč, koji se nalazi na naspramnoj obali Dunava, skelom. Od Novog Sada je udaljeno 28 km.

Na mestu gde se potoci Tekeniš i Čitluk ulivaju u Dunav niklo je mesto Banoštor koje je svoje sadašnje ime dobilo po benediktinskom samostanu koji je utemeljio ban Bjeloš, (Beluš ili Belus) ugarski palatin.

3. POJAM VINARIJE

Vinarije su veliki vinarski podrumi sa industrijskom tehnologijom proizvodnje, skladištenja i distribucije vina. Vinarskim podrumom smatramo svaku prostoriju u kojoj se čuva vino.

Proizvodne vinarije su kvalitetna stona vina (originalna vina sa izraženim karakterom provenijencije i sorte) se grada iznad zemlje, ispod zemlje ili kombinovano. Vinsko suđe su cementne cisterne, čelični i plastični rezervoari. Postizanje optimalne temperature se dobija podzemnom gradnjom, ili u slučaju nadzemne gradnje – termoizolacijom, i klimatskim uređajima.

U ovakvim vinarijama se proizvode vina koja specifišu geografsko poreklo, sastav sorte u tehnološki postupak. Savremene vinarije sastoje se od prostorija za prijem grožđa, ona može biti unutar objekta ili može biti samostalan objekat (natkriven prostor) nalazi se u blizini prostorije za preradu.

Radionica mora biti dovoljno visoka i prostrana. Njena veličina mora biti tolika da zadovolji eventualni prelaz na nove tehnološke postupke bez zahtevanja većih građevinskih poduhvata. Idealna pozicije radionice je u prizemlju odakle je omogućeno nesmetano oticanje prerađenog u cisterne.

4. ADAPTACIJA U ARHITEKTURI

Možemo reći da je sva arhitektura prilagodljiva na nekom nivou jer svaku zgradu možemo pričvrstiti na neki način.

Projekt adaptacije podrazumijeva novi dizajn koji će omogućiti korištenje nove strukture na potpuno nov način.

Interes za prilagodljivost izgrađenog okruženja pojavio se šezdesetih godina dvadesetog stoljeća, jer ideja adaptacije nije novijeg datuma. Naime, tokom renesansnog perioda spomenici iz antičkog doba preobražavani su u nove svrhe.



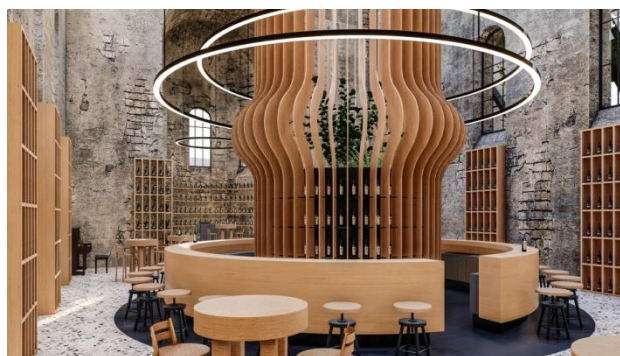
Slika 3. Izgled crkve i vinarije u osnovi

Za vrijeme Francuske revolucije, određeni vjerski objekti su nakon konfiskacije ili prodaje pretvoreni u industrijske ili vojne objekte. Većina ovih intervencija nije imala za cilj očuvanje naslijeđa, već su izvedene iz pragmatičnih razloga. Danas adaptacija predstavlja kreativni izazov za mnoge arhitekte.

U savremenoj teoriji i praksi konzervacije prilagodljivost se smatra jednom od strategija usmjerenih na očuvanje kulturnog naslijeđa.



Slika 4. Dijagram upotrebe prostora



Slika 5. Moderni pristup u arhitekturi na postojeći objekat

Koncept adaptivne ponovne upotrebe povezan je s konzervacijom ili restauracijom, ali je vrlo različit. Restauracija uključuje vraćanje objekta u prvobitno stanje.

Općine i pojedine agencije mogu ponuditi čak i kredite i druge poticaje za očuvanje objekata, a postoje i ograničenja u pogledu propisa koji se rukovode očuvanjem karaktera objekta, a koji se mora poštovati ako je objekat zaštićen.



Slika 6. Spoj moderne i istorijske arhitekture

4. FUNKCIJA I PROSTORNA ORGANIZACIJA

Unutrašnji prostor crkve podijeljen je na tri cjeline, na čijem je središnjem dijelu pozicionirana kušaonica sa kružnom prečkom koja čini osnovni koncept građevine koja je nastala kao simulacija vinske bačve. Na mjestu nekadašnjeg oltara nalazi se vinoteka okružena regalom i centralnim prodajnim pultom. Ispod objekta se nalazi sanitarni čvor koji je povezan vertikalnom komunikacijom (lift za invalidna lica i stepenište koje takođe vodi u gornji dio gdje se nalazi vidikovac na crkveni toranj. Vani je ljetna bašta koja je u hladu puzavom koja se proteže duž čelične konstrukcije koja se proteže do sljemena i također čini krovni pokrivač u staklu.

Vinarija se nalazi iza crkve i sastoji se od ulaznog hola vinarije sa šoferšajbom, što je naglašeno izlazom iz plastične mase pravougaone kocke vinarije. Opet, krug kao osnovni koncept jasno je vidljiv u podnožju vinarije i sa stražnje strane ukopan u brdoviti teren čini proizvodni dio vinarije, dok na prednjoj strani čini lagani paviljonski vrt sa sjedećim instalacijama i chill zona. Kružna forma predstavlja i tok proizvodnje vina, koji je jasno vidljiv u podnožju. Od početka prerade grožđa do proizvodnje, odležavanja, flaširanja i skladištenja vina čine jasan kružni proces.

U blizini crkve u sklopu vinarije nalazi se prodavnica domaćih prehrambenih proizvoda.

5. MATERIJALIZACIJA

Zadržavanje ljepote starog i pristup modernoj arhitekturi daje prednost jednostavnim materijalima. Ideja je da se zadrži postojeći izgled crkve dodavanjem lake čelične konstrukcije sa ostakljenim krovom. Upotreba drveta je logična za vinariju i stoga je prirodni materijal.

Najveći izazov bio je odabir pravog materijala za fasadu vinarije bez narušavanja konteksta crkve. Vertikalno orijentisani kameni blokovi u cementnom malteru bili su pravi odgovor u kombinaciji sa elegantnim belim potezom betona kao uvođenjem modernog elementa.

Materijali u enterijeru su drvo, čelik, keramika, liveni teraco podovi.

6. KONSTRUKCIJA

Konstrukcija vinarije je u potpunosti riješena kao masivni sistem armiranog betona. Zbog ukopanosti objekta bilo je potrebno osigurati krutost zida i mogućnost izrade hidroizolacije u ukopanom dijelu objekta. Zbog toga je oko armiranog zida napravljena hidroizolacija koja je dodatno zaštićena blokom debljine 10 cm.

Podrum vinarije je u potpunosti ukopan i cijeli objekat je na temeljnoj ploči debljine 50 cm, dok je prizemlje objekta zasnovano na trakastim temeljima koji prate noseću konstrukciju i osovine objekta. Unutrašnji pregradni zidovi su od gipsa radi lakšeg postavljanja instalacija.

Najveći rasponi riješeni su armirano-betonskim gredama. Struktura crkve je ostala netaknuta. Osnova objekta je nepoznata i potrebno je ispitati tehnologiju gradnje.

Ispod tornja objekta je jedina intervencija u cilju obezbjeđenja sanitarnog bloka unutar crkve, pa je pretpostavljena širina temelja, a planirano je i da ceo sanitarni blok bude od armiranog betona.

7. RASVETA

Igra senki je zanimljiva čak i od malih nogu. Igrajući se rukama stvaramo željene sjene u prostoru u zavisnosti od položaja izvora svjetlosti, stoga je vrlo važno osmisлити poziciju izvora svjetlosti za određeni prostor.

Krug je u osnovi glavni svjetlosni element za oba objekta. U centralnom dijelu crkve nalazi se šank sa drvenom konstrukcijom oko kojeg se nalaze dva kružna izvora svjetlosti. Probijanjem svjetlosti kroz drvene elemente stvara se sjena koja se reflektuje na zidovima crkve.

Iznad vinskog podruma, kao i kod centralnog stepeništa, imamo kružnu strukturu koja naglašava detalj u unutrašnjosti i time mu daje poseban značaj u prostoru.

8. ZAKLJUČAK

Danas, kada je arhitektura na našim prostorima fokusirana samo na korisnost, veoma je važno zaštititi objekte, posebno one od istorijskog značaja.

Postavlja se pitanje koji je najbolji način za takav poduhvat. Jedan od načina je "oživljavanje". Na šta se taj izraz odnosi u arhitekturi? To bi značilo da objekat dobija novi značaj, ali sa istorijskim duhom koji ostavlja novi utisak. Prenamjena zgrade, u ovom slučaju crkve od koje je ostala samo ruševina zarobljena i zarasla u korov sa velikim potencijalom i lijepim položajem u malom mjestu poput Banoštora, skrivenom od „utilitarne arhitekture“, probudila je ideju o vinarija.

Na sadašnjoj lokaciji već postoje brojni vinski podrumi, pa je to bilo logično rješenje za revitalizaciju objekta. Dodavanjem staklenog krova i vertikalne komunikacije za oživljavanje pogleda na Dunav i novoprojektovanu vinariju, unosi se moderan arhitektonski pristup postojećoj istorijskoj arhitekturi.

Ljepota detalja je glavni zadatak arhitekta u procesu projektovanja i uklapanja u postojeće. Odatle je koncept rada proizašao iz osnovnog geometrijskog oblika, kruga i pravougaonika, povezujući tako "staru" i "novu" arhitekturu.

9. LITERATURA

- [1] Ivan Ostojić. Estetička funkcija u arhitekturi (Seminarski rad), posećeno oktobra 2022. godine
- [2] Ranko Radović. Živi Prostor – nezavisno izdanje br. 24. Beograd, Srbija; 1979. Godine - str. 30, 32, 47, 48
- [3] "Wikipedia" i "Arch daily", posećeno oktobra 2022. godine

Kratka biografija:



Ivan Ostojić rođen je u Brčkom, 1992. god. Master rad odbranila je 2022. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Dizajn enterijera

TRANSFORMACIJA CRKVE SVETOG RUDOLFA U BANOŠTORU U SPA CENTAR TRANSFORMATION OF THE CHURCH OF SAINT RUDOLPH IN BANOŠTOR INTO A SPA CENTER

Dragana Gajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKURA

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja jeste napuštena katolička crkva Svetog Rudolfa u Banoštoru. Cilj projekta jeste da se postigne balans između novog i starog u funkcionalnom, estetskom ali i duhovnom smislu. Da se spoji istorija i savremeno doba kroz ravnotežu postignutu unošenjem novih elemenata u postojeću strukturu i da se sačuva mir koji sadrže sakralni objekti, kroz pronalaženje načina da taj duh dobije nov oblik promenom namene prostora.

Ključne reči: arhitektonski dizajn, transformacija

Abstract – The object of research is the abandoned Catholic church of St. Rudolf in Banoštor. The goal of the project is to achieve a balance between the new and the old in a functional, aesthetic, but also spiritual sense. To combine history and modern times through the balance achieved by introducing new elements into the existing structure and to preserve the peace that sacred objects contain, by finding a way to give that spirit a new form by changing the purpose of the space.

Keywords: architectural design, transformation

1. UVOD

Predmet istraživanja je napuštena katolička crkva Svetog Rudolfa u Banoštoru. Projektom je cilj da se postigne balans između novog i starog u funkcionalnom, estetskom ali i duhovnom smislu. Da se spoji istorija i savremeno doba kroz ravnotežu postignutu unošenjem novih elemenata u postojeću strukturu i da se sačuva mir koji sadrže sakralni objekti, kroz pronalaženje načina da taj duh dobije nov oblik promenom namene prostora.



Slika 1. Analiza šire situacije

Pored velikog turističkog potencijala, koji ovaj lokalitet poseduje, delatnosti koje okružuju objekat takođe su sinonimi za odmor i relaksaciju.

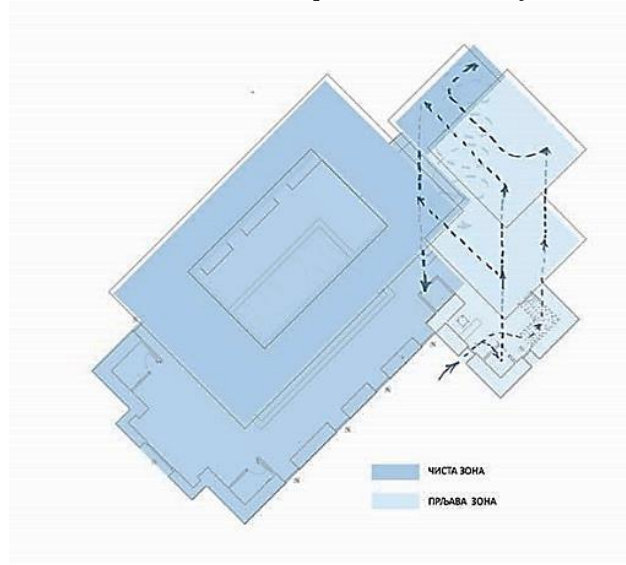
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, vanr. prof.

Pored malih hostela i mesta za spavanje sa ponudom obroka, kao i restorana sa domaćom kuhinjom, u neposrednoj blizini nalazi se niz vinarija, malih lokalnih proizvođača. Uz Dunav, svega 150 metara od crkve, nalazi se skela preko koje se prelazi na drugu obalu reke. Sa druge strane nalazi se park prirode Begečka jama, koji sam po sebi nudi izvor turističkih ponuda. Ideja spajanja ture koja se kreće glavnom saobraćajnicom kroz selo spaja mirne delatnosti i relaksirajuće aktivnosti i odlično je polazište za razvijanje predviđenog sadržaja novoprojektovanog objekta.

2. KONCEPT I FORMIRANJE PROSTORA

Projekat se oslanja na koncept prezervacije postojećeg stanja sa implementiranjem elemenata koji ne remete postojeću kompoziciju, ali rešavaju funkcionalne prepreke koje ova prenamena objekta donosi. Bivša katolička crkva je ovim projektom prenamenjena u mali spa centar sa bazenom. Kako je objekat koncipiran i kontekst u kome se nalazi formirali su ideju o mestu koje u jednom trenutku ne može da posećuje veliki broj ljudi, već je prostor je idejno namenjen malom broju korisnika (maksimalno 5-6 u jednom momentu) kako bi se zadržao mir, razudnost korisnika i slaba promentost kroz objekat.



Slika 2. Šematski prikaz kretanja kroz objekat

3. KONCEPT

Jedan od osnovnih postulata koncepta i funkcionalne šeme prostora jeste da se sadržaj, kontekst i osećaj koji korisnik ima dok se nalazi u tom prostoru poklapaju. Da se povezanost sa prirodom, prijetnost, smirenost i opuštenost prenosi kroz okolinu preko sadržaja sve do korisnika.

Ideja prezervacije duha, smirenosti koju i originalni objekat donosi, u novoprojektovanom stanju dobija novo ruho. Smirenost i spokoj koji sakralni objekti imaju sada se prenosi kroz vid odmora, odvajanja vremena za sebe i spajanja sa okolinom. Prezervacija originalnog, kako fizičkog, tako i duhovnog aspekta prostora, koji je provučen kroz filter modernog vremena, kroz ovaj projekat dobija nov život, novu svrhu.

4. KRETANJE KROZ OBJEKAT I PODELA NA ČISTU I PRLJAVU ZONU

Objekat je odvojen na čistu i prljavu zonu: prljava zona se nalazi u zvoniku, a čista je u brodu crkve. Ulazna partija je iz broda crkve premeštena u prizemlje zvonika. U prizemlju se pristupa u hodnik gde se nalazi informacioni pult sa leve strane, a sa desne strane se nalazi lift za prljavu komunikaciju. Stepenište za prljavu komunikaciju se takođe nalazi u tom hodniku i tim stepeništem (i liftom) se može pristupiti ostalim spratovima zvonika (i podrumu). Iz hodnika (prizemlja zvonika) se pristupa brodu crkve gde se nalazi centralna funkcija prostora-bazen.

U apsidi, na višoj koti terena nalazi se đakuzi, a na mestu gde se ranije nalazila ulazna partija sad je tu veliki prozor sa pogledom na Dunav. Jedna od namena koje takođe podstiču simetričnost osnove jesu tuševi na otvorenom, iz kojih se takođe prostire pogled na reku. U prizemlju se nalaze muški i ženski toaleti.

Druga velika intervencija u prostoru jeste dodavanje galerije iznad bazena. Galerija je postavljena na istoj visini kao prvi sprat zvonika, sa kojim je direktno spojena. U galeriji se nalaze muški i ženski toaleti i muška i ženska kupatila sa tuševima iz kojih se može pristupiti sauni, kao i soba za masažu. Postoji mogućnost smanjenja broja toleta kako bi bili pristupniji invalidima. Jedina veća promena u odnosu na originalnu konstrukciju, koja je vidljiva spolja, jeste aneks koji spaja brod i zvonik crkve.

U aneksu se nalazi lift za čistu komunikaciju, koji spaja bazen sa svlačionicama na spratovima zvonika, i spiralno stepenište, kojem se pristupa isključivo iz čiste zone objekta. Aneks je zastakljen i vertikalno se prostire celom visinom zvonika. Iz prizemlja sa informacionim pultom prljavom komunikacijom se pristupa do svlačionica.

Na prvom spratu nalazi se ženska, a na drugom muška svlačionica. Iz svlačionica se pristupa čistoj komunikaciji - liftu i spiralnom stepeništu u dograđenom aneksu objekta kojim se dolazi do sadržaja- bazena, saune, sobe za masažu.

Objektu je dodat podrum, parcijalno ispod broda crkve i zvonika. U podrumu se nalaze pomoćne prostorije: magacin sa vešernicom i prostorija za zaposlene sa toaletom i čajnom kuhinjom.

Podrumu se pristupa isključivo stepeništem i liftom za prljavu komunikaciju. Zvonik je u potpunosti rekonstruisan, a krov iznad broda crkve sad je zastakljen i dozvoljava veliku količinu dnevne svetlosti sa ispuni objekat a u večernjim satima dopušta umirujući pogled na zvezdano nebo. Celokupno iskustvo koje pruža sadržaj objekta ogleda se i u samom koncipiranju prostora, spajanje sa prirodom, mir i opuštanje, uvlačenje pejzaža u objekat velikim zastakljenim površinama i direktna povezanost sa vodom na relaciji bazen-reka.

5. OPIS KONSTUKCIJE I MATERIJALIZACIJE

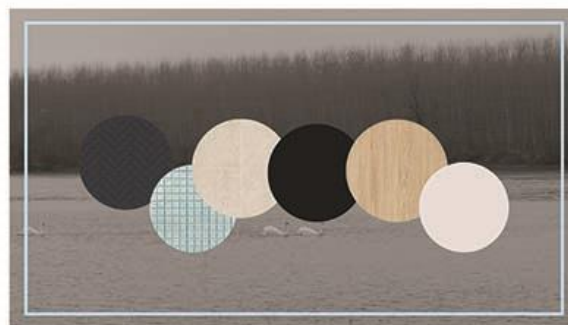
Postojeća konstrukcija originalnog objekta je velikim delom urušena, ne postoji krovna konstrukcija iznad zvonika, kao ni iznad broda crkve.

Ovaj nedostatak doneo je prednost samom projektu jer je otvorio mogućnost implementiranja prirodnog svetla u objekat. Iz tog razloga, kao i otvorene vizure prema nebu koja se direktno spaja sa centralnom funkcijom prizemlja-bazenom, postavljen je stakleni krov na brod crkve. Urušeni zvonik je projektom restauriran i izgleda kao originalni.

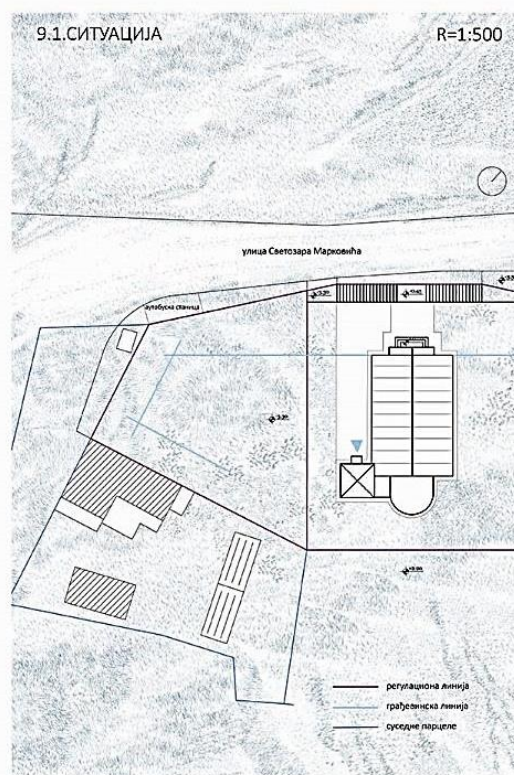
Jedna od konstrukcijskih promena jeste aneks koji je vidljiv spolja i spaja brod i zvonik crkve. Aneks je takođe zastakljen i prostire se duž vertikalne ose zvonika, sa vidljivim spiralnim stepeništem koje oplemenjuje kako enterijer, tako i fasadu.

Iznad bazena postavljena je galerija, gde je podna konstrukcija ošupljena u sredini i pruža pogled na bazen u prizemlju.

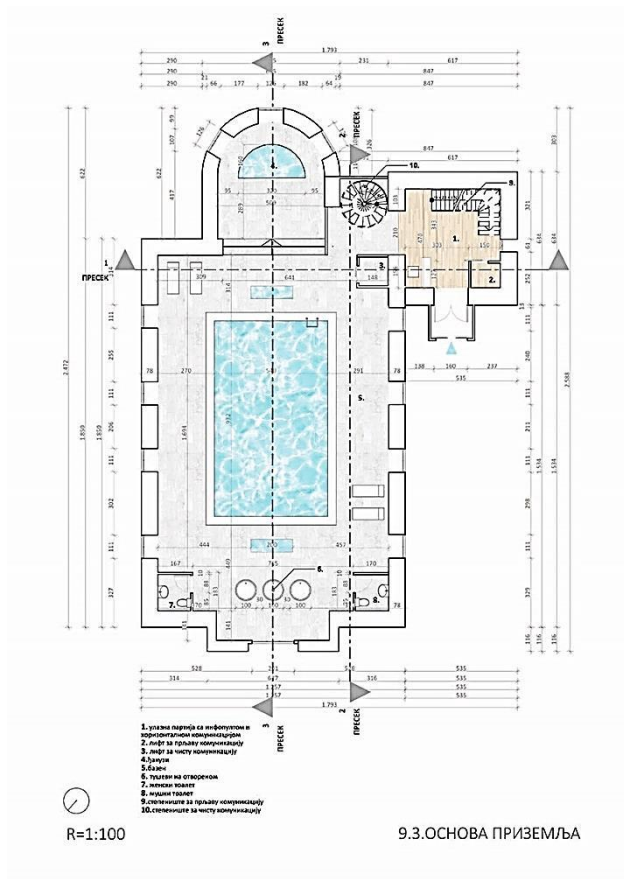
Najveća spolja neopažena promena jeste dodavanje podruma ispod zvonika i delom ispod broda crkve. Podrum se koristi isključivo za zaposlene, i pristup tehnicu bazena.



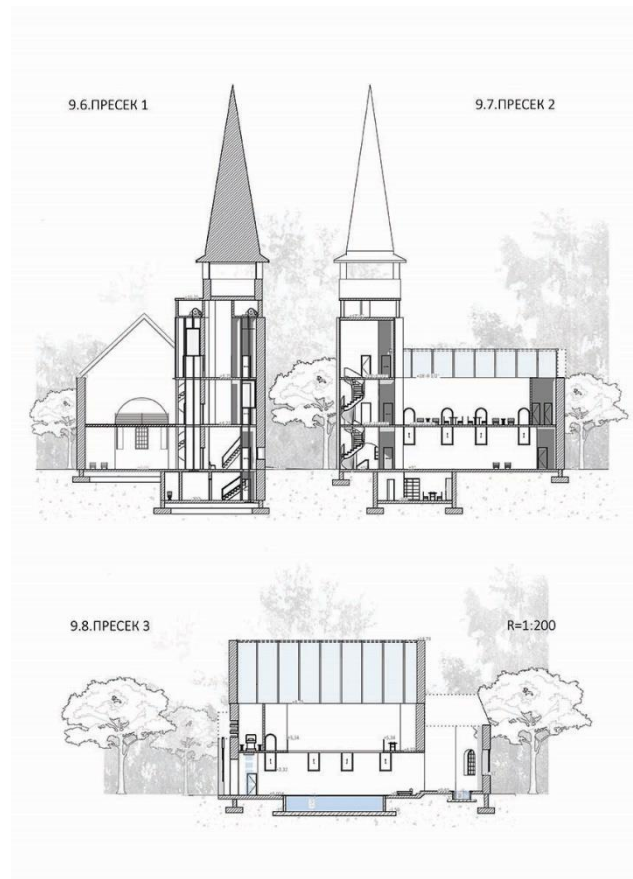
Slika 3. Ton karta



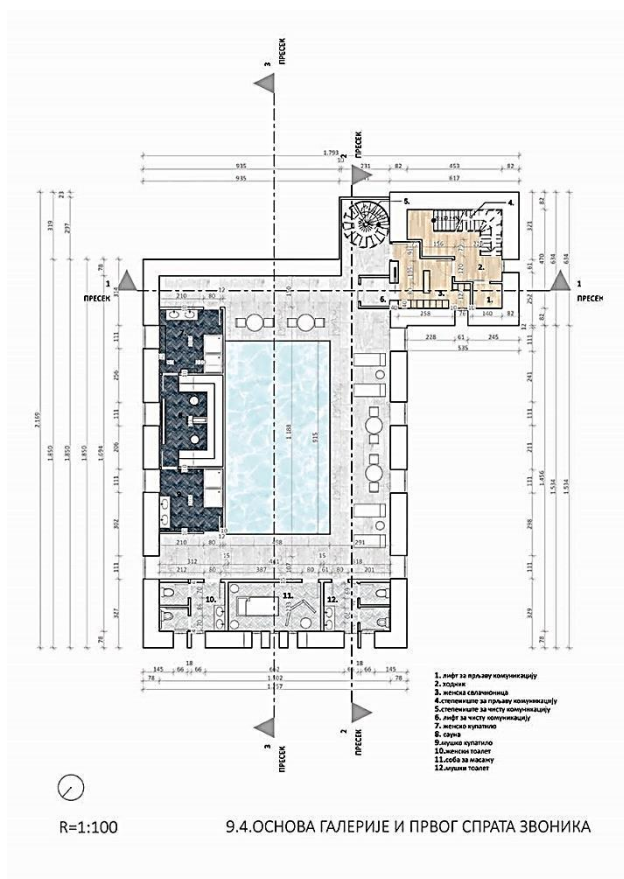
Slika 4. Situacija



Slika 5. Osnova prizemlja



Slika 7. Preseci



Slika 6. Osnova galerije i prvog sprata zvonika



Slika 8. Izgled 1



Slika 9. 3D prikaz enterijera

6. ZAKLJUČAK

Sakralni objekti odišu duhovnošću koja je vanvremenska i ostaje utkana u te zidine nevezano za stanje objekta. Tu energiju je potrebno sačuvati i pružiti priliku da nastavi da živi kroz pronalaženje načina kako da bude dostupna ljudima.

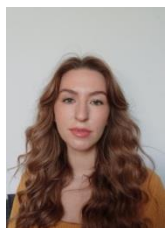
Današnji način života, brzina svakodnevice i česta otuđenost, dovodi nas do momenta da zaboravimo šta je važno, kako u životu, tako i u arhitekturi. Za mene je važno sačuvati. Sačuvati mir, integritet, osećaj i vrednost koju nosi svaki dan, ali i svako zdanje od značaja.

Ovaj velelepni objekat je potrebno prezervirati, ne dopustiti da se zanemari i ne dozvoliti da spokoj koji on nosi ode u zaborav. Jer nam je svima to potrebno. Jedan momenat mira. A takav duh, u bilo kom obliku, mogu da prenesu samo prostori koji su osetili zub vremena, koji su proživeli i preživeli događaje utkane u zidine i nose sa sobom istorijsku i duhovnu baštinu koja nam je u ovom vremenu preko potrebna.

7. LITERATURA

- [1] „Adaptive reuse of abandoned historic churches: building type and public perception“, You Khong Ahn, doktorska disertacija na Univerzitetu u Teksasu. 2007. godina
- [2] „Glass in roofs. Study of 19th century literature on building technology“, Leen Lauriks, Michael de Bouw and Ine Wouters Vrije Universiteit Brussel, Faculty of Engineering, Department of Architectural Engineering (ARCH), Brisel, Belgija, 2009. godina
- [3] „Održivi prostorni razvoj Podunavnja u Srbiji“, Saša Milijić, Boško Josimović, Tijana Crnčević, Izdavač: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2012. godina

Kratka biografija:



Dragana Gajić rođena je u Novom Sadu 1994. god. Diplomski rad odbranila 2021. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek arhitektura.

IDEJNO ARHITEKTONSKO REŠENJE RESTORANA U ŠKOTSKOJ CONCEPTUAL ARCHITECTURAL SOLUTION OF A RESTAURANT IN SCOTLAND

Katarina Tričković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad obuhvata izradu idejnog rešenja restorana u Škotskoj i rešavanje problema implementacije novoprojektovane strukture u prirodni habitat. Na osnovu izvršenih analiza forme, funkcije, upotrebljenog materijala i atmosfere postojećih objekata postavljeni su modeli kojim se pristupa projektovanju podzemnih objekata. Tema rada u potpunosti je prilagođena ekološkim okolnostima, dok je forma objekta usklađena sa pejzažem svođenjem forme ispod zemlje.

Ključne reči: restoran, podzemni objekti, ekološki materijali, forma objekta

Abstract – The master's thesis includes the creation of a conceptual solution for a restaurant in Scotland and solving the problem of implementing the newly designed structure into a natural habitat. Based on the analyzes of the form, function, used materials and the atmosphere of the existing buildings, models were set up to approach the design of underground buildings. The theme of the work is fully adapted to the environmental circumstances, while the form of the object is harmonized with the landscape by lowering the form below the ground.

Keywords: restaurant, underground facilities, ecological materials, building form

1. UVOD

Izgradnja prostora za stanovanje je bio prioritet u razvoju društva i ljudskih zajednica. Nužnost usklađivanja stila života i građenja koji je u skladu sa raspoloživim resursima iz prirode u okruženju, bio je osnovni zadatak naših predaka.

U starijem kamenom dobu, kada su se bavili lovom i skupljanjem prirodnih plodova, ljudi su zaklon tražili u prirodnim šupljinama i pećinama. Prvi objekti za stanovanje, koje su ljudi gradili, bile su zemunice. U predelima bogatim šumama gradili su kolibe i brvnare.

Na močvarnom zemljištu ljudi su podizali sojenice. Na mestima bogatim zemljom, gradili su kuće od blata. Kasnije, kako se povećavalo iskustvo i znanje, ljudi su počeli da podižu svoje kuće nad zemljom. Sve do perioda industrijalizacije i modernizacije, razvitka saobraćaja i globalne razmene, koristili su se pretežno lokalni resursi. Prirodno okruženje oblikovalo je stil građenja objekata i određivao je materijale koji će se koristiti u izgradnji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, vanr. prof.

Savremeni arhitektonski projekti prate razvoj društva i odgovaraju na njegove potrebe, te se sve više građevina projektuje u skladu sa ekološkim odrednicama.

2. STUDIJA SLUČAJA

Kriterijumi na osnovu kojih se vrši analiza postojećih objekata su forma, funkcija, upotreba materijala i atmosfera, a cilj analize je detektovanje modela kojim se pristupa projektovanju podzemnih objekata, kao i prepoznavanje načela kojim se prirodna svetlost i veštačko osvetljenje koriste u kreiranju karaktera arhitektonskog prostora.

2.1 Kuća za odmor Heroliti, Serifos, Grčka

Izgradnja mesta za život u savremenom društvu uključuje korišćenje dobara koja se nalaze u habitusu hominisa. Kuća na ostrvu Serifos, koju su projektovali Sinas Architects, predstavlja primer dobre prakse. Izgradnja se odvijala pomoću materijala koji čine da se kuća stapa u lokalni arhitektonski stil čiji je pečat kameni potporni zid. Grčka mediteranska sela obiluju niskim zidovima, koji su poznati kao kseroliti. Ova vrsta zida odgovara ekološkim uslovima, ali ukazuje i na kulturne aspekte lokalnog stanovništva, time što ne odstupa od dosadašnjeg načina izgradnje stambenog prostora. Od krucijalne važnosti je pronaći način na koji se čovek može uklopiti u prirodu, a način izgradnje ove kuće ukazuje na mogućnost prilagođavanja čoveka delu sveta koji je netaknut modernizacijskim i urbanizacijskim procesima. Dizajn kuće je stvoren tako da se uklapa u okruženje, čemu doprinosi posebno osmišljena izgradnja krova. Prekriven šljunkom i autohtonim žbunjem, čini da posmatrač ne vidi deo gde se završava prirodno stanište, a gde počinje kuća. Kuća ima 245 kvadratnih metara površine, kao i terase koje okružuju stambene prostore čije su nadstrešnice od bambusa.

Raspored bambusa na krovu stvara šare svetlosti i senke, što izaziva osećaj suživota sa prirodnim okruženjem. Volumen je podeljen u dva bloka, od kojih veći deo zauzima stambeni prostor i primarna -spavaća soba. Dve dodatne sobe nalaze se u manjem bloku uz podrum. Svaka soba ima svoje kupatilo, što omogućava svim osobama potpunu privatnost. U kući su korišćene drvene stropne grede koje su izložene iznad glave i ispunjene naizmeničnim delovima bambusa, koji prate zakrivljenu morfologiju kuće, poput pršljenova na kičmenoj moždini.

Bez obzira na to da li se ovakve građevine koriste kao prostori za život, odmor ili radne obaveze, njihova adekvatna ekološka izgradnja otvara lepezu mogućnosti da čovek bude deo prirode, a da pritom ne narušava njen prvobitni izgled, niti dominira u globalnom pogledu.

2.2 Terme Vals, Vals, Švajcarska

Iz ptičije perspektive zgrada je skoro nevidljiva. Vizija se ogledala u stvaranju objekta koji podseća na pećinu. Livada na padini brda se spušta da bi se horizontalno širila na terasu koja u proleće izgleda kao tepih plavog cveća. Ovo polje krasi pukotine od prozirnog stakla i četvrtasta podloga od sijalica. Krov je zaštićen od livade jednostavnom ogradom, ali zatim erodira prema jugu da bi otkrio bazen i sunčanje na ravnim pločama stene. Kupatila su smeštena ispod travnate krovne površine koja je zakopana u padinu... Sa puta ispod, objekat izgleda kao nasip, monolit od tesanog kamena sa velikim okularnim otvorima. Zumtorov dizajn se odnosi na kopanje i nasipanje što je arhaično i primarno. Linearna praznina na krovu iznad dozvoljava svetlu da kreira traku dnevne svetlosti. Ovo je zatrpan, gotovo lavirintski svet čvrstoće i praznine u kojoj se zadržava banjska voda. Kombinacije svetlosti i senke, otvorenog i zatvorenog prostora i linearnih elemenata čine da osoba ima zaista bogato iskustvo, lutanjem puteva koji vode osobu do unapred određenih tačaka, ali im omogućava i da sami istraže druga područja.

Aдекватno iskorišćena prirodno bogata geografska područja otvaraju mogućnost ekonomskog razvoja i napretka stanovništva. Izgradnja objekata Terme Vals uticala je na uključivanje lokalnog stanovništva na tržište rada, omogućavajući im unapređenje kvaliteta života. Takođe, objekat je izgrađen od materijala koji su korišćeni za izgradnju koliba na tom području, što omogućava potpunu asimilaciju sa okruženjem, što je cilj ekološki i urbanistički održivog razvoja.

2.3 Restoran Garden Hotpot, Čengdu, Kina

Restoran se nalazi u jugozapadnoj Kini. Dizajniran na način da se u potpunosti uklapa u kulturne prakse lokalnog stanovništva. Potkultura i životni stil ovog geografskog područja postali su sinonim za Čengdu, koja je ekološki poznata kao „zelena pluća” ove regije. Moderni stil potrošnje implementiran je u skladu sa ekološkim resursima i oblicima nastanjanja ovog područja. Restoran Garden Hotpot nalazi se u zaleđu grada Šanšeng, oko jezera skrivenog u šumi eukaliptusa. Polazeći od pretpostavke da oda najveće poštovanje prirodnom okruženju, tim arhitekata odlučuje da eliminiše arhitektonsku skalnu, izostavljajući zidove.

Prilikom izgradnje korišćeni su samo stubovi i daske koji sakrivaju zgradu u šumi. Konstrukcija se formira duž jezera i prepliće se između stubova i drveća. Tanki stubovi su ravnomerno raspoređeni na obe strane, a slobodna krivina krova formira nekoliko providnih okvira za gledanje, tako da se mogu posmatrati različiti pejzaži tokom celog procesa hodanja. Ukupan obim objekta je 290 metara, sa visinom od 3 metra. Širina varira u zavisnosti od prirodnog okruženja, što predstavlja maksimizirane potencijale izgradnje objekta u prirodnom okruženju.

Platforma je izrađena od antikorozivnog drveta, a krov je od pocinkovanog čeličnog lima, premazanog belom fluorokarbonskom bojom. Kao noseća konstrukcija koristi se niz čeličnih stubova prečnika 88mm, koja u mnogome odstupa od klasičnog arhitektonskog stila izgradnje, a koji se stapa u ravna stabla eukaliptusa i nestaje u prirodi. Proces izgradnje je bio izazov za čitav tim iz razloga što građevinski radnici, lokalni pečalbari nisu imali dovoljno kapaciteta, stručnog znanja i alata koji bi mogli da kanališu

ka izgradnji objekta koji se u ovoj meri stapa sa prirodnim okruženjem.

Da bi osigurali kvalitet, arhitekte su pojednostavile složene strukturne čvorove i izvršile strateška prilagođavanja na način koji su radnici mogli da primene plan. U celoj zgradi je primenjena tehnologija zavarivanja čeličnih konstrukcija, što u velikoj meri skraćuje period izgradnje i smanjuje troškove. Objekat odiše smirenim i elegantnim izgledom enterijera koji omogućava turistima stapanje sa okruženjem.

Rezultat istraživanja je uvid u moguće pravce promišljanja i eksperimentisanja na temu upotrebe prirodnih materijala i osvetljenja kod projektovanja podzemnih javnih objekata. Zaključujemo da i rigidno svedene forme primenom dinamičnih svetlosnih efekata, mogu dobiti dramatičan karakter. Kroz istraživanje smo uvideli da odgovarajućom kombinacijom boja i materija, kao i izraženim odnosom velikih i malih formi može da se postigne željeni faktor iznenađenja i mistična ambijentalna vrednost koja podstiče čulne receptore i metafizička iskustva korinika arhitektonskog prostora.

3. LOKACIJA

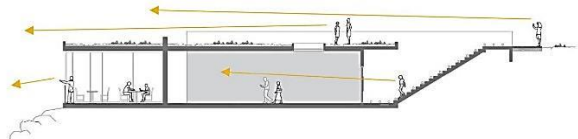
Novoprojektovani arhitektonski objekat nalazi se u selu Scourie, na severozapadnoj obali Škotske. Potencijal lokacije ogleda se u pogledu koji se pruža do mora koje se stapa sa nebom, dok se u vidokrugu nalaze zeleni pašnjaci puni raznovrsnog biljnog i životinjskog sveta. Ribolov je u ovoj oblasti popularan sport zbog velikog broja slatkovodnih jezera u kojima žive potočne pastrmke. Bistra voda i čisti pašnjaci koji se nalaze u ruralnom i za sada netaknutom delu sveta, uz ostatke kamenih sagrađenih skloništa predstavljaju turističku atrakciju za osobe koje vole život u prirodi.

4. KONCEPT

Analiza lokacije postavila je prve smernice u formiranju koncepta za projektovanje novog objekta. Gotovo nenaseľeno područje je bilo pravi izazov da se uklopi sa nečim novim, a da izgleda kao da je oduvek deo tog prostora. Kao što se u neposrednom okruženju mogu videti ostaci nekadašnjih građevina, koje se sada gotovo stapaju sa prirodom, tako novoprojektovana forma treba da odaje utisak kao da je izgrađena pre mnogo godina, a da se sada naziru sm njenih ostaci. Svođenjem kompletnog objekta ispod zemlje pružilo je mogućnost projektovanja dinamičnih formi unutrašnjeg prostora. Gube se fasade, a sa njima i prvi snažan utisak koji objekat treba da odaje posetiocu.

Međutim, kako je objekat ispod zemlje i ima samo naglašene ulaze, emotivni naboj koji se javlja kod posmatrača preko vizuelnog utiska, u ovom slučaju prelazi na čulne receptore i budi osnovne ljudske osobine kao što je radoznalost i istraživački duh. Gradnjom vertikalno na gore postiže se veliki broj panoramskih pogleda na more, ali se u istom trenutku i zatvara jedini pogled svim ostalim posmatračima koji stoje iza objekta. Projektovanjem ispod zemlje se ne ugrožava komfor postojećih kompleksa. Mogućnost korišćenja površinelokalnog prostora - parcele ostaje gotovo nepromenjena. Restoran je celom svojom površinom krova prohodan i pristupačan. Panoramski pogled sa vrha

litice ostaje nepromenjen, a ostvareni su i pogledi sa nižih visina [1]. Smanjenjem broja fasada, akcenat se stavlja na jednu preostalu fasadu koja je orjentisana ka moru. Kako bi se iskoristio pun potencijal koji pruža lokacija, čitava fasada je zastakljena otvorima od poda do plafona. Dve terase pružaju mogućnost sedenja na otvorenom sa istim pogledom.



Slika 1. Prikaz preseka kroz objekat sa pogledima

5. FORMA I FUNKCIJA

Estetika zauzima veoma značajno mesto u procesu stvaranja i oblikovanja. Ona je deo nas, sa nekim usklađenim i dokazanim vrednostima, kroz čitavu istoriju stvaralaštva. Obzirom na epohalne promene u procesu nastajanja različitih arhitektonskih formi, nekadašnje strogo poštovanje funkcionalnosti, ili još strožijeg formalizma, danas se zamenjuje stavom da se forma ničemu ne predodređuje. Ona je ishod čitavog spektra i uticaja prirodnih zakona, i njeno značenje se zasniva, ne samo prema geometrijskim zakonima već i društvenim, istorijskim i sociološkim kretanjima u društvu. Kroz opštu istoriju arhitekture, otkrivanjem inovativnih materijala, graditeljstvo je u nekim trenucima prestajalo da komunicira sa prirodom. Revolucija metala i stakla, kasnije betona koji je svojim velikim statičkim mogućnostima omogućio slobodniji arhitektonski izraz, potisnuli su upotrebu prirodnih materijala. Najzad, u vremenu industrijalizacije i standardizacije, nastajale su grandiozne veštačke ortogonalne forme, gde se pomalo gubila nit i ravnoteža arhitektonskog izraza u pogledu njenog osnovnog cilja i svrhe. Ljudi su u starim vremenima zaklon nalazili gde god da su mogli (po skrovitim mestima, koja su smatrali svojim domom). Pećine su bile prva čovekova skloništa, koje je priroda stvorila. Inspirisan idejom pećinskog života, objekat je dobio formu enterijera koja asocira na prostore unutar pećine. Veliki otvoreni prostori su povezani uskim prolazima. Kuhinja, srce svakog objekta, je centralno pozicionirana, dok su sale za ručavanje periferno i polukružno projektovane. Hodnici koji povezuju veće prostorije međusobno se prožimaju formirajući tako manje prostore u kojima se nalaze toaleti i pomoćne prostorije.

Restoran je bruto površine 670 m², i neto 558 m². Sačinjavaju ga 4 osnovne funkcionalne celine: kuhinjski blok sa prostorijama za osoblje, sale za ručavanje, sanitarne prostorije i komunikacije [2].



Slika 2. Šema funkcionalnih celina restorana

Restoran poseduje 3 sale za ručavanje i jednu privatnu prostoriju ili separe, ukupnog kapaciteta 120 gostiju. Svaka sala je jedinstvene forme i oblika, što doprinosi faktoru iznenađenja koji je ovim pristupom projektovanju želeo da se postigne. Prva sala za ručavanje može da primi 42 gosta i najbolje oslikava boravak u pećini. Jedini izvor svetla koji prodire u prostor je preko plafonskog prozora širine svega 80 cm i dužine 3 m. Bez pogleda na enterijer, ceo fokus je stavljen na sam prostor i ambijent. Zidovi su prekriveni tesanim kamenom nepravilnih oblika i veličina. Uz ivicu gde se sučeljavaju plafon i zid ugrađen je sistem za kapilarno ispuštanje vode, koja lagano pada i prelazi preko kamenih zidova.

Duž horizontalnih zidova je zeleni pojas, prostor prekriven šljunkom, mahovinom i biljkama niskog rasta. Mobilijar je izrađen od punog drveta hrasta. Masivni stolovi pravougaonog oblika pozicionirani su u prostor tako da je svakom posetiocu pružen podjednak doživljaj prostora. Dinamično rešenje osvetljenja i tamni tonovi kreiraju ušuškan ambijent, a siva boja poda ističe svedene linije mobilijara i prirodnu boju drveta. Druga sala za ručavanje projektovana je na samom severozapadnom kraju objekta. Može da primi 28 gostiju. Ono što ovom prostoru daje posebnu notu su otvori od poda do plafona duž dva zida, pri čemu posetioci imaju pogled od 180 stepeni na more. Na samoj ivici litice proteže se pravougaona forma koja pomalo izvire van ose, čime se postiže subjektivni doživljaj lebdenja iznad padine. Primenjen je minimalistički pristup opremanja enterijera. Forme su jednostavne, svedene, linijske. Dekorativni elementi su izostavljeni, zidovi su „goli“, obloženi kamenim pločama.

Dizajn mobilijara je isti kao i u predhodnoj sali. Svedeni masivni drveni stolovi pozicionirani su neposredno do prozora. Treća sala za ručavanje je projektovana na severoistoku objekta. Najveća je od svih sala i može da primi 40 gostiju. Zbog svoje udaljenosti od glavnog ulaza u objekat, ovoj sali se može pristupiti i sekundarnim ulazom koji je neposredno do nje. Namenjena je većim grupama ili porodicama, pa je zbog toga opremljena velikim stolovima za po 12 osoba. Forma i pristup dizajniranju enterijera se nastavlja kao i u ostalim salama. Zidovi su svedeni, izostavljena je dekoracija. Jedinstvenost sale u odnosu na ostale prostorije, ogleda se u mogućnosti njenog proširenja. Sala poseduje izlaz na terasu koja je namenjena za igru dece ili u slučajevima kada je to neophodno proširenju kapaciteta.

6. ARHITEKTURA, MATERIJAL I OSVETLJENJE

6.1 Minimalistički pristup u arhitekturi

Minimalizam kao stil u arhitekturi vezuje se za period poslednje decenije dvadesetog veka. Kao osnovna karakteristika ovog stila ističe se jednostavnost i formalna redukcija. Minimalizam u arhitekturi se postavlja kao svojevrsni otpor dominantnoj potrošačkoj kulturi, populizmu, masovnoj kulturi i promovise stil života prožet duhovnošću, jednostavnošću i skladom.

Minimalisti su kao osnovni koncept preuzeli manipulaciju elementima kao što su boja, tonovi, oblici, linije i tekstura. Ono što odlikuje ovaj stil je preciznost,

geometrija, ponavljajuće dekorativne šeme, ravne i jednodušno obojene površine sa čistim bojama. Od materijala se najčešće koriste staklo, beton, čelik i prirodni kamen. Minimalizam u enterijeru karakteriše smanjivanje građevinskog i dekorativnog materijala. Odlika ovog stila jeste maksimalno slobodan prostor i funkcionalni enterijer. Polazna osnova minimalizma je „Manje je više“ (slogan nemačkog arhitekta Ludwiga Mies van der Rohe). Glavne figure koje se primenjuju su krug, pravougaonik, ravne vertikalne ili vodoravne linije. Broj boja u enterijeru je minimalan. Osnovne boje koje se koriste su neutralne i svetle nijanse prirodnih materijala.

Upotrebom prirodnih tekstura i geometrijskih oblika, kao i korišćenje svetla i senki daje ovom stilu prepoznatljiv karakter jednostavnosti i jasnoće. Akcenat se stavlja na prirodno osvetljenje i pažljivo pozicioniranje rasvete u prostoru, a unosi se minimalni broj predmeta i minimalno nameštaja. Minimalizam, bez obzira na sve gore navedene karakteristike odsustva nameštaja, predmeta i dekora nikada nije bio nadahnut siromaštvom i štedljivošću. Zapravo, on se pre svega smatra stilom bogatih, iako se primenjuju jednostavni funkcionalni oblici, lišeni ukrasa, obično se koriste savremeni industrijski oblikovani oblici i prirodni materijali koji na tržištu imaju visoku cenu.

6.2 Materijal

Kako je čovek deo prirode, razumljivo je i logično da i priroda bude deo čoveka. U projektu restorana predviđena je, u velikoj meri, upotreba prirodnih materijala zbog održavanja povezanosti čoveka i prirode, ali i zbog bolje implementacije novoprojektovane forme na zadati prostor. Spoj kamena i drveta predstavlja kombinaciju dva materijala koja je često bila prisutna u prošlosti, kao i danas pri gradnji objekata gde je cilj projektovanje imitacija prirodnih ambijenata kao što su u ovom slučaju pećine. Još od davnina, prirodni kamen bio je glavni materijal za gradnju, čemu svedoče brojna kamena zdanja, a pre svega zbog svoje nepromenljivosti kao osnovne njene karakteristike.

Iako su projektom predviđeni armirano– betonski zidovi kao glavni konstrukcijski elementi zbog svoje nosivosti i jednostavnosti gradnje, prirodni lokalni kamen kao dekorativni element koristi se za oblaganje svih zidova. Kamen unosi u arhitektonski prostor neophodnu dozu elegancije, ali i udobnosti. Jedna od najznačajnijih karakteristika ovog materijala je igra boja i oblika, zbog čega se može reći da je svaki komad unikatan. Drvo, prirodan i originalan građevinski materijal koji zbog svoje svestranosti, originalnosti, raznolikosti i estetskih mogućnosti zadržava sve osnovne vrednosti u okviru arhitektonskog objekta u projektu restorana predstavlja drugi najupotrebljeniji materijal. Korišćeno je za izradu svih elemenata mobilijara jer doprinosi rustičnom izgledu enterijera, ali pruža i neophodnu dozu elegancije i luksuza.

6.3 Značaj osvetljenja

Prirodna svetlost i veštačko osvetljenje u arhitekturi predstavljaju dinamičnu i efemernu komponentu, odnosno, jedan od ključnih elemenata kojima se oblikuju atmosfera i karakter arhitektonskog prostora. Karakter arhitektonskog prostora uslovljen je nizom faktora koji ga

definišu, a osvetljenje predstavlja veoma značajnu komponentu. Pored toga što je funkcionalno neophodno za odvijanje predviđenih aktivnosti, osvetljenje ima veoma važnu ulogu u definisanju ambijentalnih vrednosti segmenata ili celine prostora. Ta uloga postaje još značajnija i uočljiva u prostorima koji treba da pruže izuzetno iskustvo korisnicima, kao što je to slučaj kod ugostiteljskih objekata [3].



Slika 3. Vizualizacija atmosfere u sali za ručavanje

7. ZAKLJUČAK

Minimalistički pristup u radu omogućava da forma i linije budu svedeni i odgovaraju okolnostima, što doprinosi elegantnom i svedenom izgledu enterijera. Ovakav način projektovanja omogućava razvoj pojedinaca, grupa i zajednica u skladu sa ekološkim okolnostima, što je jedini način ka maksimiziranju potencijala kvaliteta života uz očuvanje postojećeg prirodnog okruženja.

Ovakav stil gradnje ne utiče na smanjenje komoditeta i u skladu je sa tehničkim i tehnološkim dostignućima u oblasti građevinarstva, tehnologije materijala i prati savremene arhitektonske trendove koji smelo koketiraju sa tradicijom.

8. LITERATURA

- [1] Peni Spark, *“The Modern Interior”*, Reaktion Books, London, 2008.
- [2] Džordž Sevidž, *“Izvori moderne arhitekture i dizajna”*, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [3] Robert Venturi, *“Složenosti i protivrečnosti u arhitekturi”*, Građevinska knjiga, Beograd, 1999.

Kratka biografija:



Katarina Tričković rođena je u Pirotu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture– Dizajn enterijera odbranila je 2022.god.
kontakt: trickovic.keti10@gmail.com

АНАЛИЗА СВЕТЛОСНОГ ЗАГАЂЕЊА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА И ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ЊЕГОВО СМАЊЕЊЕ**ANALYSIS OF LIGHT POLLUTION ON TERRITORY OF THE CITY OF KRAGUJEVAC AND PROPOSAL OF MEASURES FOR ITS REDUCTION**

Олга Јевтић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област: АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Овај рад бави се анализом светлосног загађења на територији града Крагујевца. Анализа проблематике обухвата четири фазе. Прва фаза је прикупљање података путем онлајн анкете и упознавање са мишљењем грађана. Друга фаза је преглед фотографија визуелним запажањем. Трећа фаза је разговор са стручњацима релевантним за истраживање и четврта фаза је предлог мера за смањење светлосног загађења.

Кључне речи: Светлосно загађење, улична расвета, животна средина, вештачко осветљење

Abstract – This paper covers light pollution analysis on the territory of the city of Kragujevac. The analysis of the problem includes four phases. The first phase is the collection of data through an online survey, collecting the opinion of the citizens. The second phase is the review of photos by visual observation. The third phase is a deep interview with experts relevant to the research and the fourth phase is a proposal for measures to reduce light pollution.

Keywords: Light pollution, street light, environment, artificial lighting

1. УВОД

Урбанизација градова довела је до све веће потребе за ширењем осветљења нових просторних целина. Недовољна осветљеност у граду данас се може тумачити као симбол небезбедности и тиме довести до стварања нелагоде код самог пролазника или корисника простора. Питање које се поставља је *Зашто се светлосно загађење сматра загађењем и на који начин оно загађује урбану средину?* Циљ истраживања је да информисе кориснике простора о тренутном стању осветљења у граду Крагујевцу, уз преглед локација са присутним изворима загађења, као и да укаже на потенцијална решења за смањење светлосног загађења. Истраживање је организовано у фазама, које су обухватиле спровођење анкете међу грађанима са тумачењем резултата, визуелну анализу, као и разговоре са стручњацима релевантним за област, у форми дубоких интервјуа.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Милица Врачарић, ред. проф.

2. ШТА ЈЕ СВЕТЛОСНО ЗАГАЂЕЊЕ?

Светлосно загађење ефекат је неефикасног, прекомерног и погрешно оријентисаног вештачког спољашњег осветљења. Највећи извор светлосног загађења долази од уличне расвете, а узрочници су и комерцијална светла, светло из урбаних средина, светла у дворишту, расвета саобраћајница, декоративна светла и многи други [1]. Први научни рад на тему светлосног загађења објављен је 1973. године под насловом *Light pollution – outdoor lighting is a growing threat to astronomy* у часопису *Science* од стране Курт Ригела, који дефинише светлосно загађење као нежељено небеско светло произведено од стране човека, услед раста популације и повећања јавне расвете по глави становника [2].

2.1. Класификација облика светлосног загађења

Светлосно загађење представља светски признат проблем. *Међународна асоцијација за тамно небо* (енг. *International Dark-sky Association*) је водећа организација која се бори против светлосног загађења широм света. Она 1988. године уводи квалификацију облика светлосног загађења [3]:

Бљесак представља директно видљиву светлост где у контрасту са окружењем доводи до проблема људског вида, узрокујући непрепознатљивост објеката. Дефинише се као јак, директан извор светлости.

Преливање светлости или преступ (интрузија светлости) настаје када извор светлости не осветљава само наменску област, већ и њену околину и тиме прелази дефинисане границе.

Груписано осветљење је облик светлосног загађења у коме број светлосних извора превазилази потребе у датој области.

Сјај неба резултат је расипања вештачког светла у атмосфери. Представља најзаступљенију категорију светлосног загађења. Ефекат сјаја неба може бити изазван непрописно заштићеним лампама или погрешно нагнутим држачима светилке.

2.2. Узроци светлосног загађења

Постоји више фактора који доприносе загађењу, али најчешће се расподељују у две групе: *друштво-економски* и *инжењерско-технолошки фактори*. Друштвено-економски фактори су *субурбанизација, психолошки фактори* (страх услед недовољне осветљености улица), *технолошки напредак* (развој система уличне расвете) и људска потреба за активнијим ноћним сатима. Конструкција расвете у великој мери утиче на

пропагирање светлости, па самим тим и на количину и интензитет негативних последица. У свету се најчешће користе три облика конструкције расвете: *незасенчена* (*non cutoff*), *полу-засенчена* (*semi-cutoff*) и *потпуно засенчена* (*full-cutoff*). Продуктивност осветљења дефинисана је преласком фотона ван линије хоризонта (**Error! Reference source not found.**) [1].



Слика 1. Облици конструкције расвете [2]

Осим конструктивних карактеристика светилке, угао под којим се поставља доста утиче на ниво штетности, као и висина на којој је дати извор осветљења постављен. Један од веома присутних извора светлосног загађења су рекламне табле (билборди), који могу бити осветљени споља и су самосветлеће LED табле [3].

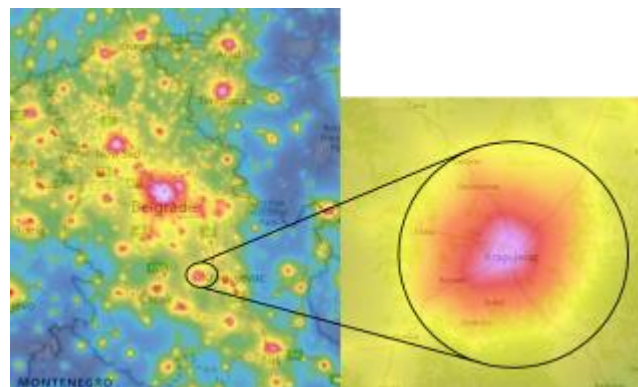
2.3. Ефекти светлосног загађења

Недовољна информисаност о проблему светлосног загађења, као и сама могућност негативног утицаја светлости на здравље људи прихвата се као нужна нуспојава живота у граду. Ефекти светлосног загађења имају утицај на здравље и квалитет живота људи (здравствени проблеми, кардиоваскуларне болести, депресија и несаница), функционисање животињског света и њиховог окружења (нестанак одређених врста), Земљин екосистем (продор УВ зрака као последица сјаја неба), утицај на саобраћај – пренаглашено осветљење, као и погрешна оријентација светилке (слепило код возача) и загађење ваздуха (енергетска ефикасност осветљења) [3].

2.4. Уводна разматрања и полазиште за истраживање

Идеја рада је да обухвати анализу мишљења и ставова грађана, односно корисника простора, града Крагујевца и њихову информисаност о проблему светлосног загађења и начина превазилажења истог. Током месеца јуна 2022. године спроведена су истраживања грађана (200 учесника) кроз онлајн анкету, како би се утврдила тренутна информисаност становништва о проблему светлосног загађења. Такође, обухваћена су мишљења стручњака о датом проблему, као и утицај светлосног загађења у осталим областима. Дати су и визуелни прикази локација са израженим светлосним загађењем на територији града Крагујевца.

Сателитски снимак тренутног стања светлосног загађења на територији Србије, према изворном сајту Light pollution map, показује да су најфреквентније тачке следећи градови: Београд (најизраженије светлосно загађење), Нови Сад (други по степену загађености), затим Ниш и Суботица, као и Крагујевац (слика 2) [4].



Слика 2. Тренутно стање светлосног загађења у Србији (приказ десно град Крагујевац) [4]

3. МЕТОДОЛОГИЈА

Прва фаза рада обухвата анализу онлајн анкете спроведене на територији града Крагујевца. Анкета је концептирана са циљем прикупљања информација о структури и мишљењу испитаника о светлосном загађењу. Она се састоји од шеснаест питања.

Друга фаза рада обухвата преглед фотографија визуелним запажањем на фреквентним локацијама. Фотографије су подељене на основу функције коју осветљење има на анализираним локацијама (улично осветљење, партерено осветљење, рекламно осветљење), као и у односу на проблем недовољне осветљености.

Трећа фаза је укључила разговор са стручњацима релевантним за проблематику светлосног загађења. Прикупљена су мишљења психолога (утицај на психологију сна), биолога (утицај на екосистем), енергетичара (тренутно стање енергетске ефикасности осветљења у граду) и неуроначника (утицај на перцепцију).

Четврта фаза представља предлог мера за смањење светлосног загађења на територији града.

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈЕ

Резултати анкете - Структуру испитаника у већем проценту чине жене (71,4%). Најизраженију старосну групу чине испитаници старији од 30 година, са занимањима из групе друштвених, природних и медицинских наука. Већи проценат испитаника није информисан о термину светлосног загађења, а 88,8 % није информисано о тренутном стању светлосног загађења. За највећи број испитаника светлосно загађење представља сваки вид вештачког осветљења, употребу осветљења у неприкладним сатима, светлеће рекламне билборде, као и претерано груписање осветљења на јавној површини.

Локације загађења су, према испитаницима, присутне у целом граду осим на брдовитим ободима (насеље Виногради и Метино брдо). Са друге стране, има и испитаника којима нису познате локације на којима је присутно светлосно загађење. Анкетирани грађани већином нису упознати са штетношћу претераног осветљења, али претпостављају да је штетно. Утицај светлећег рекламног материјала не примећује 75,4% испитаника, док јачина светлости утиче на квалитет сна код 58,8% испитаника.

Преглед фотографија - Следеће фотографије дате су као приказ резултата нивоа осветљености. Пример конструкције расвете уличног осветљења у улици Војводе Радића нарушава зеленило висином стуба (Слика). У питању је LED осветљење са незаштићеним извором светлости. Стога расипањем светлости, као и недовољном осветљеношћу, овако постављена светиљка није адекватна за локацију.



Слика 4. Неадекватно постављено улично осветљење - нарушавање екосистема [5]

Пример партерног осветљења је плато испред робне куће „Београд“, прекривен текстуалним светлећим натписима (слика 5), рекламним материјалом и регулисан уличним осветљењем. Димензије рекламног садржаја дефинисане су површином зида на самом објекту, а потребе за осветљењем захтевају ангажованост четири рефлектора.

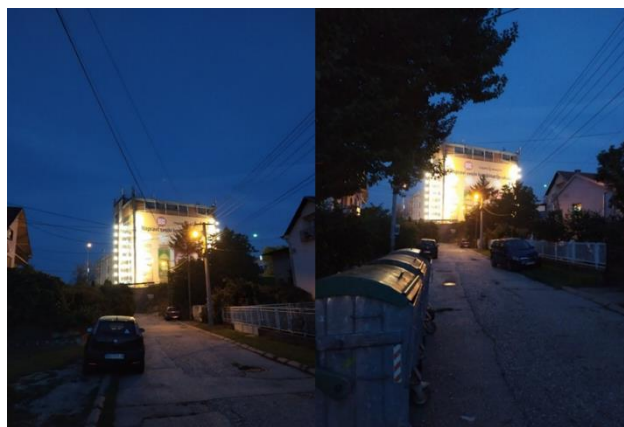


Слика 5. Плато испред робне куће „Београд“ [5]

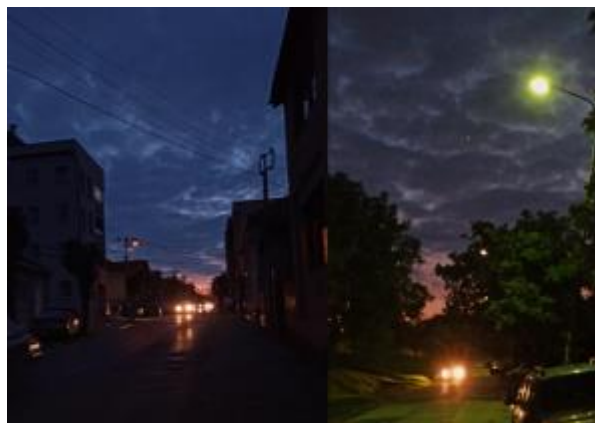
Једна од најстаријих индустрија у граду јесте прехранбена фабрика „Житопродукт“ (слика 6). Рекламни материјал са приказом различитих врста хлебних производа узнемиравајућ је за становнике овог дела града. Он заузима читаву површину фасаде и осветљен је током целе ноћи, представљајући један од узрочника саобраћајних незгода у овом делу града. Продор светлости достиже до пар стотина метара, а упад светлости у индивидуална домаћинства, ометање тока саобраћаја услед изразите бљештавости и нелагоде у оку посматрача само су неки од проблема.

Испитаници наводе да је Крагујевац недовољно осветљен. На слици 7 приказана је улица Милована Гушића (лево) и Воје Радића (десно). Поменуте улице

нису адекватно регулисане степеном осветљења током ноћи и стога се питање безбедности доводи у питање.



Слика 6. Рекламни материјал фабрика „Житопродукт“ [5]



Слика 7. Неадекватно осветљена улица [5]

Експертска анализа - Мишљење психолога је да светлост игра кључну улогу у свакодневним активностима човека, с тим да је утицај светла на психологију сна индивидуалан (продуктивност ноћу, спавање у изразито осветљеној просторији или они код којих минимални продор нарушава квалитет сна). Проблеми са спавањем присутни су код 45% светске популације. Неки од здравствених проблема који прате лош квалитет или недостатак сна су: повећање телесне тежине и гојазност, дијабетес и други метаболички проблеми и производња мелатонина у мозгу (као последица изложености вештачкој плавој светлости).

Мишљење биолога – Наглим ширењем градова почетком 21. века дошло је до уништавања многих природних екосистема (смањење животињских и биљних врста). Светлосно загађење ремети природни однос дужине дана и ноћи у екосистемима. У великој мери животни ритам животиња одређен је условима спољашње средине, а у највећој мери су угрожене ноћне животиње. Последице на екосистем су: морталитет код инсеката (превелика топлота уличне расвете), репродукција код животиња (активности репродукције које су везане за ноћ) и кретање птица селица које се оријентишу помоћу извора ноћног светла (месечина, залазак сунца и слично).

Мишљење енергетичара – Јавно осветљење града Крагујевца располаже са укупно 23.750 сијалица.

Стубови јавног осветљења у власништву су Електро-дистрибуције, док је одржавање јавног осветљења поверено приватном предузећу. Годишња потрошња електричне енергије у систему јавног осветљења на територији града износи укупно око 16.000.000,00 kWh. Према врсти светлосног извора, на територији града заступљени су следећи извори осветљења: НРМ – живине сијалице и НРS – натријумове сијалице [6].

Мишљење неуронаучника – На основу разумевања процеса механизма људског вида, може се закључити колико су утицајни тип светлости и интензитет у нашем окружењу, јер могу снажно утицати на начин рада, и још више, на перцепцију. Светска здравствена организација (СЗО) сматра да светлосно загађење има катастрофалне последице по глобално здравље и животну средину уопште.

5. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА СМАЊЕЊЕ СВЕТЛОСНОГ ЗАГАЂЕЊА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА КРАГУЈЕВЦА

На основу до сад предузетих истраживања у пољу поменуте проблематике, за град Крагујевац се могу издвојити следеће мере: смањена употреба декоративног осветљења током културних дешавања и примена енергетски ефикаснијег осветљења, уз регулацију помоћу сензора и димера; примена адекватних конструктивних карактеристика извора осветљења са оријентацијом на доле као допринос ефикаснијем осветљењу; LED осветљење и примена обновљивих извора енергије (соларне светиљке); регулација осветљења саобраћајница, као и услужних објеката чија осветљеност није неопходна током ноћи; пригушено осветљење током ноћне вожње сасвим је довољно за саобраћајнице које су већ осветљене вештачким осветљењем; употреба аутоматских система за гашење уличног светла у одређено време у односу на интензитет природне светлости представља такође један од видова смањења светлосног загађења; адекватна информисаност грађана о проблему и мерама.

Неке од мера које би се могле имплементирати на конкретним локацијама јесу: смањење активности светлећег рекламног натписа апотеке изражене зелене трепћуће боје у Улици 27. марта, која знатно нарушава перцепцију возача, посебно током ноћи; адекватна регулација рекламног садржаја Фабрике „Жито-продукт“ која је узрочних многих саобраћајних незгода; адекватније амбијентално осветљење парковских и рекреативних површина (посебно Великог парка и игралишта за децу фондације „Драгица Николић“) са регулацијом осветљења помоћу сензора покрета, којим би се обезбедио бољи квалитет осветљења, без угрожавања безбедности корисника.

6. ЗАКЉУЧАК

Анализом светлосног загађења и самог појма вештачког осветљења поставља се питање колико је оно заиста штетно. Спроведеном анализом на територији града Крагујевца, по угледу на досадашња истраживања у овом пољу, дат је јасан преглед тренутног стања. На основу добијених одговора испитаника, закључује се да су исти упознати са појмом светлосног загађења, али не у довољној мери, па је неопходна додатна информисаност грађана. Зарад очувања здравља грађана, контролисано управљање електричном енергијом, односно расветом самог града, применом мера за смањење вештачког осветљења на фреквентним тачкама, корак је ка здравијој и економичнијој будућности у урбаним срединама.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бјелајац Д. Проблематика светлосног загађења у урбаној средини града Новог Сада са предлозима мера за његово смањење. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департаман за географију, туризам и хотелијерство; 2022.
- [2] Приручник о светлосно загађењу дефиниција, узроци и последице. Невладина организација „Carpe Noctem“;
- [3] Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska, Ścieżor T. Light pollution as an environmental hazard. CT 2019;129–42. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.19.084.10863>.
- [4] Light Pollution map www.lightpollutionmap.info (приступљено: 11.07.2022).
- [5] Олга Јевтић, август 2022.
- [6] Регионални евро центар за енергетску ефикасност Крагујевац <https://sites.google.com/fink.rs/receekg/receekg> (приступљено: 12.07.2022).

Кратка биографија:



Олга Јевтић рођена је у Крагујевцу 1998. год. Основне академске студије завршила је 2021. године на Факултету инжењерских наука, студијски програм Урбано инжењерство. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура – Урбанистичко планирање и феномени савременог града одбранила је 2022. године.

**REKONSTRUKCIJA ZGRADE U ULICE ILIJE OGNJANOVIĆA BROJ 26
U NOVOM SADU****RECONSTRUCTION OF THE BUILDING IN ILIJE OGNJANOVICA 26 STREET
IN NOVI SAD**

Dejan Konjević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Kroz evoluciju arhitektura je bila pod uticajem prilika u kojima je nastajala, pa je takav slučaj i sa pandemijom virusa COVID-19 posle koje je najveći izazov kako spojiti aktuelni životni stil sa novim pravilima. Cilj ovog rada jeste da prikaže kako arhitektura može da obezbedi efikasna rešenja širokog spektra i promeni pristup projektovanju rezidencijalnih/ stambenih objekata na primeru zgrade u Ulici Ilije Ognjanovića br. 26 u Novom Sadu. Koncept fokusiran na zdrav život sa staklenicima za hrono proizvodnju hrane, teretanama, bazenom sa saunama, puno sunca, vegetacije i prirodnog okruženja, u jednoj od najlepših novosadskih ulica, način je da se u eri pandemije osmisli bezbedno i prijatno mesto u kome spoljni svet ne izgleda kao zabranjena zona.

Ključne reči: Arhitektura, COVID19, Stambena zgrada

Abstract – Through the evolution architecture was under influence of the circumstances in which it was created, as well that's the case with the pandemic of Covid-19 after which the biggest challenge is connecting nowadays lifestyle with new rules. Goal of this task is to show how architecture can offer efficient solutions and change the approach of projecting the residential units as per the example in Ilije Ognjanovica Street in Novi Sad. Concept is focused on a healthy life with greenhouses for production of chrono food, gyms, pool with saunas, a lot of sun, vegetation and nature surroundings in one of the most beautiful streets in Novi Sad which is the way to create a safe and nice environment in the era of pandemic where outside world doesn't seem like a forbidden zone.

Keywords: Architecture, COVID19, Residential building

1. UVOD

Rad se sastoji iz četiri celine:

- 1) Generalni urbanistički plan Novog Sada do 2030. i analiza važećeg Plan detaljne regulacije za blok u kome se nalazi u Ulici Ilije Ognjanovića
- 2) uticaj pandemije COVID-19 na arhitekturu i projektovanje i Novi sad nakon korone
- 3) projektni zadatak za rekonstrukciju zgrade u ulici Ilije Ognjanovića 26 sa trenutnim stanjem i SWOT analizom.

NAPOMENA:

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

4) arhitektonski prikaz mogućeg rešenja rekonstrukcije zgrade u Ulici Ilije Ognjanovića 26 sa konceptom rešenja, konceptom funkcionalnosti objekta i enterijerom.

Informaciona osnova teme kao prvi deo rada data je u prva dva poglavlja. Prvo poglavlje bavi se novim Generalnim urbanističkim planom Novog Sada do 2030. godine i problemskim tačkama u okviru njega, dok se u drugom poglavlju analizira postojeći Plan detaljne regulacije bloka u okviru koga se nalazi Ulica Ilije Ognjanovića. U ovoj ulici je zgrada, koja će biti rekonstruisana u skladu sa novim pravilima koje je nametnula pandemija COVID-19.

Drugi deo rada koncipiran je kao istraživanje o iskustvima i saznanjima arhitekata o uticaju pandemije COVID-19 na arhitekturu i projektovanje, jer ona nije ostavila samo prolazni efekat već dugotrajne posledice na sve sfere života, uključujući i nabrojane. U ovom delu rada biće sagledana iskustva novonastajuće arhitektonske prakse u Novom Sadu nakon korone. U trećem delu ovog rada, kvalitativnom metodom u vidu arhitektonskog uticaja u projektovanju predstavljen je projektni zadatak sa analizom trenutnog stanja i SWOT analizom.

Poslednji deo bavi se samim arhitektonskim projektovanjem i alternativnim pristupom. U njemu je predstavljen vizuelni prikaz mogućeg rešenja rekonstrukcije zgrade u Ulici Ilije Ognjanovića broj 26 u Novom Sadu. Fokus je na zdravom životu sa staklenicima za hrono proizvodnju hrane, teretanama, bazenom sa saunama, puno sunca, vegetacije i prirodnog okruženja, u jednoj od najlepših novosadskih ulica kao načinom da se u eri pandemije osmisli bezbedno i prijatno mesto u kome spoljni svet ne izgleda kao zabranjena zona.

1.1. Arhitektura u novom sadu za vreme i posle korone

Pod pritiskom novih izazova u koje spada i pandemija virusa COVID-19 evoluirali su urbanizam i arhitektura, jer je trebalo spojiti potrebu ljudi da budu jedni sa drugima, odnosno dosadašnji životni stil uskladiti sa novim pravilima, koje su nametnule nove okolnosti.

Urbanizam je osnova pravilnog i zdravog razvoja grada i koga sve počinje, a razvija se uz arhitekturu. Dugogodišnjom divljom gradnjom Novi Sad je devastiran tako da postoje delovi grada koji su zapušteni, u kojima postoje naselja bez osnovnih uslova za život bez kanalizacije, trotoara, zelenih površina. Korona je sa sobom donela potrebu da se ljudima omoguće bezbedne distance, veće zelene površine, trotoari za šetnju i

biciklističke staze jer su bicikli postali jedno od najbezbednijih prevoznih sredstava u doba korone.

Tokom pandemije virusa COVID-19 pokazalo se da je neophodno da u gradu postoje objekti koji se lako mogu prilagoditi novim potrebama, kao što su hala Novosadskog sajma i Vojna bolnica u Petrovaradinu. Poput nekadašnjih obaveznih skloništa ovi prostori će ubuduće biti multifunkcionalni objekti za ovakve i slične situacije.

Poslovni objekti su bili najviše pogođeni pandemijom virusa COVID-19, jer je većina zaposlenih kojima je priroda posla to dozvoljavala radila od kuće i time oslobodila prostor u kancelarijama tako da je mogao drugačije da se organizuje za one koji su u njemu ostajali. Projektom poslovnih zgrada moraće ubuduće više pažnje da se posveti bezbednoj udaljenosti između zaposlenih, mogućnošću beskontaktnog kretanja kroz objekat do kancelarije pri prolasku ulaznih kontrola, korišćenju liftova i toaleta, izboru ventilacije i grejanja, mogućnošću prirodne ventilacije prostorija kao i odnosu zatvorenih i otvorenih prostora, tako što će interna dvorišta, krovne terase i druge slobodne površine pažljivo urediti kako bi zaposleni u pauzama provodili vreme na otvorenom umesto u kafeterijama i menzama.

Tokom pandemije se pojavila veća potreba za privatnim otvorenim prostorima usred nemogućnosti korišćenja javnih prostora zbog čega su mnogi ljudi pomislili da bi bilo dobro živeti u kući, koja je van grada. U budućnosti bi trebalo razmišljati o unapređenom modelu otvorenih stambenih blokova niže spratnosti i gustine.

Takođe, kada je u pitanju komfor korišćenja otvorenih prostora trebalo bi projektovati zajedničke krovne terase i uređena dvorišta, koji će imati i prateće sadržaje za decu i starije. Kao alternativa javnom prevozu trebalo bi povećati broj parkinga za bicikle, motore i električna vozila.

Pošto je stambeni prostor postao i radno mesto, prostor za igru, sport i sve druge aktivnosti koje smo nekada obavljali u drugim objektima ili na javnim površinama redefinisane pristupa projektovanju stambenih objekata treba da počne od urbanističke postavke koja treba da omogući bezbednu udaljenost i veće zelene površine.

Stanovi će opet kao jedan od prioriteta imati mogućnost poprečnog prirodnog provetranja, veće terase pravilnog oblika na kojima može da se provodi dobar deo dana, toalet za goste odvojen od kupatila koje koriste ukućani, mogućnost multifunkcionalnosti prostorija koje po potrebi treba da se pretvore iz dnevnog boravka za odrasle u dečiju igraonicu i slično.

Poželjno će biti da se u svakom stanu predvidi radni deo gde jedan ili više ukućana mogu nesmetano da rade sa prostorom za kompjuter i štampač

Kao rezultat svega navedenog, za očekivati je da i zgrada u Ulici Ilije Ognjanovića broj 26 bude rekonstruisana tako da postane bezbedno i prijatno mesto u kome spoljni svet ne izgleda kao zabranjena zona.

1.2. Trenutno stanje

Objekat koji je tema rada ima svojstvo kulturnog dobra što znači da uživa zaštitu grada Novog Sada. Stambena

zgrada za kolektivno stanovanje na ovoj lokaciji, sa 13 stanova, zauzima 697 kvadratnih metara.

U delu objekta, koji je nedavno renoviran, nalazi se hostel Sova, u prizemlju zgrade je lokal Kombinat, dok se preostali deo zgrade koristi za stanovanje.



Slika 1: Zgrada u Ulici Ilije Ognjanovića 26 – trenutno stanje

1.3. Koncept rešenja

Postojeći objekat se transformiše u moderno arhitektonsko zdanje uz naglašavanje istorijske komponente kroz očuvanje i zaštitu postojeće građene supstance.

Fasadni elementi ostaju u originalnom stanju, što daje poseban pečat objektu, jer će kontrast novog i starog biti dodatno naglašen novim projektovanim strukturama unutar njega. Objektu se na taj način vraća celovitost, a preoblikovanje unutrašnjosti zgrade ima za cilj funkcionalnu optimizaciju u okviru nove namene.



Slika 2: Preoblikovanje unutrašnjosti zgrade u Ulici Ilije Ognjanovića 26 – 3D prikaz

1.4. Koncept funkcije objekta

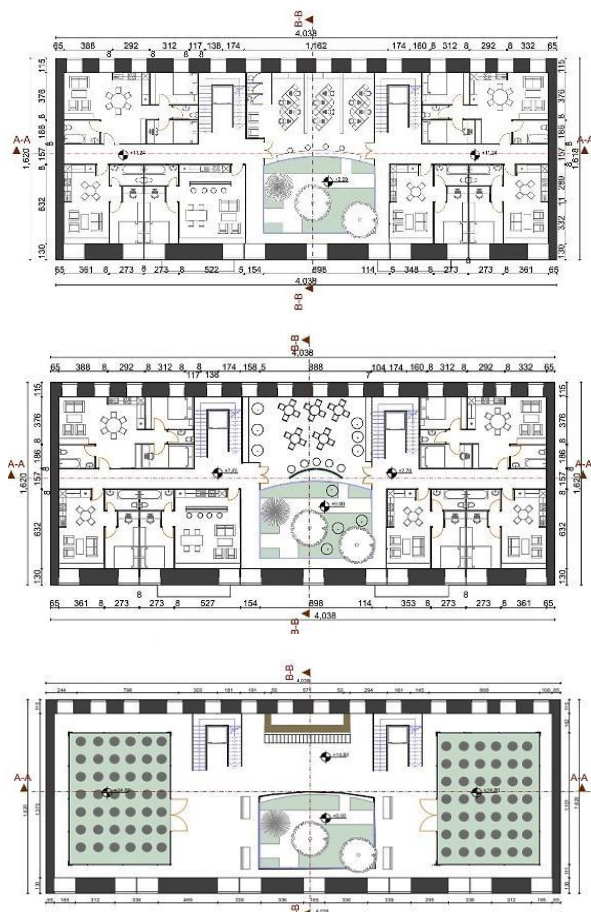
Najveći izazov tokom projektovanja jeste kako uklopiti privatnost i funkcionalnost objekta, odnosno uskladiti formu i sadržaj. Koncept objekta je funkcionalnom smislu podeljen na nekoliko osnovnih zona čije su granice definisane i međusobno se preklapaju.

Što se tiče sadržaja, u prizemlju se nalazi zelena bašta predviđena za odmor i druženje kao zona međusobne interakcije posetilaca, dok je na prvom spratu teretana.



Slike 3 i 4: Prizemlje i prvi sprat analiziranog objekta

Na drugom spratu je kafić sa kutkom za čitanje, odnosno bibliotekom, a na trećem spratu velika kancelarija, odnosno radni prostor sa stolovima i računarima koja obezbeđuje nesmetan rad stanarima. Na krovnoj terasi se je zelena bašta kao zona za odmor sa pultom za izlaganje i prodaju organske hrane.



Slike 5, 6 i 7: Drugi, treći i četvrti sprat analiziranog objekta

Ovaj segment zgrade korisnicima pruža kvalitet više. U preostalom delu zgrade nalaze se stanovi sa svim potrebnim prostorijama za život.

2. ZAKLJUČAK

Rekonstruisana zgrada u Ulici Ilije Ognjanovića 26 sa novom namenom i uređenjem enterijera predstavljala bi „novo mesto“ u starom jezgru grada Novog Sada. I pored toga što bi zgrada bila uređena u skladu sa novim okolnostima usled pandemije virusa COVID-19 sačuvan je stari, istorijski sjaj bez kojeg bi ova zgrada bila ista kao i sve druge. Rekonstrukcijom je data šansa objektu da postane moderan, ali i da sačuva ono što je vredno i jedinstveno. Idejno rešenje predstavlja sintezu svih razmatranih pitanja u istraživačkom delu rada u kome su analizirani Generalni urbanistički plan, Plan detaljne regulacije za blok u kome se nalazi Ulica Ilije Ognjanovića i na kraju uticaj korone na arhitekturu i projektovanje.

Na primeru rekonstruisane zgrade, koja je kulturno dobro pod zaštitom države prikazana je evolucije arhitekture i način kako se arhitektura prilagođava novim okolnostima i životu posle pandemije. Koncept fokusiran na zdrav život sa staklenicima za hrono proizvodnju hrane, teretanama, bazenom sa saunama, puno sunca, vegetacije i prirodnog okruženja, u jednoj od najlepših novosadskih ulica, način je da se u eri pandemije osmisli bezbedno i prijatno mesto u kome spoljni svet ne izgleda kao zabranjena zona.

3. LITERATURA

- [1] Službeni list grada Novog Sada broj 33 (2022), „Generalni urbanistički plan Novog Sada do 2030. godine“.
- [2] Službeni list grada Novog Sada broj 1 (2004), „Plan detaljne regulacije između ulica Ilije Ognjanovića, Konstantina Danila, Bulevara Mihajla Pupina i ulice Modene u Novom Sadu“.
- [3] Studija Zavoda za zaštitu spomenika kulture Grada Novog Sada (1994), „Osnovi zaštite graditeljskog nasleđa gradskog jezgra Novog Sada“.
- [4] Časopis DaNS, br. 87 (2020), „U iščekivanju novog GUP-a Novog Sada“.
- [5] Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Departman za voćarstvo, vinogradarstvo, hortikulturu i pejzažnu arhitekturu: „Studija zelenih i rekreativnih površina u cilju izrade revizije generalnog plana Novog Sada“.
- [6] Lidia Kallipoliti (2018), „The Architecture of Closed Worlds, Or, What is the Power of Šit“.
- [7] Architectural Digest (2020), „How the COVID-19 Pandemic Will Change the Built Environment“.
- [8] Bloomberg (2020), „Post-COVID-19 – What Comes Next?“

Kratka biografija:



Dejan Konjević rođen je u Herceg Novom 1994.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje odbranio je 2022.god.
kontakt: dejo1994@gmail.com

KAFE-ČITAONICA SA ZELENI KROVOM**CAFE-READING ROOM WITH GREEN ROOF**Dejan Čeliković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Rad se bavi tematikom koncepta zelene arhitekture, njenih benefita i značajnih uticaja, kako na prirodu i samo okruženje u kome živimo, tako i na čoveka. Projekat kafe-čitaonice sa zelenim krovom, koji predstavlja dobro funkcionalno i adekvatno rešenje problematike kojom se rad bavi, za glavni cilj ima podizanje svesti o važnosti koncepta zelene arhitekture i unapređenje projekata budućnosti. Glavni koncept ogleda se u neraskidivoj vezi same strukture sa prirodom i njenoj skladnoj implementaciji u prirodno okruženje.

Ključne reči: *Koncept zelene arhitekture; čitaonica; zeleni krov; ozelenjavanje objekata*

Abstract – *The paper deals with the topic of the concept of green architecture, its benefits and significant impacts, both on nature and the environment in which we live, as well as on humans. The project of a cafe-reading room with a green roof, which represents a well-functioning and adequate solution to the problem that the work deals with, has as its main goal raising awareness of the importance of the concept of green architecture and improving the projects of the future. The main concept is reflected in the unbreakable connection of the structure itself with nature and its harmonious implementation in the natural environment.*

Keywords: *Concept of green architecture; reading room; green roof; greening of buildings*

1. UVOD

Čovek je dete prirode i kao i svako dete iz dana u dan uči i otkriva nove stvari, menja se i napreduje. Kroz nova saznanja i otkrića naše želje i navike se neprestano menjaju. Menja se način života, način razmišljanja, način komunikacije, način kretanja i mnogi drugi. Tako je čovek i prirodu menjao prema svojim potrebama. Od nastanka prvih naselja i puteva pa sve do danas neprestano se šire i rastu gradovi, saobraćajnice, njive, fabrike, deponije... Uzimamo od prirode i teramo je da se ona prilagođava nama, zanemarujući njene potrebe i ograničenost resursa. Zagađenje, globalno zagrevanje, izumiranje vrsta, trošenje resursa samo su neki od problema koji su proizašli iz ove nebrige. Savremeni čovek kao da je zaboravio na prirodu, zbog načina života i nedostatka vremena sve manje boravi u prirodi a ona je mesto koje mu uvek donosi mir i spokoj, baš ono što mu danas fali. Ravnoteža u kojoj sve ima svoj smisao i sve je idealno uklopljeno. Da ne bi narušio ovu ravnotežu čovek mora da se okrene prema prirodi i prema njoj unapredi sebe po svim aspektima.

NAPOMENA:

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

1.1 Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživačkog rada predstavlja zelena arhitektura kao jedno od rešenja za unapređenje kvaliteta života u savremenom svetu. Proučavanje koncepta zelene arhitekture, njenih prednosti, karakteristika, mogućih rešenja i primera. Uviđanje prednosti koje nam nudi i značaj za očuvanje životne sredine. Pravac arhitekture koja brine o nama i budućnosti našeg sveta.

1.2 Cilj istraživanja

Približavanje mogućih prednosti i rešenja koja donosi zelena arhitektura. Rešenja koja može svako od nas da primeni u bilo kom prostoru. Da li on bio već postojeći ili novoprojektovani, namene stanovanja ili bilo koje druge. Ne moramo biti arhitekta za tako nešto, jer arhitekta nije jedini koji će imati izbor da nam objekat bude zelen i on ne mora biti isprojektovan kao zelen da bi takav zaživeo. Sami možemo preuzeti inicijativu da naš postojeći prostor ozelenimo, da sebi ugodimo u pomognemo.

2. ZELENA ARHITEKTURA

Predstavlja način projektovanja i uređenja prostora koji ima za cilj da smanji sve štetne uticaje koji proizilaze od same izgradnje objekta pa sve do njegove upotrebe. Prvenstveno se misli na zaštitu okoline i štedljivo i efikasno trošenje energije. Očuvanje vode, vazduha, zemljišta, vegetacije. Čuvanje i pametno korišćenje svih ovih dobara sa što manje štete po životnu okolinu. Zdravlje ljudi i životna sredina nisu neuništivi i ne smemo sebi dati toliku slobodu da rasipamo i besavesno trošimo ove resurse.

2.1 Načela zelene arhitekture

Rešenja koja nam daje zelena arhitektura su jednostavna, možda na početku iziskuju više truda planiranja i ulaganja ali na dugotrajnom planu nam višestruko doprinose u kvalitetu života utrošku energije i resursa.

- Upotreba obnovljivih izvora energije
- Upotreba lokalnih i prirodnih materijala
- Pravilno pozicioniranje i organizovanje objekta
- Upotreba savremenih materijala i sistema
- Solarni prozori
- Zeleni krov
- Energetski efikasno osvetljenje i uređaji
- Vodovodne instalacije koje štede vodu.
- Skupljanje kišnice i njena upotreba
- Obnova i revitalizacija starih objekata
- Ponovna upotreba materijala

3. OZELENJAVANJE OBJEKATA

Ljudi su oduvek svoje objekte ukrašavali i oplemenjivali biljkama i zelenilom. Nekada je to bilo funkcionalno rešenje a nekada samo iz estetskih razloga. Svakako koji god razlog bio kada objekat ili neki prostor oplemenimo biljkama on dobije dušu i oživi. Ovakvi prostori nikada nisu jednolični ili dosadni, unikatni su i traže od nas da im se posvetimo a za uzvrat nam pružaju mnoge blagotvorne uticaje. Prisustvo ovakvih prostora doprinosi nam da imamo svežiji i kvalitetniji vazduh, zdravu mikro klimu i vlažnost u prostorijama, opuštajuće i umirujuće dejstvo, boje koje prijaju našem oku.

3.1 Načini ozelenjavanja objekata

Razvojem gradova sve većom gustinom naseljenosti i sve većim zagađenjem zeleni krovovi i pojam održivosti postali su sve učestaliji u arhitekturi stambenih, poslovnih i javnih objekata i u urbanizmu. Zeleni krovovi jesu najpopularniji za vraćanje zelenila u gradove ali i kroz istoriju su postajali i drugi načini za ozelenjavanje. Ozelenjavanje zidova puzavicama jednim delom je sprovodio i čovek sa namerom dok se većim delom priroda pobrinula za to, jer su puzavice jednostavno iznikle iz zemljišta ili pukotina u zidovima.

- Ozelenjavanje krovnih površina

Nedostatak prirode i prirodnog ambijenta u savremenim gradovima doveo je do razvoja zelenih krovova i oni danas predstavljaju jedan od najpopularnijih rešenja za ovaj problem. Od najjednostavnijih pa do čitavih parkova na krovovima objekata. Mogu se formirati na različitim vrstama objekata, stambenim, poslovnim, proizvodnim, javnim. Organizovani kao javni ili privatni na malim ili velikim površinama. Nazivaju se još i krovni vrt, ekološki krov, živi krov... oni se mogu formirati na već postojećim ili novoprojektovanim objektima i usaglašeni sa nosivosti krovne konstrukcije. Tip zelenog krova zavisi i od nagiba. Napredni sistemi omogućavaju da se zeleni krovovi mogu podizati ne samo na ravnim krovovima već i na drugim kao što su sedlasti ili cilindrični. Vrste zelenih krovova prema načinu korišćenja su prohodni i neprohodni, prema održavanju postoje nisko zahtevni i zahtevni odnosno ekstenzivni i intenzivni.

- Ekstenzivni zeleni krovovi jednostavniji tip zelenog krova koji se formira na ravnim ili kosim krovovima. Nisu vidljivi sa nivoa terena pa nemaju estetsku ulogu. Imaju prvenstveno ekološku funkciju i tehničke i ekonomske prednosti.
- Intenzivni zeleni krovovi, složeniji tip krova, imaju i estetsku funkciju. vidljivi su sa tla zbog korišćenja viših biljnih vrsta, žbunova, rastinja, ukrasnog drveća i slično. Imaju ekološku i estetsku funkciju.
- Takođe postoje i poluintenzivni zeleni krovovi koji su kombinacija prethodna dva sistema.

3.2 Struktura zelenog krova

Za svaki tip zelenog krova postoji mnoštvo različitih sistema, materijala i tehnologija ali svima im je zajedničko način na koji funkcionišu. Za njihovo pravilno funkcionisanje neophodno je obezbediti nekoliko definisanih slojeva. Svaki sloj ima svoju ulogu ali i nekoliko varijacija u materijalu ili obliku koji u suštini vrše istu funkciju. Pored ovih standardnih slojeva postoje i dodatni elementi koji se dodaju u zavisnosti od varijacija krova, klime, biljaka.

- Hidroizolacija, prvi sloj koji se postavlja preko konstrukcije krova. Najvažniji element koji mora biti dugotrajan i kvalitetan kako bi nam obezbedio da nam voda i vlaga ne dospeju do konstrukcije krova. Može biti u čvrstom ili tečnom stanju. Pre izvođenja hidro izolacije potrebno je ugraditi instalacije za odvođenje vode sa površine krova, kako se voda ne bi zadržavala i time ubrzala propadanje hidroizolacije.

- Protivkorenska zaštita sloj koji služi kao zaštita za hidroizolaciju, kako se ona ne bi oštetila i izgubila svoju kompaktnost i funkciju. To je sloj sa visokom mehaničkom čvrstoćom i otpornošću na prodiranje korena biljaka. Materijal od koga se izrađuju može biti PVC folija, prerađena guma, geotekstil.

- Drenažno-akumulacioni sloj obezbeđuje nesmetano otiicanje viška atmosferske vode kako se ona ne bi duže zadržavala na površini ravnog krova, sprovođenje do kišne kanalizacije i time sprečava prodiranje vlage. Ovaj sloj obezbeđuje dreniranje substrata i povoljne aerobne uslove za biljke. Količina kišnice koja pada na zeleni krov jedim delom otiče preko zemljišta izvedenim padom do kišne kanalizacije, drugim delom se upija od strane substrata i korena biljaka a proceđeni deo koji dođe u drenažni sloj se odvodi drenažnim tokom do koji mora biti u minimalnom padu od 1,5 % kako bi sprečili zadržavanje. Drenažni sloj trpi pritisak od supstrata i ne sme doći do oštećenja. Kod krovova sa nagibom većim od 5° nije potrebno izvoditi drenažu. Ovaj sloj se može izvoditi od različitih materijala u vidu granulaste drenaže (mineralni porozni agregat) ili odvodna prostirka (drenažne ploče, palete, asure). Nije ga potrebno postavljati kod supstrata od šljunka, lave, škriljaca i tankoslojnih vegetacija. Drenažni sloj može u i da zadrži i skladišti vodu, za potrebe u sušnim periodima kako bi biljke mogle da je koriste u dužem intervalu. Tada se radi o drenažno-akumulacionom sloju. Ovaj tip se izrađuje od tanke jake plastike u vidu spojenih ćelija, poput pčelinjeg saća, čašica u koje se sakuplja voda, a između njih se nalaze perforacije tako da se višak vode ocedi i odvodi, ovim se takođe i postiže aeracija korena. Ovakvi elementi mogu biti različitih visina 25, 40, 60mm.

- Filter sloj se postavlja preko drenažnog sloja da ne bi došlo do njegovog začepjenja usled sitnih čestica koje se rasipaju ili cede iz supstrata. Radi se o membranama u vidu filtera. To su filcevi različitih tkanja od geotekstila. Otporan na zapušavanje sitnim česticama. Proizvodi se u rolnama debljine obično oko 1 cm, dozvoljava prodiranje korena ali se ne raspada.

- Supstrat najvažnija komponenta svakog zelenog krova. Omogućava učvršćivanje biljaka (ukorenjavanje) i hranjive materije neophodne za njihov rast i razvoj. Supstrat mora da poseduje određene osobine: malu specifičnu težinu kako bi se što više smanjilo opterećenje krovne konstrukcije. Njegov uticaj nije ni malo zanemarljiv pogotovu kada je u vlažnom stanju. Takođe bitno je da supstrat dobro održava prvobitnu zapreminu. Supstrat za zelene krovove sastoji se od nekoliko komponenti agregata mineralnog sastava različite separacije: lava, kvarc, pečena i sirova glina, perlit, organske komponente: kompost, treset, kokosov treset, glina, pesak.

- Vegetacija uslovi za biljke na zelenom krovu, drugačiji su od uslova na tlu. Ovi uslovi utiču na odabir vegetacije i njen opstanak. vrste moraju biti adaptivne i tolerantne na uticaj temperature, sunca, vetra i kiše. Pri izboru bitna je i stopa rasta kako bi se postigla određena gustina, takođe gustina ne sme bit prevelika, iz bezbednosnih i higijenskih razloga. Bitan faktor jeste vrsta zelenog krova koju želimo da formiramo (ekstenzivni, intenzivni) i raspoloživa debljina supstrata.

4. PROJEKAT KAFE-ČITAONICE SA ZELENI KROVOM

4.1 Opis lokacije

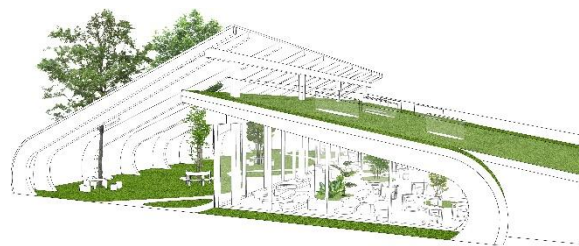
Za odabir lokacije ovog projekta postojalo je nekoliko parametara koji su ključni za objekte ovakvog koncepta i namene. Prvi i najbitniji uslov je bio da se objekat nalazi na zelenoj površini okružen drvećem i prirodnim ambijentom. Zatim da njegovo šire okruženje bude u mirnijem delu grada, upravo zbog buke i zagađenosti. Da ne uslovljava ljude da moraju do njega doći automobilom ili drugim vidom motornih vozila, da se do te lokacije može lako doći peške, biciklom, rolerima i slično. Iz ovakvih uslova sproveli smo analizu prostora u Novom Sadu koji bi najbolje zadovoljili ove kriterijume.

Analizom zelenih prostora došli smo do po prvih potencijalnih prostora. Njihovim daljim istraživanjem uvideli smo koji od njih imaju najmirnije okruženje, povezanost sa ostalim delovima grada kao i dominantnih namena i programa u tom okruženju.

Lokacija koja se po svim kriterijumima najviše izdvojila od svih jeste šuma kod zgrade Rektorata, Univerziteta u Novom Sadu. U neposrednoj blizini ove lokacije nalazi se univerzitetski kampus koji svakodnevno posećuje hiljade studenata i zaposlenih. Lociranjem objekta ovakve namene na ovom prostoru obezbedili bi smo kvalitetniji prostor za učenje, relaksaciju i socijalizaciju svih ljudi koji svakodnevno posećuju kampus. Takođe u neposrednoj blizini planirane lokacije prolazi Sunčani kej kojim takođe svakodnevno prolazi veliki broj ljudi koji uživaju u prirodi, šetaju, trče, voze bicikl, rolere, šetaju ljubimce. Planirani objekat bi samo unapredio i pružio još sadržaja i mesta za uživanje na ovoj deonici kretanja. Ovi sadržaji koji okružuju našu izabranu lokaciju veoma su povoljni za dalje funkcionisanje planiranog objekta. Ujedno i ispunjavamo pogodnost da će najveći broj njegovih korisnika do njega doći pešice ili biciklom što naš objekat čini još više zelenijim.

4.2 Opis koncepta

Koncept objekta ogleda se u zelenoj arhitekturi, unapređenju kvaliteta života i očuvanju životne sredine. Upotreba nekih od principa zelene arhitekture daje poseban značaj ovakvom objektu i izdvaja ga od ostalih objekata sličnih namena. Klasifikuju ga kao objekat koji brine o našem, mentalnom i fizičkom zdravlju kao i o životnoj sredini. Upotreba stakla zelenila i drveta kao dominantnog materijala konstrukcije i enterijera, uklopljenost u kontekst, slobodan fluidni prostor samo su neki od faktora koji čine boravak u ovakvom objektu prijatnim. Takođe ceo objekat je zamišljen kao mala oaza mira i zelenila koja svojim prisustvom neće narušiti duh same lokacije i oduzeti joj zelenilo već će ga još više implementirati.



Slika 1. 3D prikaz objekta

4.3 Prostorna organizacija

Prostorno rešenje objekta možemo ambijentalno podeliti u tri primarna dela. Svaki od njih ima svoje osobine i ambijentalne vrednosti, ali sva tri zajedno u kombinaciji sa prirodom prave ne raskidivu vezu jedinstvene forme.

- Prvi, primarni deo je zatvoreni deo objekta u koji su smešteni programi sa svojim pratećim sadržajima. Kafe-čitaonica organizovana je tako da se sastoji iz tri odvojena prostora. Prvi i najveći deo, nalazi se sa leve strane ulaza. U ovom prostoru možete se smestiti u jednom od nekoliko vrsta nameštaja za sedenje, kako bi svako našao svoj komfor i u prijatnom ambijentu koji oplemenjuje tekstura drveta i biljke u staklenicima oblika cilindra koji prolaze čak i iznad ravni krova. Kroz njih zraci sunca prodiru u ovaj prostor i prave jedinstvenu atmosferu. U ovom prostoru nalazi se i mini biblioteka. Uz tihu instrumentalnu muziku, topao čaj ili kafu, prelistavajući neku novu knjigu ovaj prostor osvoji će sve svojim ugođajem i mirom.



Slika 2. Ambijentalni prikaz kafea

Drugi manji prostor, sa desne strane je mini čitaonica u kojoj se sve odvija u tišini. Tiha zona u kojoj će te čuti samo prelistavanje stranica. Opremljena sa stolovima za učenje i pisanje i podesivim ležaljka kako bi svako pronašao svoj idealan položaj za čitanje. I u ovom delu dominira drvo i cilindrični staklenici.



Slika 3. Ambijentalni prikaz čitaonice

Treći deo organizovan je kao prostor za zaposlene, nalazi se u ukopanom delu objekta. u okviru njega su prostorije za zaposlene, magacin za robu i magacin u kome se skladišti kišnica za zalivanje zelenih površina u toplijim periodima godine.

- Sledeći primarni prostor je poluotvoreni prostor ispod nadstrešnice. Ona mu omogućava zatečenost od sučeve svetlosti ili kao zaklon od kiše. Ovaj prostor je slobodan sa minimalnim brojem mobilijara. Karakteriše ga staza koja prolazi celom dužinom, travnati tepih i drveće koje raste kroz kružne otvore u konstrukciji nadstrešnice. Korisnicima je ostavljena sloboda da koriste ovaj prostor na koji god način žele. Da li je to igra, socijalizacija ili samo ležanje na travi i uživanje u ambijentu. Namenjen prvenstveno za one koji ne vole da su na direktnom suncu ili onima koji uživaju gledajući kišu kako prolazi kroz otvore nadstrešnice.



Slika 4. Ambijentalni prikaz nadstrešnice

Zeleni krov je treći primarni prostor, nalazi se iznad zatvorenog dela objekta a dalje u nastavku prelazi u nasuti deo koji sa krovom čini jednu neprekinutu zelenu površinu. Predstavlja način povezivanja objekta sa prirodom i menja zelenu površinu koju smo zauzeli izgradnjom objekta. Potpuno slobodna površina bez mobilijara koji bi samo ometao našu konekciju sa prirodom. Ovako direktno na travi možemo sedeti ležati, praviti piknik. Ovako slobodna površina daje slobodu korisnicima da ga koriste na koji god žele način. Za igru, sunčanje, socijalizaciju, rekreaciju ili prezentacije kada bi ova površina mogla da posluži za sedenje većeg broja ljudi a da svi mogu neometano posmatrati kao u amfiteatru. Deci bi posebno bio zabavan jer zimi kada vremenski uslovi dozvoljavaju može poslužiti kao nizbrdica za spust sankama, skijama i slično. Celim obodom zelenog krova predviđena je staklena ograda.



Slika 5. Ambijentalni prikaz zelenog krova

5. ZAKLJUČAK

Priroda u današnjim gradovima, biva sve manje i manje zastupljena, gubeći se u džungli savremenih modernih struktura i objekata. Delatnosti urbanizma, arhitekture i građevine kao delatnosti koje igraju jednu od vodećih uloga u ovoj problematici i kao delatnosti čija pozicija je uticajna, kao obavezu i humani odgovor na ovaj problem moraju zaustaviti ili promeniti smer izgradnje i razvoja. Zelena arhitektura, kao način projektovanja predstavlja savršeno rešenje pomenutih nepogodnosti.

Noseći sa sobom sve benefite, održivost, pozitivni uticaj na biodiverzitet, mentalno i fizičko zdravlje čoveka i celokupni pozitivni ekološka uticaji. Mogućnosti vraćanja prirode u svakodnevni život urbanih celina, treba da postane obavezan način projektovanja.

Uzimajući u obzir sve pomenute uticaje i faktore, ovaj projekat sa svim svojim benefitima predstavlja sjajan primer širenja svesti o važnosti i uticajima koncepta zelene arhitekture, dobar predlog unapređenja sveta, očuvanja okoline i zajednice u kojoj živimo.

6. LITERATURA

- [1] J. Craven, "A Primer on Green Architecture and Green Design" ThoughtCo.
<https://www.thoughtco.com/what-is-green-architecture-and-green-design-177955>, Jun 2019.
- [2] S. Krnjetin, D. Milošević Brevinac "Zelena Arhitektura" Beograd 2019

Kratka biografija:



Dejan Čeliković rođen je u Užicu 1998. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2021. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture,
– Kafe-čitaonica sa zelenim krovom odbranio je 2022.god.

kontakt: dejancelikovic9@gmail.com

ZAPOSTAVLJENA MESTA: RAD VEČERA**NEGLECTED PLACES: WORK THE DINNER**

Dragana Baćović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SCENSKA ARHITEKTURA I DIZAJN

Kratak sadržaj – Umetnički projekat *Zapostavljena mesta* kao svoj ključni oslonac ima umetnički rad *Večera* koji se bavi istraživanjem i preispitivanjem sopstvenih sećanja i njihove važnosti, značajem nostalgije i uklapanjem pomenutih pojmova u odgovarajući referentni okvir iz kojeg oni danas na nas deluju. Istraživanje sam vodila kroz lične predmete i prizore, mapiranjem pomenutih pojmova i njihovim pozicioniranjem na slici, u okvirima koji će predstavljati simbol, za trenutak koji istražujem. Važan aspekt za mene u ovom procesu i radu jeste trajanje i deljenje. Intiman pristup i otvaranje svog ličnog polja u javnom prostoru, sa i pred publikom ove interaktivne instalacije me stavlja u položaj izvođača, ne samo izlagača.

Ključne reči: sećanje, na putu, trenutak

Abstract: The art project *Neglected Places* has the artistic work *The Dinner*, which is its key support and which deals with the research and questioning of one's own memories and their importance, the importance of nostalgia and fitting the mentioned concepts into the appropriate reference frame from which they affect us today. I conducted the research through personal objects and scenes, by mapping the mentioned terms and positioning them on the picture, in the frames that will represent the symbol, for the moment I am researching. An important aspect for me in this process and work is duration and sharing. The intimate approach and opening of my personal field in the public space, with and in front of the audience of this interactive installation puts me in the position of a performer, not just an exhibitor.

Keywords: memory, on the way, moment

1. UVOD

Često kretanje i pomeranje, zastajanje, a potom i zadržavanje na raznim mestima, inspiriše me i navodi da preispitam svoje prisustvo u tom mestu, prisustvo tog mesta u meni.

Ovde ću pisati o raznim mestima u kojima sam bila, kao i o njihovoj poziciji (mestu) unutar mene. Postoje međuprostori u kojima nikad nisam boravila, ili sam, zapravo, tu oduvek, ali je potrebno izmeštanje da shvatim koliko im pripadam. Jedino krećući se, neprekidno i svesno, možemo imati utisak da smo negde bili, da smo ostavili neka mesta za nama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Tatjana Dadić Dinulović.

Često se pitam čime se čovek služi, kakvom paletom simbola i znakova, da bi vratio trenutak ili mesto u sadašnjost, i onda, da li to mesto, ako je eksternalizovano i svedeno na fizički lokalitet, živi drugačije, posle nas.

2. TEORIJSKO ISTAŽIVANJE**2.1 Trenutak = mesto**

Život čoveka je, čak i pre nauke koja je to znanje izvela na nivo relevantnosti naučne istine i razumevanja, sadržao važno povezivanje dve komponente, vremena i prostora. Svako je svedočio bar kretanju života od početka ka kraju, i neumitnoj promeni koja postoji na tom putu. Utoliko je svačije iskustvo promena koja zahvata vremenski i prostorni okvir u kojima se događa.

Simbioza tih postojećih datosti važan je segment, ne samo egzistencijalne, nego i duhovne prirode čoveka. Kada između ta dva pojma stavim znak jednakosti, pokušavam samo da pretpostavim da mi je balans ta dva pojma jako važan, kao i njihovo ravnopravno učešće u svakom sadržaju na koji se osvrćem, u ovom radu.

2.2 Nostalgija

Egzistencijalna potreba čoveka je da pripada. Svaka pripadnost ga određuje i opisuje, štiti. Dok sam se bavila osećanjem pripadanja različitim mestima, stvarima, pojavama ili ljudima, shvatila sam da je osećanje nostalgije jako često prisutno kao oblik moje povezanosti sa vremenom koje je prošlo, a posredno i mestima, ljudima i stvarima koji su to vreme obojili. Nostalgija se javljala kao opomena da bih da zadržim neka mesta i neke trenutke što duže. Nostalgija, kao izvesna bol za onim što je prošlo. Nostalgijom se muče oni koji teško pronalaze svoje mesto. Možda nam struktura sećanja jedino tu nije od pomoći, jer, osećajući punoću nedostajanja i odsustva, dobro pamćenje je neoprostivo. Nostalgija često biva punoća u praznini koja obuzima mesto, trenutak i odnos koji živimo, a da toga postajemo svesni samo onda kada tražimo novi sadržaj, u već proživljenim emocijama.

2.3 Na putu

Jedinstveni, lični mozaik je nezaobilazni deo našeg svakodnevnog prtljaga. Naši putevi, prostori, privremena stanovanja, tuđi kreveti, naši ili manje odgovarajući jastuci, sastavni su deo tih introvertnih procesa. Taj prostor nepokretnosti možemo označiti kao prostor bića. Putnici, sanjari i oni umorni, sa krevetom dele stecište svojih osvešćenih i još više neosvećenih horizonata. Krevet je zato mesto koje uzima veliki komad našeg intimnog vremena u odnosu na vreme provedeno u drugim uglovima svakodnevnog kretanja. To je mesto koje naše telo drži, opkoljeno i prigrljeno u tom kontaktu, značaju.

Taj komad nameštaja nalazim važnim, jer je istovremeno poetično ostrvo traganja i najniža tačka u koju telo dolazi, prkoseći gravitaciji. Simbolički, taj predmet rezerve i svetlo i mrak. Opet, njegova praktična upotreba nije ograničena samo jednim karakterom ili potrebom. Može biti deo javnog i ličnog prostora, podjednako potreban i jednom i drugom.

Na tom tragu sam dalje pokušavala da sagledam otkud moje interesovanje za javne prostore, ne tretirajući ih kao deo šire arhitektonske, estetske celine ili šire, društveno istorijskog narativa?! Tu sam uočila da se moje interesovanje za javne prostore produbljuje onda kada se u njima dešava važan proces deljenja intime. Konzumacija javnih, a intimnih prostora već duži period u velikoj meri ispunjava moje vreme. Bilo da je to vožnja vozom, boravak u hotelu, mesto na plaži.

3. ANALIZA REFERENTNIH UMETNIČKIH DELA

Istraživanje u vezi sa master radom me je podstaklo na konstantno vraćanje i preispitivanje, na knjige koje sam davno čitala, filmove koje sam u nekom trenutku zbog nečega zavolela, na prizore i dela koje sam videla i, nisam sigurna zbog čega, bas njih zapamtila. U kontinuiranom procesu konzumacije novih dela i štiva, vraćanjem na nekad ranije spoznate, ušla sam u neku liniju koja je samu sebe nadovezivala i gradila prostor za krug mojih senzitivnosti i interesovanja. Kombinovanjem mišljenja i izraza raznih autora, u polju mog interesovanja eksponiralo se par njih, dela i bića.

Prostor za pažnju i analizu se intuitivno nametnuo delima, koja će kasnije uticati na idejni i vizuelni izraz u mom master radu. Izborom sledećih autora i dela, tretiranjem njihovih tehnika i sredstava sam pokušala da usmerim i definišem odnos prema svom radu, ispitam mogućnosti i objasnim potrebe.

3.1 Mira Brtka - stvaranje

Životni rad i delo Mire Brtke, ukazuju na konstantno bavljenje i baratanje materijom koja joj u datom trenutku okupira interesovanje, bez vremenskog ograničenja, uz spontanost i slobodu kombinovanja tehnika i formi, njena dela jedno drugo dopunjuju. Smelo uvezujući i ispitujući tradicionalne i moderne materijale u trenutku stvaranja, gradi svežu i čistu dinamiku pejzaža i kolorita.

Prilika da na jednom mestu doživim deo njenog stvaralaštva podstiče na osećaj suptilnog, intimnog davanja autora delu i svetu.

Tretiranjem određenih delova stvaralaštva Brtke, trudiću se da uhvatim niz i hronologiju, koja me se u ovoj fazi tiče, obraćam pažnju na teksturu, svetlost, pretapanje. Sredstva i tehnike kombinovanja, koje otvaraju mogućnost višestranog širenja, odnosno stvaranju novog autentičnog prostora, mesta.

Duž celog Mirinog stvaralačkog opusa oseća se međusobna veza, niz izraza i misli koji se kroz sredstvo transkribuju ispitivanjem materije i tehnike.

Instiktivno prikupljanje raznih objekata i materijala, potvrđuje konstantno stvaranje i radoznalost njenog istraživačkog duha. Mirin stvaralački kod je progresivan i svež, iskren u potrazi za stvaralačkim potrebama i instinktom, slobodan kao pesma bez kraja i početka.

3.2 Smrt u Veneciji , knjiga Tomasa Mana (*Thomas Mann*) i film Lukina Viskontija (*Luchino Visconti*)

Delo „*Smrt u Veneciji*”, prvo knjiga, a potom i film je putopis jedne ljubavi i uzbuđenja, ljubavi prema mestu, ljubavi prema biću, zanosa u otkriću i spoznaji lepog u lepom. Kako u knjizi, tako i u filmu, koji verodostojno prati razvoj priče i atmosfere, pratimo umetnika i putnika, koji se iz hladnog nemačkog grada odlučuje na put (Gustav Asenbah).

Potruđiću se da o ova dva, ipak, odvojena dela, knjizi i filmu, pričam kao o jednom utisku i ideji, koja se verodostojno prenosi kroz oba umetnička izraza. Toliko snažno u autorstvu oba stvaraoca, Tomasa Mana i Lukina Viskontija, da se više puta zapitam šta je starije, knjiga ili film?!

Dakle, pejzaži sa jednog putovanja, transkribovani u knjigu, a potom interpretirani kroz film jednako emotivnog intenziteta, ostaće upečatljiva razglednica jednog mesta, zapis i susret nesvakidašnje poetike čoveka u mestu.

4. UMETNIČKO ISTAŽIVANJE

Pojam istraživanja sam shvatila kao traganje. U tom procesu, podrazumevam traganje sobom, bavljenje sobom, i odnosima. Činilo mi se da sve što sam usput proživljavala i uspevala da ugradim u sebe, gradilo je, zapravo, moj identitet. Moje mesto unutra i moje mesto ka spolja. Ne verujem u zdatost tih mesta, ona se osećaju i prepoznaju, ali su isto tako podložna promeni i novom ciklusu. Ono što je najveća zadata vrednost svakog pojedinačnog mesta i trenutka koji ga definiše u nama, ili zbog nas, sigurno je vrednost gradivnog elementa koji takvo iskustvo ima u našem životu.

Proces umetničkog istraživanja je tekao u više faza, neke od njih su definisane planom rada na samom početku, dok su se neke nametale i kristalisale u procesu, u odnosu na zadate.

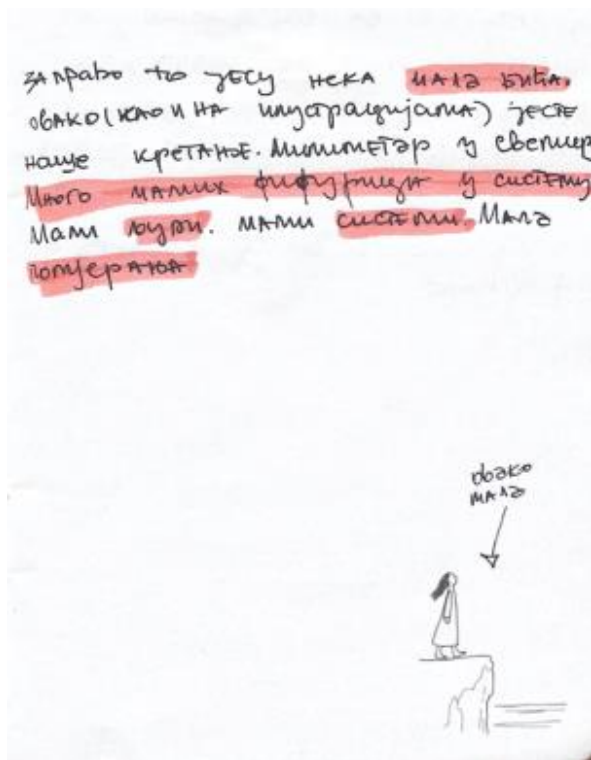
4.1. Nesvesno skupljanje uspomena, delova mesta i trenutka

S obzirom na teme (trenutak=mesto, nostalgija, na putu) koje su zajednička nit ovog celokupnog rada, a i esencija svakog pojedinačnog segmenta, postoji deo procesa, kojeg sam tek kasnije postala svesna, a ključan je u izvedbi i samoj produkciji istog. To je proces sakupljanja i negovanja, prenošenja raznih predmeta, suvenira - onih koji to stvarno jesu i onih koji su kroz trajanje i mesto čuvanja to postali. Nije lako objasniti, a možda ni moguće, tačan motiv, ni razlog prepoznavanja i čuvanja tih objekata, simbola. Toj skupini, zajedničko je asocijacija na trenutak, a u njemu biće, mesto, događaj.

U prećutnom dogovoru čuvani predmet i ja “održavamo” sećanje.

4.2. Dnevnik i mapa pojmova

Vođenje misli kroz formu dnevnika je u velikoj meri filtriralo moja interesovanja i potrebe, kroz početak procesa mi postepeno davalo jasne smernice gde imam potrebu da se vratim i zadržim. Paralelno sa pisanjem dnevnika sam razvijala mapu pojmova, odnosno punktova koji su kao asocijacije na određeno stanje i priče u svojoj relaciji konstruisali emotivnu šemu. Pretapanjem ova dva sistema, dnevnika i mape, sinhronizovano se razvijao pisani i vizuelni predložak ovog rada.



Slika 1. Isečak iz dnevnika

Na papirnoj mapi okačenoj na vratima sobe gomilale su se reči, pojmovi, asocijacije. Nekad u prolazu kroz stan, dnevno samo jedna, nekad sam žurila nazad kući da što pre dodam neke nove, potencijalno ključne. Postepeno se među njima pravila veza, moja veza, i jasno se konstruisala mreža.

Dnevnik je „trpeo“ jasnije sadržaje, tok reči, malo hrabrije konstrukcije. Zaključak je, jedno drugom su bili neophodni.

U sintezi asocijacija na sećanje, nostalgiju i trenutak, formirao se prostor za zapostavljena mesta i vreme da oslušnem sebe, zašto im se tako često vraćam.

4.3. Mapa čula (O čulima)

Predstava čulnog u ovom radu je, pre svega, fizička konstanta prevedena na nivo estetske komponente i jezika kojim čitav rad govori. U tom smislu, bilo mi je važno da razumem nostalgiju u okvirima fizičkih ograničenja, nadražaja ili okidača. Bilo da je u pitanju svetlo, zvuk, ukus ili miris, taktilnost koju sam želela da podržim, sve mi se to činilo važnim delom skale koja celinu puni i obogaćuje, i još više skale, koja je prva na udaru. Šta god želela da prevedem sa idejnog na materijalnu stranu, morala bih birati put čula i tražiti adekvatne oblike i forme materijalnog sveta, koji korespondiraju sa mojim namerama, doživljajima, sećanjima i zaključcima.

4.4. Prostor-lociranje mesta za izvođenje

U toku procesa sklapanja same postavke master rada „Večera“, razvijanjem vizuelnog dela i samog značenja te postavke meni, a tako i okolini, stigla sam do konteksta samog mesta u kom će rad biti izveden i same atmosfere koju to mesto po sebi nosi. Ovaj segment, meni jako bitan je takođe posledica kretanja i konzumiranja, profesionalnog razvoja, kao i ličnih interesovanja, provođenje vremena na mestima koja jesu, koja su bila ili koja tek nešto treba da

postanu. Prepoznavanje i građenje efemernih svetova sa upečatljivom atmosferom i semantikom, vidim kao izazov i nepresušni istraživački zadatak.



Slika 2. Fotografija mesta za izvođenje

Ne znajući pojedinosti ni istoriju prostora, na osnovu jednog slučajnog prolaska kroz isti, mesecima pre nastajanja ideje o radu „Večera“, vratila sam se tamo, povedena sećanjem na atmosferu, kolorit i proboj svetla kroz krovni prozor te prostorije, ispod kojeg sam smestila sto, 17 stolica, 17 tanjira.

4.5. Koncept umetničkog rada *Večera*

Rad *Večera* se bavi sećanjima, nostalgijom i sadašnjim trenutkom. Kako na trenutak u kome jesmo, utiču neki prethodni trenuci. Da li je i na koji način doživljaj sadašnjeg trenutka povezan sa prethodnim iskustvom?! Da li kombinacijom te tri stvari mi nosimo naš trenutak i koliko je moguće podeliti ga, u trenutku?!

5. PRODUKCIJA I REALIZACIJA UMETNIČKOG DELA SCENSKOG DIZAJNA *VEČERA*

Sam početak produkcije rada „Večera“ ne mogu da lociram u vremenu, kad to kažem, mislim na nesvesno skupljanje predmeta i simbola, to traje godinama, u neznanju za šta će biti upotrebljeni i koji kontekst ispuniti. Pored emotivne i dekorativne vrednosti koju za mene ti objekti predstavljaju u toku ovog rada i kombinacije sa ostalim sredstvima (čulima), oni dobijaju novu, narativnu vrednost.



Slika 3. Fotografija postavke



Slika 4. Fotografija postavke

Sinhrono razvijanje elemenata su, zapravo, produkcionim deo ovog rada, gde jedan segment vuče drugi i tako formira realizaciju. Timskim radom i razmenom ovaj scenski doživljaj gradi punoću i novo iskustvo.

5.1. Izlagane-servirane, postavke-tanjiri

U ovom delu rada sam se bavila opisom i prezentacijom postavke, svakog od 17 tanjira.

6. PERCEPCIJA I RECEPCIJA PUBLIKE

Ovo poglavlje obuhvata utiske i opservacije publike, kao i moj odnos prema radu i razumevanju istog.

7. ZAKLJUČAK

Iz potrebe da zaokružim ovu ideju i njenu teoretsku razradu u jedan pristojan referentni okvir, da „Večera” ima svoje mesto, način i vreme, svoj smisao i delovanje, prolazila sam iznova kroz put njene manifestacije.

Dešavala se prvo u meni svesno i nesvesno, stidljivo i smelo se otvarala ka svima onima koji su je, serviranu umeli i mogli degustirati. Od jednog čula ili impulsa ili pomisli da je trenutak u kom se srećemo dovoljan za nas, rodila se čitava manifesto složena i raznovrsna ponuda i na mom stolu za pisanje i na mojoj „trpezi”.

Sumiraću svežom mišlju koja mi se čini važnom sada.

Ako su čoveku potrebna sećanja, ako mu je potreban trenutak i mesto da bi ga formirali, nije li on spreman da iznova bude poligon za promenu, prepušten nikad konačnoj definiciji života koju vodi i voli?!

8. LITERATURA

- [1] Hočevar Meta, *Prostori igre*, Jugoslovensko Dramsko Pozorište, 2003.
- [2] Radović Ranko, *Prostori*, Nezavisna izdanja 24, Beograd 1979.
- [3] Barns Džulijan, *Nivoi života*, Geopoetika izdavaštvo, 2013.
- [4] Juhani Palasma, *Prostor Vremena*, Izdavač Arhitektonski Fakultet u Beogradu
- [5] Tomas Man, *Smrt u Veneciji*, Izdavač Svetska Književnost, Izdavač Svetska Književnost, 2021.
- [6] Orhan Pamuk, *Istanbul, uspomene i grad*, Geopoetika izdavaštvo.
- [7] Gaston Bašlar, *Poetika prostora*, Izdavaštvo Gradac Čačak- Beograd
- [8] Andrej Tarkovski, *Zapečaćeno Vreme*, Akademski knjiga.
- [9] Ivo Andrić, *Priče o moru*, Laguna.
- [10] Fernando Pessoa, *Poslednja čarolija*, liber, Rijeka
- [11] Cesare Pavese, *Doći će smrt i imaće tvoje oči*, Rad, Beograd 1977

Kratka biografija:

Dragana Bačović (Nikšić, Crna Gora) diplomirala na odseku za pozorišnu i filmsku scenografiju 2012. godine na Fakultetu za Umetnost i Dizajn u Beogradu. Živi i radi na relaciji Crna Gora - Srbija. Uglavnom radi na filmu, dugometražnim i kratkim igranim, serijama i drugim video formatima. Učesnik je mnogobrojnih nacionalnih i internacionalnih manifestacija iz oblasti filma i pozorišta. Dobitnik je nagrade i stipendije „Velimir Bucko Radonjić” 2015. godine, koju dodjeljuje Crnogorsko Narodno Pozorište. Više puta je izlagala svoje radove na grupnim izložbama i bila dio umetničkih performansa.

IZVORNI EHO**SOURCE ECHO**

Ana Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SCENSKA ARHITEKTURA I DIZAJN

Kratak sadržaj – Rad „Izvorni eho“ je događaj izlagačko-performativnog karaktera. Ideja je da se kroz višemesečni rad zagrebe suština ljudskog bića koje nosi identitet Ane Ilić. Rad se bavi identifikacijom, procesom individuacije i transformacijom pojednica kroz umetnost. Prvi deo rada se bavi psihologijom i pojmom identiteta. Zatim se naglašavaju sličnosti i razlike pojmova pozorište, ritual i performans. Kritička analiza referentnih umetničkih primera obuhvatila je rad umetnica Pine Bauš i Ivon Rajner, kao i rad plesaćkih grupa Džekob Džonas Kompani i Sankai Juku. U poglavlju umetničko istraživanje opisan je proces traganja za temom i sam proces istraživanja pokreta kroz različite psihoterapeutske metode. Proizvod rada na umetničkom masteru je plesni performans i prostorna intervencija.

Ključne reči: identitet, performans, pozorište, ritual

Abstract – The master thesis "Source Echo" is an exhibition-performative event. The idea is to scratch the essence of the human being that carries the identity of Ana Ilić through several months of work. The work deals with identification, the process of individuation and the transformation of individuals through art. The first part of the paper deals with psychology and the concept of identity. Then the similarities and differences between the concepts of theater, ritual and performance are emphasized. Critical analysis of reference art examples included the work of artists Pina Bausch and Yvonne Rainer, as well as the work of the dance groups Jacob Jonas The Company and Sankai Yuku. In the chapter on artistic research, the process of searching for a theme and the process of movement research through various psychotherapeutic methods are described. The product of the work on the art project is a dance performance and spatial intervention.

Keywords: identity, performance, theater, ritual,

1. UVOD

**Ja sam kap u okeanu,
odvojena i zasebna,
ali unutar sebe osećam ceo okean.**

Definisanje teme master rada je bio proces, a sam master rad alat za istraživanje svog umetničkog i suštinskog bića.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor redovni profesor, dr Radivoje Dinulović, a komentor Deneš Debrei, redovni profesor.

Glavna tema rada jeste pronalazak istinitog i autentičnog identiteta u moru arhetipova i socijalnih uloga koje nosimo u sebi. Namera je da se probudi i iskaže unutrašnja svrha umetnika kroz niz istraživanja i kreativnog izražavanja. Osnovna ideja je da se kroz višemesečno putovanje u sebe dođe do sopstvene istine, i da se takva sirova, neobrađena istina otpleše. Proces definisanja teme rada je pratio niz životnih promena koje sam na personalnom planu doživela.

Osetila sam potrebu za redefinisanjem sopstvenog identiteta, po prvi put u životu sam dobila želju da istražim gde leži moj najveći potencijal. Da bih našla svoje vrline, morala sam se suočiti sa svojim manama. Preispitivanje svojih uverenja, otkrivanje svoje autentične istine, suočavanje sa pregršt arhetipova i uloga koje nosimo u sebi su bili darovi koje je umetničko stvaranje donelo. Kao krajnji rezultat nastao je događaj izlagačko-performativnog karaktera nazvan „Izvorni eho“.

2. ISTRAŽIVAČKO METODOLOŠKI OKVIR

Ovaj pisani elaborat se sastoji iz tri pisana dela i prikaza završnog umetničkog rada. Master rad „Izvorni eho“ je događaj izlagačko-performativnog karaktera. Ideja je da se kroz višemesečni rad zagrebe suština ljudskog bića koje nosi identitet Ane Ilić. Rad se bavi identifikacijom, procesom individuacije i transformacijom pojednica kroz umetnost. Prvi deo rada se bavi psihologijom i pojmom identiteta. Zatim se naglašavaju sličnosti i razlike pojmova pozorište, ritual i performans. Kritička analiza referentnih umetničkih primera obuhvatila je rad umetnica Pine Bauš i Ivon Rajner, kao i rad plesaćkih grupa Džekob Džonas Kompani i Sankai Juku.

U poglavlju umetničko istraživanje opisan je proces traganja za temom i sam proces istraživanja pokreta kroz različite psihoterapeutske metode. Proizvod rada na umetničkom masteru je plesni performans i prostorna intervencija. Prvi deo rada se bavi teorijskim istraživanjem iz oblasti psihologije i analazi stručne literature Karla Gustava Junga i Džefrija Janga, kao i analizi internet izvora na istu temu. Definisanje pojma identiteta, ega, arhetipova, senke, modaliteta su polazna tačka u mom stvaralačkom pristupu. Pored psihologije, u ovom delu se bavim i Buto (*Butoh*) plesom, prostorom između, koji u buto filozofiji nazivaju MA. Buto je komunikacija sa svetom oko nas i za mene je to bio alat kojim sam otkrivala plesne pokrete i mogućnosti tela. Najveći oslonac za pisanje o performansu su stručne literature Ježija Grotovskog i Ričarda Šeknera. Teorijsko istraživanje se zasniva na analizi stručne literature koja govori o prostoru izvođenja, o pojmu ritualnog pozorišta i

o samom nastanku izvođačkih umetnosti. Drugi deo je analiza referentnih umetničkih primera i u ovom delu opisujem rad nemačke umetnice Pine Bauš (*Pina Bausch*) kroz njena dela „Pun mesec“ (*Vollmond*), „Obred proleća“ (*The Rite of Spring*), „Kafe Muler“ (*Café Müller*). Inspiraciju crpim iz rada plesačke grupe „Džekob Džonas Kompani“ (*Jacob Jonas The Company*), a umetnica Ivon Rajner (*Yvonne Rainer*) i njen rad mi potvrđuju kvalitet pokreta koji nosim u telu. „Sankai Juku“ je buto plesačka grupa koja otkriva beskonačne mogućnosti pokreta koje možemo izvesti. Treći deo govori o samom umetničkom radu i njegovom stvaranju, tj. izlagačko-performativnom događaju pod nazivom „Izvorni eho“, izvedenom 21. juna 2022. godine kod izvora u Popovičkoj šumi koja se nalazi na Fruškoj Gori.

Takođe, opisan je i proces definisanja teme kao i iskustva sa radionica koje je vodio profesor Deneš Debrei i radionica buto plesa. Traženje inspiracije započelo je čitanjem bajki kao što su: Petar Pan, Svirač čudotvorac i ostale narodne bajke sveta. U ovom delu rada su prikazani i autoportreti nastali tehnikom crtanja zatvorenih očiju. Opisani su i procesi definisanja pokreta kroz različite psihološke vežbe. Prostor u kome plešem je u trenutku izvođenja performansa za mene sveti prostor, kostim koji nosim je moja koža, a pokret je ogoljavanje Ane Ilić.

3. TEORIJSKO ISTRAŽIVANJE

Pitanja od kojih sam krenula u traganje teme bila su: „Odakle nam dolazi inspiracija? Kako znamo čime treba da se bavimo u životu? Kako uopšte da znamo ko smo u moru svih uloga koje nosimo svakodnevno?“ Da bih dala odgovore na ova pitanja, započela sam višemesečno istraživanje rada Karla Gustava Junga i Džefrija Janga. Jung definiše celokupnu ličnost ili „psihu“ kao skup diferenciranih sistema koji deluju jedni na druge. Neki od tih delova su: ja, lično nesvesno i njegovi kompleksi, kolektivno nesvesno i njegovi arhetipi, persona, anima, animus i senka.

Da bismo razumeli istinski ko smo moramo se suočiti sa svojom senkom, potrebno je razviti stepen svesnosti da bismo razumeli sebe kao ljudska bića. Jung je u svom radu definisao nešto što je univerzalno za svako biće. Na kraju krajeva umovi su nam sazđani od istog materijala. Termin individucije Jung koristi da objasni proces u kome pojedinac postaje psihološki „individua“, koja je zasebna, nedeljiva unija ili „celina“.

Uglavnom se smatralo da je svesni deo psihe jedini ili celokupni psihološki konstrukt pojedinca, ne postoji ništa izvan svesnog, tj. ega. Jung smatra da ukoliko nesvesno postoji onda je i ono deo celine bez obzira da li ga ego percipira. Otelotvorenje Jastva kao najvećeg potencijala podrazumeva proces integracije svih elemenata psihe, počevši od senke [1].

Sa druge strane, Jang, u okviru svoje Šema terapije definiše i šema modalitete preko kojih se osoba ispoljava u datom trenutku. „Šema je obrazac koji započne u detinjstvu i ponavlja se kroz ceo život“ [2]. Prevazilaženjem šema, pojedinac dolazi do svog aspekta „Zdravog odraslog“, koji može da prepozna sopstvene modalitete i može da ih doživi kako simultano, tako i kombinovano.

Ričard Šekner (*Richard Schechner*) u svojoj knjizi Studije performansa polazi od definisanja korena reči „perform“. Njegovo definisanje pojma „performans“ je široko i podrazumeva prožimanje kroz različite društvene sfere i događaje. Na engleskom, koren reči performans je glagol „perform“, što u prevodu znači izvoditi, izvršiti, izvesti, nastupiti. Samim tim reč se koristi u svakodnevici na različite načine. „U poslu, sportu i seksu, ‘izvesti’ znači podići nešto na viši nivo – uspeti, istaći se. U umetnosti, ‘izvoditi’ znači prirediti nastup, predstavu, ples, koncert. U svakodnevnom životu, ‘nastupiti’ znači pokazati se, ići u krajnost, naglasiti radnju za one koji gledaju. U dvadeset prvom veku, ljudi kao nikada pre žive performanse“ [3].

Šekner naglašava glavnu razliku između performansa i pozorišta. U performansu, umetnik ne igra lik, već nastupa kao umetnik i prostor se prihvata onakav kakav jeste, ovde i sada. Pozorište ima moć da oslobađa duhovnu energiju društva i pojedinca tako što se arhetipovi proživljavaju i prevazilaze. U ovakvom pozorištu pojedinac ima mogućnost da osveščivanjem sopstvene istine i svojih arhetipova prođe kroz svoje strahove i nade i na kraju dođe do katarze. U svom radu Ježi Grotovski (*Jerzy Grotowski*) se odrekao drečave šminke i robusnih kostima. On smatra da glumac treba da te mere da vlada svojim telom da iz karaktera u karakter prelazi samo koristeći veštinu i umeće istog. Grotovski naglašava: „Mi se bavimo gledaocem koji ima istinske duhovne potrebe i koji zaista želi da kroz suočavanje sa predstavom analizira samog sebe. Bavimo se gledaocem koji se ne zaustavlja na elementarnom stadijumu psihičke integracije, zadovoljan sopstvenom sitnom, geometrijskom, duhovnom stabilnošću, koji tačno zna šta je dobro, a šta zlo, i nikada ne sumnja“ [4].

Svakog dana se dešavaju rituali. Inicijacije, krštenja, venčanja, sahrane su obredi prelaza. Oni prate transformaciju pojedinca iz jednog životnog doba ili statusa u neko drugo. Da bi neki performans bio ritual potreban je zajednički cilj. Svi akteri i posetioci treba da daju svestan pristanak za učestvovanje, kao i da ulože svoj fokus i energiju na temu kojom se ritual bavi.

4. KRITIČKA ANALIZA REFERENTNIH UMETNIČKIH RADOVA

U analizi referentnih umetničkih primera napravila sam osvrt na život i rad nemačke umetnice Pine Bauš i američke umetnice Ivon Rajner. Zatim sledi kratak opis rada plesačke grupe Džekob Džonas Kompani i japanske buto plesačke grupe Sankai Juku. Pina Bauš je bila nemačka plesačica i koreografinja, rođena 27. jula 1940. u Solingenu, Nemačka. Umrula je 30. juna 2009. godine. Pinino umeće se ogledalo u savršenom spoju plesnog pokreta, dizajna zvuka i scenografije. Stvorila je preko 50 radova i postigla je svetsko priznanje za svoju umetnost. Uspela je da afirmiše plesni teatar kao novi žanr što je uticalo na razvoj plesa u svetu.

Neka od dela Pine Bauš su: „Pun mesec“ (*Vollmond*), „Obred proleća“ (*The Rite of Spring*), „Kafe Muler“ (*Café Müller*)... Ivon Rajner je rođena 24. novembra 1934. u San Francisku. Ivon je plesačica, koreografinja, filmski stvaralac i pisac. Svoju karijeru je započela u

Njujorku, 1956. godine, gde i dalje živi. Pina Bauš je pokret usmerila u novi žanr, plesni teatar, dakle od pokreta je pravila dramaturške celine, za razliku od njenog rada Ivon pleše apstraktniji pokret čije razumevanje leži u suptilnijem doživljaju. Džekob Džonas Kompani (Jacob Jonas The Company) je kreativna firma koja ukršta ples i različite medije da bi napravila originalna dela.

Zajednica je jedna od glavnih vrednosti koje neguju u kolektivu firme. Njihov cilj je da svakodnevno inspirišu, bodre i podržavaju jedni druge. Džekob smatra da plesači moraju imati sposobnosti adaptacije, tj. rada u različitim procesima sa različitim umetnicima. Pored koreografije i plesa, ova firma se bavi i kreativnom režijom, kastingom, filmskom produkcijom, nastupima, režijom pokreta, fotografijom...

Sankai Juku je japanska plesачka trupa koju je osnovao Ušio Amagatsu 1975. godine. Amagatsu je tvrdio da je buto dijalog sa gravitacijom. 1980. godine su prvi put nastupili u Evropi na Nensi Internacionalnom festivalu u Francuskoj. Nastup je bio jako uspešan i sledeće četiri godine, trupa radi i putuje po Evropi. Sankai Juku trupa je nastupila u 47 zemalja i posetila više od 700 gradova.

Dobitnici su mnogih nagrada od kojih je jedna na Beogradskom internacionalnom pozorišnom festivalu 1982. godine. Neka od dela su: Jomonšo, Omote, Toki, Meguri, Umusuna, Utsushi, Utsuri, Tobari, Hibiki...

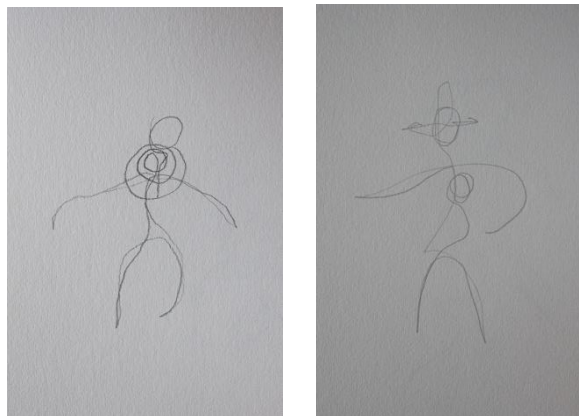
5. UMETNIČKO ISTRAŽIVANJE

Bivši sam student medicine, diplomirani inženjer i dizajner. Već na diplomskim studijama teme vezane za prostor su me posebno interesovale. 2016. godine istovremeno počinjem da se bavim performansom sa vatrom i dizajniranjem scene za muzičke festivale. Svet priča, pozorišta, filmova i serija me je oduvek zanimalo. Prvim projektom u Srpskom narodnom pozorištu, shvatam da je scena nešto što me jako pakreće u kreativnom i stvaralačkom smislu. Želeći da saznam više, upisujem umetničke master studije Scenske arhitekture i dizajna. Svestrana sam i traženje i preciziranje teme je za mene bilo izazovno.

Da bih razumela sebe, morala sam da se bavim sobom, sedela sam sama sa sobom, pisala, plesala i tragala. Da bih ušla u trag svojoj suštini, morala sam da razumem šta to Anu čini Anom, šta je maska i uloga, a šta istina? Ovo pitanje je vodilo ka razumevanju mog sanjarskog aspekta ličnosti. Vratila sam se bajkama i pričama. Po Jungu mitovi, bajke i priče su najlepši i najjasniji prikaz arhetipskih uloga i odnosa. Definisanjem sopstvenih uloga i terapijskim pristupom komunikacije sa sobom dobila sam pokrete.

U okviru umetničkog istraživanja bavila sam se definisanjem identiteta, tragala sam za temom preko bajki i priča. U maju 2021. i u junu 2022. godine prisustvovala sam radionicama scenskog pokreta koje je vodio profesor Deneša Debrei u Kelebiju. Iskustvo koje sam dobila na radionici je za mene bilo veoma značajno. Kretanje od jutra do mraka shodno svojoj inspiraciji, osećaj slobode, ljudski kontakt i kontakt sa prirodom su moje biće potpuno ispunili radošću. Radionica 2021. godine je otvorila vrata novog poglavlja u mom životu, posađena je odluka da master rad bude plesni performans. Traženje pokreta je podrazumevalo svakodnevni rad. Pored joge i

borilačkih veština, u svoju rutinu sam uvrstila i ples. U svom plesu, više težim ka suštini u odnosu na formu. U pokretu mora da postoji emocija ili sećanje. Pokret nosi značenje. Ova značenja sam ispitivala koristeći dve metode. Prvi metod je bio crtanje zatvorenih očiju. Crteži su zatim bili inspiracija za pokret. Drugi metod je istraživanje pokreta preko susreta sa sopstvenim arhetipovima, tj. aspektima, kroz vođeno meditativni proces.



Slika 1, 2. Skice nastale tehnikom crtanja zatvorenih očiju, Oproštaj, Krivica

6. REALIZACIJA I PRIKAZ RADA

Master rad Izvorni eho izveden je na dugodnevnicu, 21. juna 2022. godine u 18h, u popovičkoj šumi na Fruškoj Gori. Na izvođenje su pored komisije i profesora pozvani i meni bliski ljudi, moji prijatelji i kolege. Izvođenje je bilo intimno i broj publike je sveden na minimum. Svaka osoba iz publike je dobila svoj unikatan crtež. Grotovski smatra da je pozorište mesto gde čovek može da ispuni svoje duhovne potrebe i da analizira samog sebe. U procesu rada na ovom umetničkom delu, još jednom sam potvrdila da je telo i pokret tema moje karijere. Izvorni eho za mene ima ritualni karakter.

Namera je transformacija Ane Ilić i njen proces inicijacije u ženu koja bez straha svoje strasti i ljubavi pretvara u umetnost. Master rad počinje kod rampe, na stazi koja vodi do izvora vode. Prostor publike i prostor performansa deli potok. Publika je na uzvišenju i gleda na prostor koji u svom centralnom delu ima krug. U scenografskom smislu, jedina intervencija koja se desila je čišćenje bršljena unutar tog kruga. Ovaj rad posmatram kao ceremoniju. Krug predstavlja sveti prostor. Prostor je podržan prirodnim elementima. Vazduh je svuda oko nas, voda izvire na udaljenosti od deset metara, plešem na zemlji, pored kruga se nalazi činja u kojoj gori vatra. Kostim je ujedno i scenografija performativnog dela mater rada. Na početku razmišljanja o masteru, mislila sam da ću imati aktere. Svaki akter je trebao da predstavlja jedan deo mog uma, na primer: unutrašnji roditelj, unutrašnje dete, senka, muški aspekt i ženski. Proces je išao u tom smeru da su se dve postavke ljudi smenile. Donosim odluku da master radim sama. Prva faza plesa u kostimu je želja i potreba da se izađe iz svoje kože, da se otme životu i da se pobegne negde gde je realnost malo nežnija. Međutim iako uspemo da izađemo iz svoje kože, opet se ne osećamo lagodno, jer onda nismo na mestu gde treba da budemo. Izlaženje iz kože predstavlja distancu.

Ta distanca nam omogućuje da se posmatramo i da transformišemo odnose unutar nas samih. Dalji ples će predstavljati tu promenu, sve dok ne skupim snage da se vratim ponovo u istu kožu koju ću sad napokon moći da nosim. Zvuk koji prati plesni performans se zasniva na šamanskom bubnju. Bubanj je praćen različitim vrstama perkusija. Zvučnoj slici je i doprinela priroda, vetar i drveće, insekti, zvuk vode...



Slika 3. *Prostor izvođenja plesnog performansa*

7. RECEPCIJA PUBLIKE

„Instalacije koje su se našle uz put sam shvatila kao neke male oltare ili omaže segmentima tvoje ličnosti, kao uvod u ono što nas čeka. Najdirljiviji element mi je bio igračka Barbi kombi koja, uklopljena u lokaciju i postavljena u situaciju, toliko dramatično odražavala određeno emotivno stanje. Kroz tu instalaciju sam mogla najneposrednije da učitam tvoja osećanja. Nije mi bio potreban nikakav tekst da bih tu situaciju ‘pročitala’. Veliki kvalitet rada vidim u tome što je aktiviran veći broj čula, pogotovo miris koji nas je konstatno vodio. Lokacija na kojoj se rad odvijao je veoma dobro odabran u kontekstu dramaturgije i amijentalnosti prostora.

Odabir šume kao prostora izvođenja je takođe veoma dobro povezan sa temama koje se provlače kroz tvoj rad a to su traganje, putovanje, preispitivanje itd. Postaviti rad u tako monumentalni prostor i izboriti se sa datostima koje šuma nalaže, pritom ne naškoditi okolini i ne narušiti ambijent koji tamo već postoji, je zaita važan adut ovog rada. Odnos scene i gledališta je bio veoma zanimljivo postavljen. Na veoma suptilan način je priroda ‘kustosirana’ i korišćena kao scenografija. Građenje prostora igre postignuto je veoma jednostavnim intervencijama u prirodi (pravljenje kružne površine na zemlji i sklanjanje lijana i šiblja koji su izgradili prostor oko scene i akcentovali ga još više). Samo izvođenje plesnog performansa je bilo veoma snažno i emotivno. Pokreti nisu otišli u puko objašnjavanje emocija već je kreirana slojevita priča koju sam iščitavala iz forme pokreta, ritma, gestikulacije, disanja... Uz pokret, tu je i kostim koji je važan deo izvođenja. Mislim da je dobro odabrana forma kostima koja je veoma funkcionalna u kontekstu scenskog pokreta a i u kontekstu teme odnosno priče.“

8. ZAKLJUČAK

Sami nosimo odgovornost učenja i otkrivanja. Svaki od odgovora na pitanje: „Ko si ti?“ daje jedan trag. Tragovi nikada neće odvesti konačnom cilju. Rad na ovom master radu doneo mi je mnoge spoznaje. Nikad ne možemo da izgubimo ono što je uvek bilo naše. Ples je oduvek pripadao Ani i Ana je oduvek pripadala plesu. Kada plešem, ne moram telu da dajem komande kako da se

kreće, već se ono pomera u harmoniji sa trenutkom. Telo je za mene koren. Zbog toga su ples i pokret savršeni alati za moje umetničko izražavanje. Svako može na svoj način da doprinese lepoti života. Rad na ovom master radu mi je omogućio da shvatim da je moj način ples. Pored toga što može biti umetničko izražajno sredstvo, ples može imati i terapeutsku ulogu. Daje prostor suočavanju sa sobom. U takvom prostoru transformacija je nužna, a svesnom namerom možemo usmeravati te promene.

Sa jedne strane Buto ples nudi mogućnost ogoljavanja ega i plesanja koncepta i ideja koje su univerzalne. Sa druge strane, suočavanje sa svojim kognitivnim umom i podsvesnim sadržajem omogućava proživaljavanje i integrisanje datih i stvorenih uloga. Pozorište može biti sveti prostor. To je prostor u kome mogu da se proživljavaju različite priče, to je prostor identifikacije i konekcije. Priroda nam već nudi savršena scenska rešenja. Uspela sam da ispunim svoju želju, izvođačke umetnosti sam vratila prirodi bar na 2 sata.

9. LITERATURA

- [1] Jung, Karl, Arhetipovi i kolektivno nesvesno, „Routledge“ London, 1959
- [2] Jang, Klosko, Osmislite život iznova, Psihopolis, Novi Sad, 2018
- [3] Šekner, Ričard, Uvod u studije performansa, „Routledge“, Njujork, 2013
- [4] Grotovski, Ježi, Ka siromašnom pozorištu, „Routledge“, Njujork, 2002
- [5] Pina, https://www.pinabausch.org/person/pina_bausch, pristupljeno: 14.04.2022.
- [6] Jacob Jonas The Company, <https://www.jacobjonas.com/>, pristupljeno: 05.03.2022.
- [7] Sankai Juku, <https://www.sankaijuku.com/sankai-juku?lang=en>, pristupljeno 20.04.2022-

Kratka biografija:



Ana Ilić, diplomirala je 2020. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na smeru Grafičko inženjerstvo i dizajn. Iste godine upisuje umetničke master studije Scenske arhitekture i dizajna. Od 2016. godine bavi se izradom dekoracija i scena za muzičke festivale, koncerte i žurke u okviru novosadske organizacije *Jungle Island*. Na *Exit* festivalu 2019. godine, postavila je svoju scenu na *Gaia Experiment Trance Stage-u*. Početkom 2020. godine radila je u *Srpskom narodnom pozorištu* kao asistent scenografije. Od 2020. godine radi kao član *Infimensions* tima koji se bavi dizajnom scene, izradom instalacija, dizajnom enterijera i eksterijera. Sa ovim timom postavlja glavnu scenu na festivalu *Space Safari* u Belgiji, 2022. godine. Scenu posmatra iz različitih uglova, bavi se performansom (ples sa vatrom) i tokom ove karijere je dodatno dobila uvid u to kako je biti deo scene. U pozorišnoj predstavi *Coloribus nostri* pleše sa vatrom, dok u predstavi *Bjegunci* ima ulogu scenografa, koreografa i glumice. U okviru projekta *Čarobnice* plesala je na koncertu klasične muzike uz beogradsku prvakiju opere Natašu Jović Trivić.

PRIMENA INTERFEJSA MOZAK-RAČUNAR U REHABILITACIJI NAKON MOŽDANOG UDARA**APPLICATION OF BRAIN MACHINE INTERFACE IN REHABILITATION AFTER A STROKE**

Nina Martinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – BIOMEDICINSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – *Motorna paraliza nakon moždanog udara ima razorne posledice po pacijente, porodice i negovatelje. Iako su terapije poslednjih godina poboljšane, tradicionalna rehabilitacija i dalje ne uspeva kod pacijenata sa teškom paralizom. Interfejs mozak-mašina (BMI – Brain Machine Interface) pojavio se kao obećavajući alat za vođenje intervencija motorne rehabilitacije jer se može primeniti na pacijente bez rezidualnog pokreta. Ovaj rad daje pregled efikasnosti BMI tehnologija za olakšanje neuroplastičnosti i oporavka motora nakon moždanog udara.*

Ključne reči: *interfejs mozak-mašina (BMI), moždani udar, rehabilitacija, motorni oporavak*

Abstract – *Motor paralysis after a stroke has devastating consequences for patients, families and caregivers. Although therapies have improved in recent years, traditional rehabilitation still fails for patients with severe paralysis. The Brain Machine Interface has emerged as a promising tool for guiding motor rehabilitation intervention because it can be applied to patients without residual motion. This paper reviews the efficacy of BMI technology to facilitate neuroplasticity and motor recovery after a stroke.*

Keywords: *brain-machine interface (BMI), stroke, rehabilitation, motor recovery*

1. UVOD

Moždani udar je kardiovaskularni udes u mozgu koji dovodi do motoričkih i senzornih oštećenja kod većine preživelih. Moždani udar može dovesti do potpune paralize ekstremiteta iako su senzorne sposobnosti normalno očuvane. Dok se funkcija nakon moždanog udara može značajno poboljšati u prvim nedeljama i mesecima, dalji oporavak je često spor ili nepostojeći u težim slučajevima koji obuhvataju 30–50% svih žrtava moždanog udara. Neurobiološki mehanizmi koji leže u osnovi oporavka kod ovih pacijenata nisu u potpunosti shvaćeni. Međutim, nedavne studije su pokazale izuzetan kapacitet mozga za funkcionalnu i strukturnu plastičnost i oporavak čak i kod teškog hroničnog moždanog udara. Kako sve uspostavljene strategije rehabilitacije zahtevaju preostalu motoričku funkciju, trenutno ne postoji standardizovan i prihvaćen tretman za pacijente sa potpunom hroničnom paralizom mišića.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Platon Sovilj, red. Prof.

Da bi se poboljšao uspeh tradicionalne motoričke rehabilitacije, predložene su nove terapije koje pokušavaju da reaktiviraju mehanizme funkcionalne plastičnosti mozga i da promovišu popravku i regeneraciju neurona u oštećenim neuronskim mrežama, čak i u hroničnoj fazi moždanog udara. Jedan efikasan i izvodljiv način da se stimuliše centralni/periferni nervni sistem koji bi mogao pomoći u ponovnom aktiviranju mehanizama funkcionalne plastičnosti su interfejsi mozak-mašina (BMI).

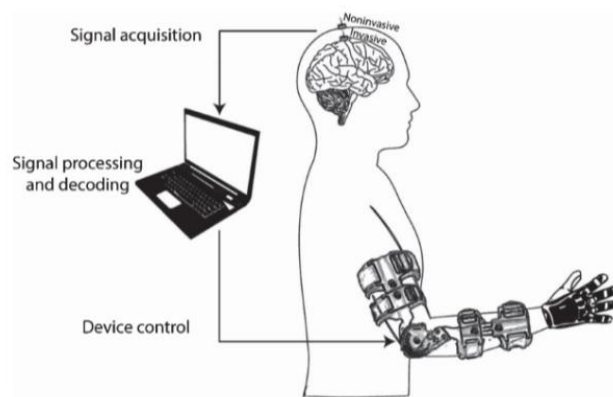
BMI prevodi moždane signale u kompjuterizovane komande, koje se zatim mogu koristiti za stimulaciju paralizovanih udova tela, uspostavljajući kontingentnu vezu između mozga i pokreta.

Motorni oporavak posredovan BMI-om kod pacijenata sa moždanim udarom mogao bi stoga da izazove ponovno povezivanje ili reaktivaciju tih puteva na bilo kom nivou nervnog sistema.

2. INTERFEJS MOZAK-MAŠINA

Interfejs mozak-mašina (BMI) je sistem koji snima, dekodira i na kraju prevodi moždane signale u efektornu akciju ili ponašanje, bez nužnog uključivanja motornog sistema (videti sliku 1). U kontekstu motoričke rehabilitacije ili supstitucije, moždana aktivnost nastala tokom namera pokreta može se koristiti za kontrolu spoljašnjih uređaja.

Ovi uređaji mogu sami da izvode te pokrete u cilju zamene izgubljene motoričke funkcije (npr. robotska ruka). S druge strane, uređaji se mogu koristiti za vođenje paralizovanog ekstremiteta pacijenta (npr. mehanička ortoza), tako da se može izvesti željeni pokret, koji zauzvrat stimuliše oštećenu neuronsku mrežu i može imati neuroplastični i rehabilitacioni efekat.



Slika 1. Opšti dijagram interfejsa mozak-mašina za motoričku rehabilitaciju gornjih ekstremiteta

2.1. Tehnike snimanja

BMI koristi moždane signale za prikupljanje informacija o namerama korisnika. U tom smislu, BMI se oslanja na fazu snimanja koja meri aktivnost mozga i prevodi informacije u električne signale koji se mogu pratiti.

Neinvazivni pristupi su uspešno korišćeni za teško i delimično paralizovane pacijente kako bi ponovo stekli osnovne oblike komunikacije i kontrolisali neuroproteze i invalidska kolica. Uprkos izvanrednoj korisnosti neinvazivnih pristupa u BMI aplikacijama, oporavak je ograničen, zbog potrebe za signalima mozga veće rezolucije.

Invazivni pristupi moraju implantirati niz mikroelevtroda unutar lobanje što uključuje značajne rizike po zdravlje i ograničava njihovu upotrebu u eksperimentalnim uslovima.

Neuroimaging modaliteti:

- Elektroencefalografija (EEG)
- Magnetoencefalografija (MEG)
- Elektrokortikografija (ECoG)
- Snimanje intrakortikalnog neurona
- Funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI)
- Blizu infracrvena spektroskopija (NIRS)

2.2. Tipovi kontrolnih signala u BMI

Brojne studije su opisale ogromnu grupu moždanih signala koji bi mogli poslužiti kao kontrolni signali u BMI sistemima. Ipak, samo oni kontrolni signali koji se koriste u trenutnim BMI sistemima biće spomenuti u daljem tekstu:

- vizuelni evocirani potencijali
- spori kortikalni potencijali
- P300 evocirani potencijali
- senzorimotorni ritmovi

2.3. Vrste BMI

Prema prirodi signala koji se koriste kao ulazni, BMI sistemi se mogu klasifikovati ili kao egzogeni ili endogeni.

Egzogeni BMI koristi aktivnost neurona koju u mozgu izaziva spoljašnji stimulus kao što su VEP ili slušni evocirani potencijali.

S druge strane, **endogeni BMI** se zasniva na samoregulaciji moždanih ritmova i potencijala bez spoljnih nadražaja.

Prema modalitetu obrade ulaznih podataka, BMI sistemi se mogu klasifikovati kao sinhroni ili asinhroni. **Sinhroni BMI** analiziraju moždane signale tokom unapred definisanog vremenskog perioda, dok **asinhroni BMI** kontinuirano analiziraju moždane signale bez obzira na to kada korisnik deluje.

3. REHABILITACIJA MOŽDANOG UDARA I PRIMENA BMI

U srcu paradigme BMI nalazi se operantna („voljna”) kontrola neuronske aktivnosti. BMI sistemi za rehabilitaciju motora oslanjaju se na paradigmu neurofeedback treninga, uspostavljajući takvu kontingentnu vezu između mozga i paralizovanih udova da bi se ponovo uspostavili oštećeni putevi, što bi moglo olakšati oporavak izgubljenih motoričkih funkcija.

3.1. Postojeće terapije rehabilitacije moždanog udara

Bilateralni trening ruku (BAT) i terapija izazvana pokretima (CIMT) su dve najpopularnije metode za lečenje motornih oštećenja povezanih sa moždanim udarom. BAT angažuje obe ruke istovremeno u simetričnim ili naizmeničnim obrascima, dok CIMT ograničava funkcionalni ekstremitet da bi primorao pacijenta da koristi paretički.

3.2. Neuroplastičnost i rehabilitacija moždanog udara

Neuroplastičnost je definisana kao sposobnost nervnog sistema da se restrukturira kao posledica učenja i stimulacije.

Jedan od ključnih mehanizama učenja pomoću kojih neuronska aktivnost pokreće plastičnost prvi je objasnio Donald Hebb 1949. godine. Prema njegovim rečima: „Kada je akson ćelije A dovoljno blizu da pobudi ćeliju B i stalno ili uporno učestvuje u njenom aktiviranju, neki proces rasta ili metabolička promena se odvija u jednoj ili obe ćelije tako da se efikasnost A, kao jedne od ćelija koje pokreće B, povećava”. Pokazano je da BMI indukuje neuronsku plastičnost.

3.3. BMI i motoričke slike

VR pruža snažnu vizuelnu povratnu informaciju o zamišljenom pokretu. Pomoću eksternih uređaja kao što su ortoze za ruke ili sistemi funkcionalne električne stimulacije (FES), zamišljeni pokret se može pretvoriti u očiglednu akciju, pružajući haptičku i proprioceptivnu povratnu informaciju.

3.3.1. Ortoza

Rezultati istraživanja potvrđuju da kombinacija BMI-MI plus ortoza sa fizičkim treningom može pomoći da se poboljša motorna kontrola gornjih ekstremiteta nakon moždanog udara.

3.3.2. Funkcionalna električna stimulacija

Funkcionalna električna stimulacija se zasniva na principu da se veštački može nadoknaditi gubitak dobrovoljne motoričke kontrole stimulacijom paralizovanih mišića zahvaćenog ekstremiteta. Kratki električni impulsi izazivaju akcione potencijale u referentnim nervima, izazivajući kontrakcije mišića ispod. U početku, FES je primenjen u pristupu odozdo prema gore: izazivanje plastičnosti mozga povezivanjem perifernih stimulusa. Povezivanjem FES-a sa BMI sistemom, kontrakcija mišića postaje direktan rezultat namere korisnika, menjajući je u spojenu petlju odozgo nadole/oddozdo prema gore.

3.4. Robotski uređaji za rehabilitaciju

Neurološka rehabilitacija kod preživelih od moždanog udara prvenstveno je fokusirana na iskorištavanje neuronske plastičnosti centralnog nervnog sistema kako bi se obnovila funkcionalna pokretljivost u smislu normalnih, energetski efikasnih obrazaca kretanja. Ovo se postiže ponavljanom motoričkom praksom usmerenom na zadatak i cilj u direktnoj interakciji sa fizioterapeutom.

Po definiciji, ova rehabilitacija je „prilagodljiva“ potrebama pacijenata, što zahteva stalna prilagođavanja režima lečenja kako u pogledu vrste vežbi tako i doze vežbanja. Međutim, kao i kod bilo kojeg oblika

motoričkog učenja, ponavljanje ili vežbanje ostaje centralno načelo neurološke rehabilitacije. Ovaj princip omogućava integraciju robotskih uređaja u rehabilitaciju, jer se oni mogu programirati da obezbede ponavljajuće vežbanje usmereno na zadatak na objektivan i dosledan način.

3.5. Robotski uređaji za rehabilitaciju gornjih ekstremiteta

MIT-Manus robot, bio je prvi robotski uređaj dizajniran specijalno za rehabilitaciju gornjih ekstremiteta, slika 2. Ovo je aktivni robot koji omogućava dva DOF pokreta, tj. u ramenu i laktu za izvođenje antigravitacionih pokreta. Sile i pokreti se prenose na ruku korisnika preko robotskog manipulanda za hvatanje. Manipulandum ima malu inerciju, a motori se takođe mogu pokretati unazad, tako da se uređajem može upravljati u pasivnom režimu. Zbog toga se uređaj može koristiti uz varijabilnu pomoć od potpunih sila koje pokreće robot do potpunog pokreta koje pokreće korisnik.

U skorije vreme, MIT-Manus takođe može biti opremljen dodatnom jedinicom za zglob za pokrete fleksija-ekstenzija, abdukcija-adukcija i pronacija-supinacija podlaktice i hvataljkom za pokrete zatvaranja i otvaranja.



Slika 2. MIT-Manus rehabilitacioni robot

Drugi tip robota za gornji ekstremitet jeste onaj koji je modelovan kao egzoskelet koji se može povezati sa gornjim ekstremitetom, a ne kao robotski manipulandum, odnosno robotski polu-egzoskelet ARMin, slika 3. Ovaj uređaj ima šest DOF, i ima senzore položaja i sile.



Slika 3. Robotski polu-egzoskelet ARMin

Distalni deo, koji karakteriše egzoskelet, pokreće samo lakat, dok se rameni zglob pokreće endefektnim delom

koji povezuje nadlakticu sa osovinama postavljenim na zid, omogućavajući vertikalnu i horizontalnu rotaciju ramena (tj. fleksiju/ekstenziju i abdukciju/adukciju u obe ravni).

Dodatno, poseban rotirajući modul za nadlakticu po meri koji je povezan sa nadlakticom preko ortotičke školjke postiže unutrašnju/spoljnu rotaciju ramena. Ovaj trodimenzionalni pokret ramena omogućava simulaciju ADL-a spajanjem proksimalnih pokreta ramena i distalnog lakta i može pomoći u treniranju funkcionalnih višezglobnih sinergijskih pokreta.

3.6. Robotski uređaji za rehabilitaciju donjih ekstremiteta

Obuka hoda je važan cilj u rehabilitaciji moždanog udara kako bi se ovim pacijentima omogućilo funkcionalno nezavisno kretanje. Dizajn robotskih uređaja sa pogonom na donje udove suočava se sa dodatnim izazovom uračunavanja podrške telesnoj težini, nekog načina postizanja kontrole ravnoteže i prenosa težine između udova neophodnih za normalan hod. U kontekstu robotskih uređaja za donje ekstremitete, među prvim su dizajnirani robotski uređaji za vežbanje hodanja zasnovani na traci za trčanje, a to su LocomatTM (Hocoma) i egzoskelet sa pogonom na donje ekstremitete (LOPESTM).

Ovi uređaji omogućavaju obuku hodanja na traci za trčanje sa aktiviranim DOF za zglobove donjih ekstremiteta sa promenljivom podrškom telesne težine. Oni se prvenstveno fokusiraju na promovisanje normalnijih obrazaca hoda preko robotskih aktuatora koji neprestalno vode i paretične i nezahvaćene segmente donjih udova kroz unapred programirane cikluse hoda. Glavna prednost ovakvog treninga je da pacijent sa moždanim udarom može praktikovati funkcionalne višezglobne sinergističke obrasce pokreta, koji mogu poboljšati motorički oporavak kroz učenje motora.



Slika 4. LocomatTM

3.7. Kombinovanje BMI i rehabilitacije uz pomoć robota

Imajući u vidu prednosti BMI i robotski potpomognutih uređaja u rehabilitaciji moždanog udara, prirodan korak je kombinovanje ove dve tehnologije kako bi se integrisale u opštu rehabilitaciju. Zajedno, ove tehnologije mogu osigurati angažman pacijenata i osnažiti pacijenta za aktivnu ulogu u povratku funkcije i blagostanja. U tom smislu, postoje uspešni pristupi kombinovanju BMI sa robotskim uređajima gornjih ekstremiteta kod pacijenata

sa moždanim udarom. U poređenju sa ortozom za ruke korišćenom u studijama, MIT-Manus je korišćen kao robotski uređaj koji se kontroliše pomoću BMI zasnovanog na motornim slikama kod pacijenata sa moždanim udarom.

Koliko je poznato, još uvek nije bilo studija koje bi dokumentovale kombinovane BMI sisteme sa robotskim uređajima donjih ekstremiteta u kontekstu rehabilitacije moždanog udara. Stoga je jasno da je kombinovani BMI-robotski trening za rehabilitaciju moždanog udara još uvek u ranoj fazi prevođenja kao klinički terapijski modalitet. Definitivno postoje određena važna pitanja koja treba uzeti u obzir pri pravljenju ovog skoka iz laboratorije u kliniku koristeći ovu tehnologiju.

3.8. Adaptacija

„Adaptacija“ unutar petlje korisnik-BMI-robotski uređaj je važna. Omogućava promene unutar algoritma koji izdvađa i optimizuje kontrolni signal BMI tako da je u skladu sa mogućnostima korisnika kako se menjaju tokom treninga. Ovo je kritično, jer kako se pacijenti poboljšavaju tokom treninga, očekuje se da će se prostorna i vremenska distribucija njihove neuronske aktivnosti promeniti što ukazuje na neuroplastičnost izazvanu samim treningom. Ako je tako, u odsustvu adaptivnog algoritma, nivoi performansi će imati tendenciju da se smanje ili neće biti u skladu sa poboljšanim neuronskim kapacitetom pacijenta i ovo će biti štetno za rehabilitaciju. U konvencionalnoj fizičkoj rehabilitaciji, zahtevi zadatka i poteškoće se progresivno povećavaju kako bi se izazvalo poboljšanje pacijenta.

3.9. Hibridni BMI

Kao što ime sugeriše, hibridni BMI se može programirati da koristi dodatne fiziološke signale kao ulaze pored jednog ili više neuronskih signala zasnovanih na mozgu. Ovo može uključivati aktivnost elektromiografije, otkucaje srca, druge funkcionalne alate za neuromodulaciju kao što je neinvazivna stimulacija mozga, itd. Prednost ovih hibridnih BMI je u tome što kada su različiti fiziološki signali povezani, pouzdanost otkrivanja namere, a samim tim i robusnost kontrole algoritama, može se značajno povećati. Pored toga, ovi različiti signali se takođe mogu programirati da kontrolišu različite aspekte robotskog uređaja, na primer, različite DOF.

Konačno, kombinacija ovih različitih signala takođe može biti korisnija za stvaranje „prilagodljivog“ BMI jer se dodatne karakteristike mogu koristiti za kreiranje potpunije konstrukcije konteksta i potreba zadatka, zajedno sa unutrašnjim stanjem pacijenta.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je dao pregled najsavremenijih BMI sistema, govoreći o osnovnim aspektima dizajna BMI sistema. Predstavljani su najznačajniji ciljevi koji su pokrenuli istraživanje BMI u poslednjih 20 godina. Primećeno je da su mnogi rezultati postignuti u istraživanjima BMI.

U BMI su uspešno primenjeni različiti pristupi neuroimaging-u: EEG, koji obezbeđuje signale prihvatljivog kvaliteta visoke prenosivosti i daleko je najčešći modalitet u BMI, fMRI i MEG, koji su dokazane i efikasne metode za lokalizaciju aktivnih regiona unutar mozga, NIRS, koji je vrlo obećavajući način neuro-snimanja u BMI i invazivni modaliteti, koji su predstavljeni kao vredne metode za obezbeđivanje visokokvalitetnih signala potrebnih u nekim višedimenzionalnim kontrolnim aplikacijama, na primer, kontrola neuroproteze. Širok izbor karakteristika signala i algoritama klasifikacije testiran je u BMI dizajnu. Iako je istraživanje BMI relativno mlado, mnogi napreci su postignuti u nešto više od dve decenije, jer se mnoge od ovih metoda zasnivaju na prethodnim istraživanjima obrade signala i prepoznavanju obrazaca.

Sve u svemu, može se zaključiti da su BMI sistemi obećavajući alat za dodavanje alata za rehabilitaciju motora. Njegova potencijalna korisnost za populaciju pacijenata pokazala se na različitim nivoima, a raznovrsnost u aplikacijama interfejsa čini ga prilagodljivim velikoj populaciji.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.mdpi.com/1424-8220/12/2/1211>
- [2] <https://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre172394>
- [3] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096996114003714>
- [4] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065714018338>
- [5] <https://link.springer.com/article/10.1007/s40141-014-0051-4>
- [6] <https://www.mecharithm.com/upper-limb-rehabilitation-robotics>
- [7] <https://sms.hetzl.ethz.ch/research/current-research-projects/armin-/armin-v.html>
- [8] https://hocomma.b-cdn.net/wp-content/uploads/2016/08/09085514/Patient-story-Phillip-Bryant-L6_Phil_140410_edit.jpg

Kratka biografija:



Nina Martinović rođena je u Subotici 1997. god. Diplomirala je na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na katedri za električna merenja 2020. godine.

kontakt: nina.martinovic97@gmail.com

ANALIZA BIOTRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I ODNOSA IZMEĐU METALNE VOĐICE I HIRURŠKOG GAJDERA**ANALYSIS OF BIOTRIBOLOGY CHARACTERISTICS AND RELATIONSHIP BETWEEN METAL SLEEVE AND SURGICAL GUIDE**

Aleksandra Mijuk, Mario Šokac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – BIOMEDICINSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je studija slučaja u okviru koje su, na prethodno dizajniranim varijacijama metalnih vođica kod kastomizovanog hirurškog gajdera molarne regije, izvršene statičke analize njihovog odnosa primenom metode konačnih elementata. Takođe je analiziran i tribološki uticaj u vidu analize parametara površinske hrapavosti metalne vođice. Na osnovu rezultata u okviru ovog istraživanja zaključeno je da su evidentirane razlike kod različitih dimenzija vođica, ali da ne dolazi do pojave značajnijih napona i opterećenja prilikom postavljanja vođice u gajder.

Ključne reči: hirurški gajder, metalna vođica, MKE, reverzibilno inženjerstvo

Abstract – This paper presents a case study in which relationship of previously designed variations of metal sleeves for a customized surgical guide of the molar region was analyzed using static analysis by finite element method. The tribological influence was also analyzed in the form of an analysis of the parameters of the surface roughness of the metal sleeve. Based on the results of this research, it was concluded that there are no significant stresses and strains when placing the metal sleeve in the surgical guide.

Keywords: surgical guide, metal sleeve, FEM, reverse engineering

1. UVOD

Biomedicinsko inženjerstvo je interdisciplinarna grana inženjerstva koja se kreće od teorijskih, ne-eksperimentalnih poduhvata do vrhunskih aplikacija.

Pojam biomedicinskog inženjerstva definiše se kao razvoj i primjena inženjerskih nauka u svrhu boljeg razumijevanja fiziologije i patofiziologije, kao i dijagnoze i tretmana povreda i bolesti [1]. Biomedicinski inženjeri primjenjuju električne, mehaničke, hemijske, optičke i druge inženjerske principe za razumijevanje, modifikovanje ili kontrolu bioloških sistema, kao i za dizajn i proizvodnju proizvoda koji mogu pratiti fiziološke funkcije i pomaže u dijagnostici i liječenju pacijenata [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio doc. dr Mario Šokac.

Jedna od tehnologija biomedicinskog inženjerstva koja doživljava ekspanziju jeste tehnologija reverzibilnog inženjerstva (engl. Reverse Engineering - RE), odnosno tehnologija reverzibilnog inženjerskog dizajna. RE danas, zahvaljujući razvoju metoda i sistema za 3D digitalizaciju, predstavlja vrlo važan alat u oblasti medicine i stomatologije, kako za dijagnostičke i reparativne, tako i za terapijske namjene [2]. Digitalni 3D model je postao veoma važan u ovoj oblasti pošto je na osnovu istog, a uz pomoć savremenih alata i tehnologija za dizajn i izradu, moguća proizvodnja fizičkih anatomskih modela koji imaju dijagnostičke, terapijske i rehabilitacione medicinske primjene [2]. Hirurški gajder omogućava predvidljivu i bezbednu minimalno invazivnu operaciju.

Rječnik protetskih termina definiše hirurški šablon kao vodič koji se koristi za pomoć u pravilnom hirurškom postavljanju i ugaonosti zubnih implantata. Glavni cilj hirurškog šablona jeste da usmjeri sistem bušenja implantata i obezbedi tačno postavljanje implantata prema planu hirurškog liječenja [3].

2. METODE ZA ANALIZU TRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA U OBLASTI BIOMEDICINSKOG INŽENJERSTVA

Danas se za potrebe sprovođenja biotriboloških analiza koriste različiti pristupi i metode. Jedna od takvih metoda jeste i metoda konačnih elemenata (MKE, engl. *Finite Element Method - FEM*) koja spada u savremene metode numeričke analize. Za razliku od ostalih numeričkih metoda, koje se zasnivaju na matematičkoj diskretizaciji jednačina graničnih problema, MKE se zasniva na fizičkoj diskretizaciji razmatranog područja. Umjesto elementa diferencijalno malih dimenzija, osnovu za sva proučavanja predstavlja deo područja konačnih dimenzija, manje područje ili konačni element. Zbog toga su osnovne jednačine pomoću kojih se opisuje stanje u pojedinim elementima, a pomoću kojih se formuliše i problem u cjelini, umjesto diferencijalnih ili integralni, obične algebarske.

Sa stanovišta fizičke interpretacije, to znači da se razmatrano područje, kao cjelina sa beskonačno mnogo stepeni slobode, zamjenjuje diskretnim modelom međusobno povezanih konačnih elemenata, sa konačnim brojem stepeni slobode. S obzirom na to da je broj diskretnih modela za jedan granični problem neograničeno veliki, osnovni zadatak je da se izabere onaj model koji najbolje aproksimira odgovarajući granični problem [4].

Osnovni princip na kojem se zasniva MKE, sastoji se u podjeli razmatranog područja na konačan broj manjih područja, odnosno elemenata, tako da se analizom pojedinih elemenata, uz pretpostavku o njihovoj međusobnoj povezanosti, analizira cjelina [4].

MKE se može shvatiti kao metoda numeričke analize u okviru koje se definiše način prevođenja kontinuiranih fizičkih sistema u diskretne, odnosno način formiranja sistema algebarskih jednačina pomoću kojih se aproksimira određeni konturni zadatak [4].

2.1. Primjena MKE u oblasti biomedicine

Ekspanzija primjene računarski podržanih tehnologija u medicini ogleda se i u upotrebi računarskih modela za potrebe simulacije funkcionisanja koštano-zglobnog sistema. Ovakav pristup olakšava planiranje operativnih zahvata i omogućava izradu implantata ili nadogradnje kostiju po mjeri pacijenta. Stoga se u posljednje vrijeme javlja i veliki broj multidisciplinarnih projekata, na kojima su u isto vreme angažovani istraživači tehničke i medicinske struke.

Ovakva analiza se može koristiti za procjenu izdržljivosti zdrave kosti ili kosti koja je oštećena mehaničkim putem (prelom) ili degenerativnim procesima (npr. osteoporozom) [5].

Osim u hirurgiji koštano-zglobnog sistema, FEM je pronašla svoju primjenu i u ortopediji, gdje se može ispitati izdržljivost implantata, ali i u maksilofacijalnoj hirurgiji, gdje ovaj pristup omogućava izradu kompleksnih oblika implantata, koji bi trebalo da budu u visokom stepenu usaglašeni sa anatomijom površine vilice.

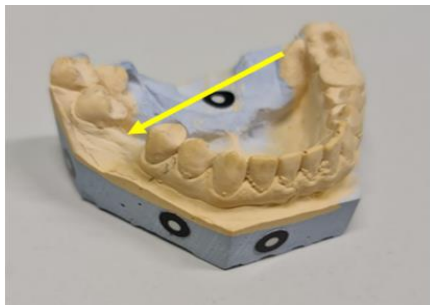
Da bi se potvrdila mogućnost primjene u praksi, sve prethodno navedeno je primjenjeno i testirano u konkretnom slučaju operacije maksilofacijalne osteotomije [6].

3. ANALIZA BIOTRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I ODNOSA IZMEĐU METALNE VOĐICE I HIRURŠKOG GAJDERA

Uzimajući u obzir kompleksnost dizajna hirurškog gajdera usljed njegove geometrije, u okviru ovog master rada je prikazan u kratkim fazama ceo proces dizajna hirurškog gajdera, a koji je detaljnije prikazan u [7].

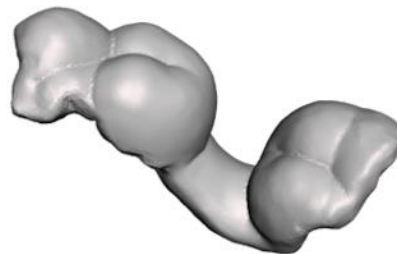
3.1. Dizajn i izrada kastomizovanog hirurškog gajdera

Postupak dizajna hirurškog gajdera sastoji se od nekoliko koraka. Prvi korak u okviru ove studije slučaja predstavlja odabir fizičkog modela gipsane donje vilice na kojoj je došlo do izražene resorpcije alveolarnog grebena u molarnoj regiji usljed nedostatka zuba (slika 1) [7].



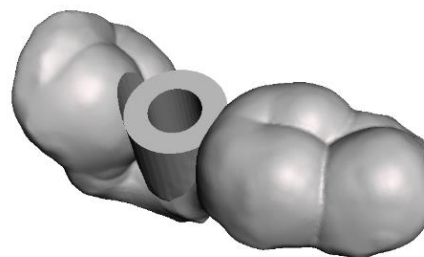
Slika 1. Fizički model donje vilice [7]

Nakon toga sledi postupak 3D digitalizacije, koja se u ovom slučaju vršila sa ručnim 3D skenerom. Na bazi rezultata 3D skeniranja je rekonstruisan površinski 3D model donje vilice, a na osnovu koje će se vršiti dizajniranje hirurškog gajdera molarne regije primenom niza alata koji se koriste za potrebe digitalnog vajanja. Nakon što se dobije tijelo hirurškog gajdera sprovodi se dalji postupak dizajniranja. Dizajn tijela hirurškog gajdera je prikazan na slici 2 [7].



Slika 2. Dizajn tijela 3D modela hirurškog gajdera [7]

Nakon dizajna tijela hirurškog gajdera, definiše se odgovarajuća pozicija otvora za metalnu vodiču. Ovaj korak predstavlja multidisciplinarni korak koji se sprovodi u saglasnosti s medicinskim timom. Na mjestu gdje nedostaje zub, postavlja se baza u vidu cilindra, a potom na bazu postavlja se drugi cilindar manjeg prečnika koji će se pomoću Bulovih operacija (oduzimanje) ukloniti i samim tim stvoriti rupu na bazi koja predstavlja mjesto za postavljanje metalne vođice. Za potrebe ovog master rada, urađene su dvije varijacije prečnika metalne vođice, manji od 3 mm i veći od 4 mm. Dizajnirani površinski 3D model hirurškog gajdera prikazan je na slici 3 [7].



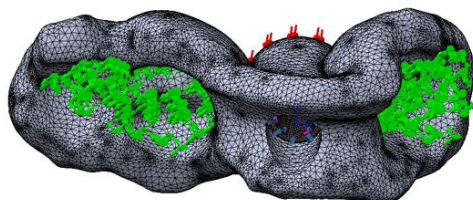
Slika 3. Finalni 3D model hirurškog gajdera [7]

Kao finalni korak je takođe i sprovedena verifikacija 3D modela hirurškog gajdera primenom aditivnih tehnologija 3D štampe.

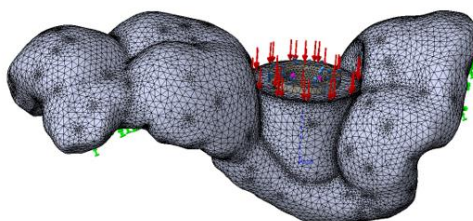
3.2. Analiza konačnih elemenata metalne vođice kod hirurških gajdera molarne regije

U okviru ovog dijela izvršena je analiza metodom konačnih elemenata na dizajnirane dvije varijacije prečnika metalne vođice kod hirurških gajdera. Radi sprovođenja adekvatne analize primjenom MKE, potrebno je izabrati materijal od koga će se svi elementi sklopa izraditi iz unaprijed definisane baze podataka materijala koja se nalazi u okviru softvera. Materijal koji je primijenjen na tijelo hirurškog gajdera je polimetilmetakrilat - PMMA (engl. *Poly Methyl Methacrylate*), dok je za metalnu vodiču korišćen nerđajući čelik.

Nakon što su izabrani odgovarajući materijali, naredni korak predstavlja definisanje oslonca na 3D mesh modelima. U oba slučaja oslonci su postavljeni na površina kontakta hirurškog gajdera i zubnih krunica, kao što je to prikazano na modelu prečnika 3 mm na slici 4., dok je naredni korak definisanje mjesta opterećenja i vrijednost parametara opterećenja za metalnu vodicu prikazano na slici 5 (crvene strelice). Kao parametri opterećenja definisana je sila 0.02 nm i pritisak od 0.2 MPa na osnovu date literature [8].

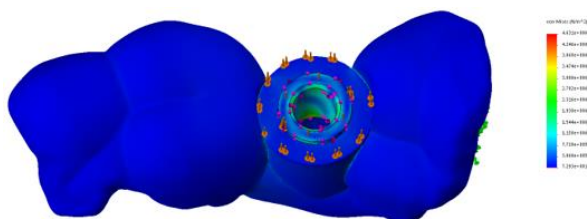


Slika 4. Definisani oslonci

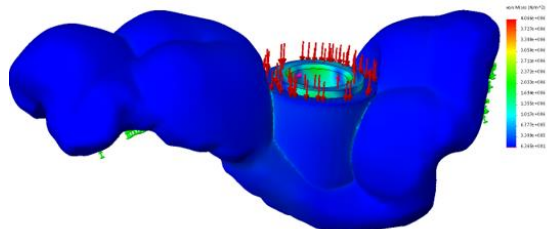


Slika 5. Definisano mjesto opterećenja

Nakon što su svi parametri definisani, sljedeći korak predstavlja sprovođenje statičke analize. Dobijeni su rezultati Von Mises-ovih napona koji su prikazani na slici 6a za prečnik metalne vodice od 3 mm, i 6b za prečnik metalne vodice od 4 mm.



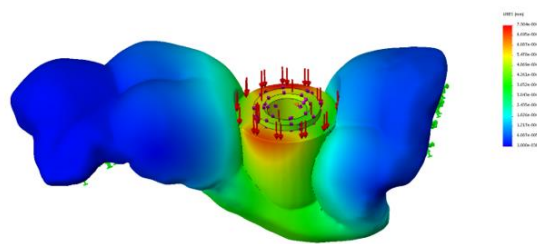
a)



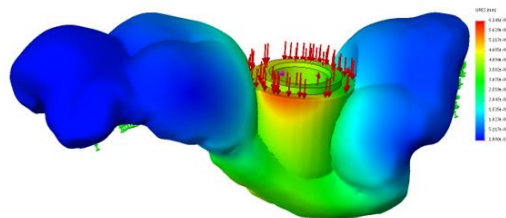
b)

Slika 6. Von Mises-ovi naponi za prečnik vodice a) 3mm i b) 4mm

Zatim su određeni pravci pomjeraja hirurškog gajdera pod dejstvom sile koja djeluje na metalnu vodicu, prikazani na slici 7a i 7b za oba prečnika metalne vodice.



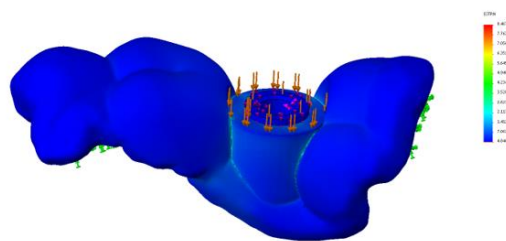
a)



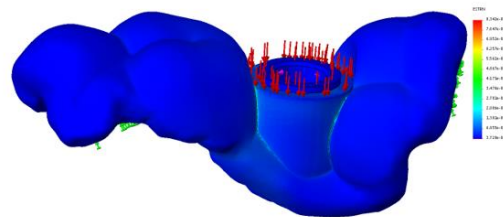
b)

Slika 7. Analiza pomjeraja hirurškog gajdera za prečnik vodice a) 3mm i b) 4mm

Dobijeni rezultati na skali za ekvivalentni napon pokazuju da dolazi do minimalne pojave ekvivalentnog napona kod obe varijacije modela, ali ipak prisutnih u većoj mjeri kod vodice sa prečnikom od 4 mm, što se može vidjeti na slici 8a i 8b za oba prečnika metalnih vodica.



a)



b)

Slika 8. Analiza ekvivalentnog napona hirurškog gajdera za prečnik vodice a) 3mm i b) 4mm

Uzimajući u obzir da su korišćena dva različita prečnika metalnih vodica u okviru ove analize, na osnovu rezultata dobijenih pomoću MKE može se vidjeti da postoji određeni uticaj u zavisnosti od izbora dimenzija metalnih vodica za njihovu primjenu kod hirurških gajdera.

3.3. Analiza triboloških karakteristika u vidu površinske hrapavosti metalne vodice

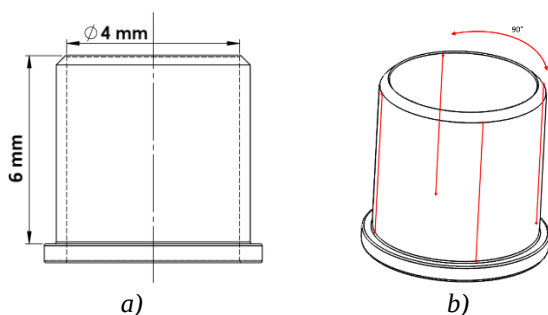
Kako bi se dobio bolji uvid u odnos između metalne vodice i otvora u hirurškom gajderu, sprovedeno je mjerenje površinske hrapavosti metalne vodice primjenom uređaja MarSurf PS1 (Slika 9).



Slika 9. Uređaj za mjerenje hrapavosti MarSurf PSI

Parametri izmjereni za potrebe ove studije slučaja su srednje aritmetičko odstupanje profila (Ra) i maksimalna visina hrapavosti (Rmax).

Korišćena je metalna hirurška vođica sa dimenzijama prikazanim na slici 10a. Izvršena su četiri mjerenja profila hrapavosti površine na rastojanju od 90° na dužini mjerenja od 5.6 mm (Slika 10b).



Slika 10. Dimenzije vođice i mjesta merenja profila hrapavosti

Dobijeni rezultati za mjerenje srednjeg aritmetičkog odstupanja profila su prikazani u tabeli 1, dok su rezultati mjerenja maksimalne visine hrapavosti prikazani u tabeli 2. Na osnovu ovih rezultata može se vidjeti kako profil hrapavosti, usled niskih vrednosti, nema uticaj na pozicioniranje vođice u hirurški gajder, što omogućava njegovu primjenu.

Tabela 1. Rezultati mjerenja srednjeg aritmetičkog odstupanja profila

Br. mjerenja	Ra (μm)
1.	0.651
2.	0.876
3.	0.901
4.	1.028

Tabela 2. Rezultati mjerenja maksimalne visine hrapavosti

Br. mjerenja	Rmax (μm)
1.	5.04
2.	7.25
3.	7.73
4.	11.40

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisana primjena reverzibilnog inženjerskog dizajna u oblasti biomedicine, a zatim je izvršena i analiza triboloških karakteristika kao i uticaja dimenzija metalne vođice kod hirurškog gajdera primjenom metode konačnih elemenata i analizom površinske hrapavosti. Na osnovu sprovedenih rezultata istraživanja omogućen je bolji uvid u ponašanje i odnos između metalne vođice i gajdera, i na koji način utiče veličina prečnika vođice prilikom dizajniranja hirurškog gajdera. Na osnovu rezultata može se videti da prečnik ima uticaj na hirurški gajder usljed redukcije zida vođice. Buduća istraživanja će se baviti analizom temperaturnih promjena koje se odvijaju između metalne vođice i hirurškog gajdera tokom hirurškog zahvata.

5. LITERATURA

- [1] Bronzino, J.D., Peterson, D.R., "The Biomedical Engineering Handbook, Third Edition", CRC Press, 2006.
- [2] I. Budak, "Reverzibilni inženjerski dizajn – preprocesiranje rezultata 3D digitalizacije", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2019.
- [3] F. Rengier, A. Mehndiratta, H. von Tengg-Kobligk, C.M. Zechmann, R.Unterhinninghofen, H.U.Kauczor, F.L.Giesel, "3D printing based on imaging data: review of medical applications", *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, vol. 5, pp. 335-341, 2010.
- [4] https://www.academia.edu/31334775/Metoda_konacnih_elementa_Uvod (pristupljeno oktobar 2022.)
- [5] N. Korunović, M. Trajanović, M. Mitković, and S. Vulović, "Od CT snimka do modela za analizu naponskog stanja u femuru primenom metoda konačnih elemenata," *IMK-14 - Istraživanje i razvoj*, vol. 16, no. 2, pp. 45-48, 2010.
- [6] M. Šljivić, M. Stanojević, D. Đurđević, N. Grujović, A. Pavlović, "Implementacija MKE metode i rapid prototajpinga u maksilofacijalnoj hirurgiji", *FME Transactions*, vol. 44, no. 4, pp. 422-429, 2016.
- [7] A. Mijuk, "Dizajn i izrada kastomizovanog hirurškog gajdera molarne regije primenom reverzibilnog inženjerstva, diplomski rad", Novi Sad 2021.
- [8] V. Arora, S. Kumar, P. Kalra, A. Goyal, "Finite element analysis of dental implant surgical guides", *Materials Today: Proceedings*, vol. 56, no. 5, pp. 3137-3141, 2022.

Kratka biografija:



Aleksandra Mijuk rođena je u Novom Sadu 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Biomedicinsko inženjerstvo odbranila je 2022.god.
kontakt: aleksandramijuk@hotmail.com



Mario Šokac rođen je u Somboru 1989. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2019. god., a od 2020. god. je zvanju docenta. Uže oblasti interesovanja su reverzibilni inženjerski dizajn, metode 3D digitalizacije i dizajn biomedicinskih modela.

**ISPITIVANJE BIOTRIBOLOŠKIH I DIMENZIONALNIH KARAKTERISTIKA
POLIMETILMETAKRILATA ZA PRIMENU U DENTALNOJ PROTETICI****INVESTIGATION OF BIOTRIBOLOGY AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF
POLYMETHYL METHACRYLATE FOR APPLICATION IN DENTAL PROSTHETICS**

Milica Abeer, Mario Šokac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – BIOMEDICINSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazani su rezultati merenja kinematskog koeficijenta trenja na polimetilmetakrilatu, kao i rezultati dimenzionalne analize u vidu CAD inspekcije. Merenje kinematskog koeficijenta trenja je izvršeno metodom frikcionog para „disk-blok”. Eksperimentalna ispitivanja su izvršena za različite vrednosti normalnog opterećenja na cilindrima napravljenim od polimetilmetakrilata koji su bili izloženi povećanoj temperaturi radi njihove polimerizacije. Na osnovu rezultata može se zaključiti da srednja aritmetička vrednost kinematskog koeficijenta trenja opada sa povećanjem sile, dok kod rezultata CAD inspekcije na osnovu standardne devijacije je ustanovljeno da postoje određena odstupanja.

Ključne reči: trenje, kinematski koeficijent trenja, polimetilmetakrilat, dentalne proteze

Abstract - The results of measuring the kinematic friction coefficient on polymethyl methacrylate, as well as the results of dimensional analysis in the form of CAD inspection, are presented in this paper. The measurement of the kinematic friction coefficient was carried out using the "disk-block" friction pair method. Experimental tests were performed for different values of normal load on cylinders made of polymethyl methacrylate that were exposed to increased temperature for their polymerization. Based on the results, it can be concluded that the arithmetic mean value of the kinematic coefficient of friction decreases with increasing force, while for the CAD inspection results, based on the standard deviation, it was established that there are certain deviations present.

Keywords: friction, kinematic friction coefficient, polymethyl methacrylate, dental prostheses

1. UVOD

Tribologija je naučna disciplina koja uključuje proučavanje i primenu principa trenja, podmazivanja i habanja. Veoma je interdisciplinarna, oslanjajući se na mnoga akademska polja, uključujući fiziku, hemiju, nauku o materijalima, matematiku, biologiju i inženjerstvo. Pod-oblasti tribologije uključuju biotribologiju, nanotribologiju, svemirsku tribologiju i tribotroniku [1]. Tribologija je jedna od nekoliko novih tehničkih disciplina čiji razvoj ima izuzetan uticaj na pouzdanost i vek

mašinskih sistema. Tribološka istraživanja i korišćenje već ostvarenih znanja, kako u procesu konstruisanja tako i u proizvodnji i eksploataciji mašina, predstavljaju neophodnost savremene industrije kada se posmatraju njeni današnji zahtevi za ekonomičnu primenu materijala, racionalno trošenje energije, povećanje pouzdanosti mašinskih sistema, kao i smanjenje troškova održavanja [2].

Biotribologija predstavlja deo tribologije koji se bavi proučavanjem procesa trenja i habanja u tribomehaničkim sistemima u telu čoveka [3].

**2. ODVIJANJE BIOTRIBOLOŠKIH PROCESA U
OBLASTI DENTALNE MEDICINE**

Termin trenje koristi se da opiše sve one disipativne pojave, sposobne da proizvode toplotu i da se suprotstave relativnom kretanju između dve površine. Postoje dve glavne vrste trenja. Statičko trenje koje se javlja između površina u fiksnom stanju (ili relativno stacionarnom) i dinamičko trenje koje se dešava između površina u relativnom kretanju. Proučavanje fenomena trenja je pretežno empirijska studija i ne dozvoljava da se dode do preciznih rezultata, već samo do korisnih približnih zaključaka. Habanje predstavlja progresivno nehotično uklanjanje materijala sa površine koja je u relativnom kretanju sa drugom površinom ili sa fluidom. Mogu se razlikovati dve različite vrste habanja: umereno habanje i jako habanje. Prvi slučaj se odnosi na mala opterećenja i glatke površine, dok se drugi odnosi na znatno veća opterećenja i kompatibilne i hrapave površine, kod kojih su procesi habanja mnogo snažniji. Habanje igra fundamentalnu ulogu u tribološkim studijama [1].

Da bi se smanjilo trenje između površina i držalo habanje pod kontrolom, koriste se maziva koja mogu biti bilo koji tečni materijali koji se odlikuju sa svojom viskoznošću. Viskozitet je ekvivalent trenja u tečnostima, on zapravo opisuje sposobnost tečnosti da se odupre silama koje izazivaju promenu oblika [1]. Kontinuirani napor su uloženi u istraživanje i razvoj za poboljšanje performansi svih vrsta implantata i restauracije materijala. Zubni implantati se koriste kada nedostaje zub, bilo zbog karijesa ili parodontalne bolesti, i čest su izbor kada je originalni zub ozbiljno pogođen i neophodna je njegova zamena. Takođe, implantati se koriste za pričvršćivanje proteza i/ili delimičnih proteza. Različite vrste restaurativnih materijala se istražuju za popravku pokvarenih zuba, za koje mehanički integritet, korozija, biokompatibilnost, trenje, habanje i estetika su neka od ključnih pitanja, kao što se može videti u tabeli 1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio doc. dr Mario Šokac.

Tabela 1. *Željena svojstva materijala za izradu proteza [4]*

Biološka svojstva	• Biokompatibilnost • Neiritantnost • Netoksičnost • Nekancerogenost
Hemijska svojstva	• Nerastvorljivost • Nereaktivnost • Kompatibilnost
Mehanička svojstva	• Visok moduo elastičnosti • Proporcionalna granica i otpornost • Abrazivna otpornost • Zamor • Snaga udara
Fizička svojstva	• Mala specifična težina • Dimenzionalna stabilnost • Dobar toplotni provodnik • Koefikasnost toplotnog širenja sličan termičkoj stabilnosti zuba
Estetika	• Prozračnost • Sposobnost bojenja i pigmentacije u skladu sa bojom zuba i desni
Ostala svojstva	• Pristupačna cena • Lako manipulisanje i popravka • Lako se čisti • Duži rok trajanja

3. ZNAČAJ DIMENZIONALNIH ANALIZA

Proces 3D skeniranja predstavlja analizu predmeta ili okruženja u stvarnom svetu radi prikupljanja podataka o njegovom obliku i geometriji. Prikupljeni podaci se zatim mogu koristiti za rekonstrukciju digitalnih 3D modela gde su prikupljeni 3D podaci korisni za širok spektar aplikacija. Ovi uređaji se u velikoj meri koriste u industriji zabave u proizvodnji filmova i video igara, uključujući i virtuelnu stvarnost. Druge uobičajene primene ove tehnologije uključuju snimanje i prepoznavanje pokreta, robotsko mapiranje, industrijski dizajn, primena kod izrade medicinske protetike, reverzibilni inženjering i izradu prototipa, kvalitet kontrola/inspekcija, kao i kod digitalizacije kulturnih artefakata [5].

3.1. Primena u dentalnoj medicini

Komercijalni 3D skeneri se koriste za snimanje oblika pacijenta u ortotici i stomatologiji. Softver se zatim koristi za projektovanje i proizvodnju ortoza, proteza ili zubnih implantata [5]. Tačnost je jedan od glavnih zahteva u stomatološkoj medicini. Da bi se proverila tačnost, potrebni su skeneri. Cilj je da se metodom skeniranja dobije širok spektar dentalnih morfologija sa visokom tačnošću.

Mnogi stomatološki sistemi koriste tehnologije 3D skenera za digitalizaciju 3D objekata zubnog preparata (bilo u *in vivo* ili *in vitro* uslovima), kako bi se digitalno proizvela restauracija koristeći softver za dizajn i na kraju proizvela konačna restauracija primenom konvencionalnih tehnologija izrade, ili čak i primenom aditivnih tehnologija (3D štampa).

Ovakvi sistemi su dizajnirani tako da olakšaju proces 3D skeniranja objekta *in vivo* i da, na ovaj način, proizvedu zamensku restauraciju [5].

4. POLIMETILMETAKRILAT I NJEGOVA PRIMENA U OBLASTI STOMATOLOGIJE

Polimetilmetakrilat (PMMA) pripada grupi materijala koji se nazivaju još i inženjerska plastika. To je providni termoplast, a takođe je poznat kao akril, odnosno akrilno staklo. Ova plastika se često koristi u obliku listova kao laganija i otpornija alternativa staklu. Takođe se može koristiti kao smola za livenje, u mastilima i premazima i za mnoge druge svrhe. PMMA je ekonomična alternativa polikarbonatu kada su zatezna čvrstoća, čvrstoća na savijanje, transparentnost, poliranje i UV tolerancija važniji od udarne čvrstoće, hemijske otpornosti i otpornosti na toplotu. Pored toga, PMMA ne sadrži potencijalno štetne podjedinice bisfenol-A koje se nalaze u polikarbonatu. Što se tiče primene u medicini, PMMA ima zadovoljavajući stepen kompatibilnosti sa ljudskim tkivom. Koristi se za izradu naočara, u ortopediji, plastičnoj hirurgiji i dentalnoj medicini [6].

5. ISPITIVANJE BIOTRIBOLOŠKIH I DIMENZIONALNIH KARAKTERISTIKA

Ispitivanje biotriboloških i dimenzionalnih karakteristika vršeno je na cilindrima i pločici napravljenim od polimetilmetakrilata. Za pravljenje cilindara korišćeni su profili od aluminijuma prečnika 5 mm i dužine 50 mm.

Koraci pri izradi testnih uzoraka za analizu su sledeći (slika 1):

- Postavljanje voska na dno profila/epruvete kako polimer ne bi iscureo prilikom polimerizacije;
- Unutrašnjost epruvete se oblaže lubrikantom na bazi kreme radi lakšeg vađenja;
- Sipanje PMMA u epruvete;
- Uklanjanje viška voska sa dna epruvete;
- Polimerizacija epruveta napunjenih sa PMMA kuvanjem u ključaloj vodi u vremenskom periodu od 45 minuta.



Slika 1. 4 aluminijumske epruvete napunjene sa PMMA korišćene za eksperiment

Za eksperiment je izabrano da se polimerizuju kuvanjem samo dve epruvete označene sa 1 i 2, a druge dve epruvete 3 i 4 su ostavljene da očvrstnu na sobnoj temperaturi. Na slici 2 se može primetiti kako je polimer počeo da se širi u epruvetama 1 i 2 pri povećanju temperature (kuvanju). Nakon završetka ovog procesa, cilindri su izvađeni iz epruvete. Primećeno je da su uzorci 1 i 2 koji su bili izloženi polimerizaciji u ključaloj vodi veoma lako ispali i bili su zadovoljavajuće tvrdoće, dok uzorci 3 i 4 koji su bili na sobnoj temperaturi ostali u

deformabilnom stanju sa smanjenom tvrdoćom i njihovo vađenje je bilo otežano.

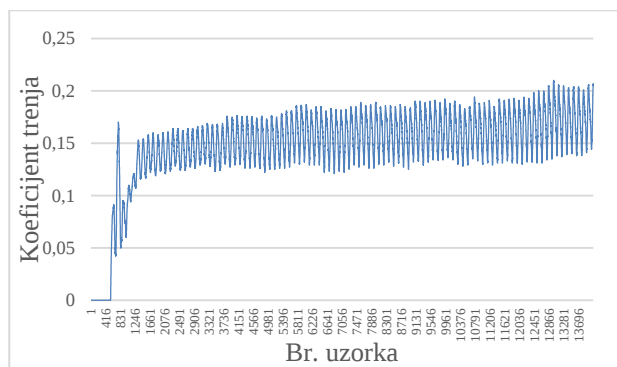


Slika 2. Proces polimerizacije PMMA kod ključanja vode

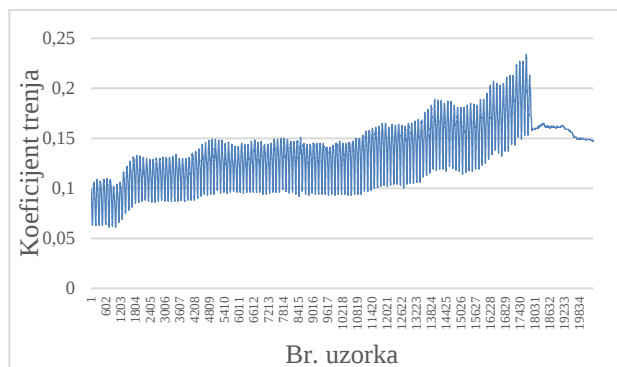
5.1. Biotribološke karakteristike

Merenje kinematskog koeficijenta trenja izvedeni su na frikcionom paru „disk-blok“. Kontakt se ostvaruje između dve površine na dvodimenzionalnoj liniji [7]. Tokom merenja korišćene su različite vrednosti normalnog opterećenja (10N i 20N) na bloku. Brzina obrtanja diska je bila ista za oba merenja kod oba cilindra, i iznosila je 250 o/min. Uzorci za disk i blok bili su od istog materijala, polimetilmetakrilata.

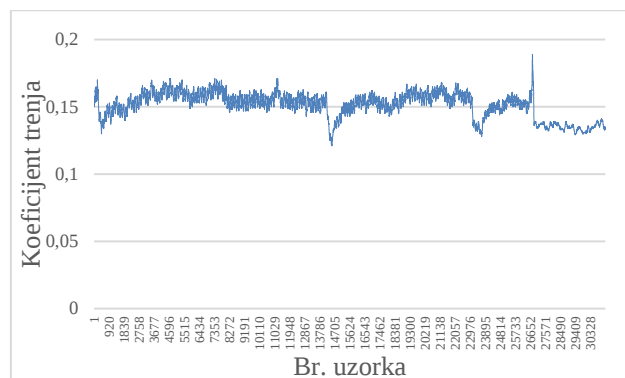
Merenje kinematskog koeficijenta trenja je vršeno samo na cilindrima 1 i 2 koji su polimerizovani na povišenoj temperaturi iz razloga što su druga dva cilindra 3 i 4 bila previše mekana za ovu analizu. Rezultati merenja kinematskog koeficijenta trenja za epruvete 1 i 2 sa vrednošću normalnog opterećenja od 10N i 20N pri broju obrtaja od 250 o/min su prikazani na graficima 1, 2, 3 i 4.



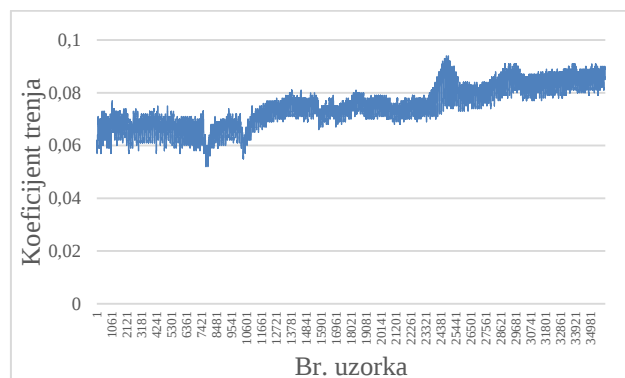
Grafik 1. Kinematski koeficijent trenja (sila 10N, br. obrtaja 250 o/min) - cilindar 1



Grafik 2. Kinematski koeficijent trenja (sila 20N, br. obrtaja 250 o/min) - cilindar 1



Grafik 3. Kinematski koeficijent trenja (sila 10N, br. obrtaja 250 o/min) - cilindar 2



Grafik 4. Kinematski koeficijent trenja (sila 20N, br. obrtaja 250 o/min) - cilindar 2

Rezultati eksperimenta kinematskog koeficijenta trenja daju uvid u vrednosti standardne devijacije i aritmetičke sredine odstupanja rezultata (Tabela 2).

Tabela 2. Rezultati srednje vrednosti i standardne devijacije kod kinematskog koeficijenta trenja

	Cilindar 1		Cilindar 2	
	Srednja vrednost	Standardna devijacija	Srednja vrednost	Standardna devijacija
Sila	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
10 N	0.155598	0.038468	0.151538	0.009507
20 N	0.079145	0.051183	0.074667	0.007702

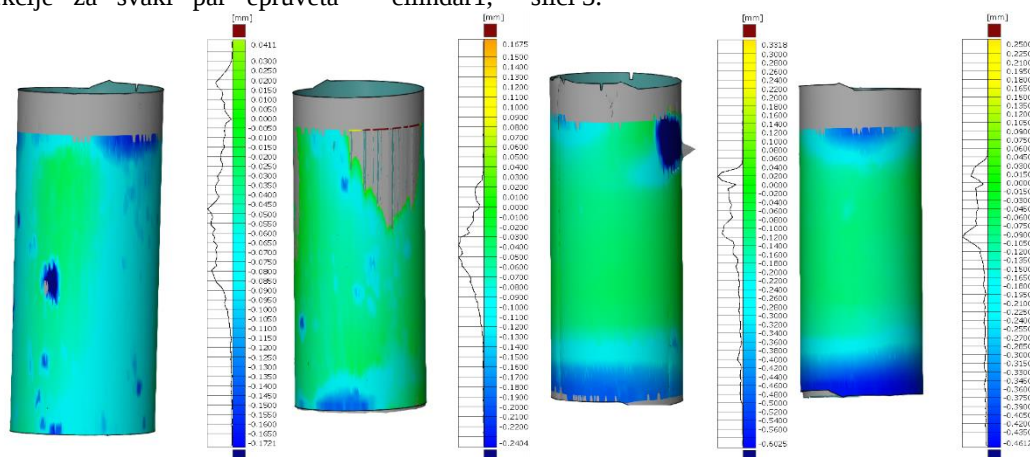
Na osnovu rezultata iz tabele može se zaključiti da srednja aritmetička vrednost kinematskog koeficijenta trenja opada sa povećanjem sile, dok se kod vrednosti standardne devijacije može videti da nema većih odstupanja.

5.2. Dimenzionalne karakteristike

Za dimenzionalno merenje epruveta pre sprovođenja eksperimenata, kao i cilindra od PMMA, korišćena je troosna koordinatna merna mašina KMM Contura G2 (CARL ZEISS). Cilj ovog eksperimenta je da se ustanove dimenzionalne promene između polimerizovanog PMMA (epruveta 1 i 2) i PMMA materijala koji je očvrstnuo na sobnoj temperaturi (epruveta 3 i 4). Izvršena su merenja

unutrašnjosti praznih epruveta i spoljašnjeg omotača cilindara od PMMA za sva 4 uzorka. Tokom sprovođenja CAD inspekcije za svaki par epruveta – cilindar1,

epruveta – cilindar2, epruveta – cilindar3 i epruveta – cilindar4 sprovedena je odgovarajuća analiza prikazana na slici 3.



Slika 3. Prikaz rezultata CAD Inspekcije za par a) epruveta – cilindar1, b) epruveta – cilindar2, c) epruveta – cilindar3 i d) epruveta – cilindar4

Na bazi CAD inspekcije se mogu primetiti odstupanja između unutrašnje površine epruvete i spoljašnjeg omotača cilindara od PMMA.

Može se uočiti da cilindri od PMMA (1 i 2) koji su bili izloženi povišenoj temperaturi imaju veće odstupanje od unutrašnje površine epruvete u vidu redukovano prečnika (prikazano plavom bojom). Pretpostavka je da je uzrok ovakvih rezultata temperaturno skupljanje PMMA materijala tokom hlađenja, čemu dodatno svedoči i njihovo olakšano vađenje iz epruveta.

Kod nepolimerizovanih cilindara 3 i 4 koji su očvrstnuli na sobnoj temperaturi, osim njihovog otežanog vađenja iz epruveta (usled njihove adhezije za unutrašnji omotač epruvete), takođe se na osnovu rezultata CAD inspekcije može uočiti njihova deformacija po celom omotaču, gde je došlo do formiranja tzv. buričastog oblika, što se takođe može videti i na rezultatima CAD inspekcije u vidu plave boje pri vrhu i pri dnu epruveta 3 i 4.

6. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir značaj primene polimetilmetakrilata u oblasti dentalne protetike, bolje poznavanje njegovih kako triboloških, tako i dimenzionalnih karakteristika je od velikog značaja danas. Posmatrajući rezultate koji su ostvareni u okviru ovog master rada, može se uočiti da dolazi do određenih promena prilikom polimerizacije PMMA materijala, sa samim tim i do dimenzionalnih promena, što za rezultat može omogućiti bolji uvid u ponašanje ovog materijala tokom njegove primene.

7. LITERATURA

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Tribology> (pristupljeno u oktobru 2022).
- [2] <http://tribolab.mas.bg.ac.rs/tribologija.htm> (pristupljeno u oktobru 2022).
- [3] Radenko Blažević: Tribodijagnostika kinematskog koeficijenta trenja metodom blok na disku, master rad, Novi Sad – Fakultet tehničkih nauka, oktobar 2018

- [4] Muhammad Sohail Zafar: Prosthetic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update, Polymers, vol. 12, no. 10., pp. 1-35, 2020.

- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanning (pristupljeno u oktobru 2022).

- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Poly\(methyl_methacrylate\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Poly(methyl_methacrylate)) (pristupljeno u oktobru 2022)

- [7] Vukelić Đ., Santoši Ž., Šokac M., Budak I., Šarić T., Šimunović G., Tadić B.: Evaluation of the kinetic friction coefficient by using „disc-block“ friction pair of different wooden samples, 16. International Conference on Tribology - SERBIATRIB, Kragujevac: Faculty of Engineering, 15-17 May, pp. 287-292, 2019.

Kratka biografija:



Milica Abeer rođena je u Novom Sadu 1995. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Biomedicinskog inženjerstva – Mašinstvo u biomedicinskom inženjerstvu odbranila je 2022. godine.
kontakt: abeer.milica@gmail.com



Mario Šokac rođen je u Somboru 1989. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2019. god., a od 2020. god. je zvanju docenta. Uže oblasti interesovanja su reverzibilni inženjerski dizajn, metode 3D digitalizacije i dizajn biomedicinskih modela.

PRIMENA 3D SKENIRANJA U PROTETICI**THE USE OF 3D SCANNING IN PROSTHETICS**Ostoja Jeftić, Slobodan Tabaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – BIOMEDICINSKO INŽENJERSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana primena tehnologije 3D skeniranja u protetici donjih ekstremiteta, kao i geometrijska rekonstrukcija modela dobijenih pomenutom tehnologijom. Obrada dobijenih snimaka, i geometrijska rekonstrukcija modela rađene su kroz funkcionalnosti GOM Inspect softvera. Konkretno, u radu, skenirano je postojeće ležište transfemoralne (natkolene) proteze ispitanika kao i njegov patrljak, sa ciljem nastavka istraživanja primene aditivne tehnologije u izradi ležišta, čime bi se proces proizvodnje znatno ubrzao i unapredio.

Ključne reči: 3D skener, geometrijska rekonstrukcija, protetika, Metoda konačnih elemenata

Abstract – In this paper, the application of 3D scanning technology to the prosthesis of the lower extremities and geometric reconstruction of the models obtained with the aforementioned technology is presented. The processing of the obtained recordings and the geometric reconstruction of the model were done through the functionality of the GOM Inspect software. Specifically, in this work, the existing socket of the transfemoral (above knee) prosthesis was scanned as well as its residual limb, with the aim of continuing research into the application of additive technology in the construction of the socket, which would significantly speed up and improve the production process.

Keywords: 3D Scanner, Geometric Reconstruction, Prosthetics, Finite Element Analysis

1. UVOD

Proteze se obično koriste za zamenu delova tela nakon povreda (trauma), nedoknade nedostajućih delova tela od rođenja (anomalije udova), ili kao dodatak oštećenim delovima tela nakon operativnih zahvata (usled tumora, gangrene i sl.).

Za izradu kvalitetne natkolene proteze, veoma je značajno korisniku proteze obezbediti funkcionalno i udobno ležište. Odluka o tipu ležišta kod natkolenih amputacija, donosi se na osnovu nekoliko faktora: na osnovu starosti, muskuloznosti, amputacionog nivoa, aktivnosti, stanja kože, tipa prethodnog ležišta, itd.

Ručni, trenutni pristup izrade ležišta, potpuno se oslanja na subjektivnost tehničara i samim tim onemogućava standardizaciju u izradi ležišta i usporava inovativnost proizvoda i procesa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Slobodan Tabaković, red. prof.

Takođe, tokom faze izrade ležišta, nije retkost da tehničari naprave grešku, čime se postupak ponavlja nekoliko puta, dok se ne dobije validan oblik ležišta. To za posledicu ima dva negativna aspekta. Prvi je vreme izrade, koje može biti dugo i nepredvidivo, i može da traje od dve do tri nedelje, a drugi negativan aspekt jeste psihološki uticaj na samog pacijenta, jer se od njega zahteva nekoliko dolazaka u laboratoriju [1].

Usled navedenih negativnih aspekata trenutne izrade ležišta, tema ovog rada je istraživanje potencijalne primene tehnologije 3D skeniranja i kasnije aditivne tehnologije u izradi ležišta.

Skeniranje patrljka pacijenta, traje svega nekoliko minuta, što bi umnogome pacijentu olakšalo proces. Takođe, poredeći sa trenutnim uzimanjem otiska, gde se pacijentu nanose vlažni gipsani zavoji na patrljak, tehnologija 3D skeniranja je potpuno neinvazivna, bezbolna, i nema dodira sa kožom pacijenta.

Konvencionalna ležišta se izrađuju postupkom vakuumskog laminiranja, i prema tome, ne postoji način za lokalnu kontrolu debljine sloja na određenim regijama, što je u suprotnosti sa kompleksnom fiziologijom patrljka. Tehnologije aditivne 3D štampe, omogućavaju kombinaciju dva ili više materijala različitih karakteristika i osobina u izradi, čime se doprinosi da određena regija ležišta poseduje željenu debljinu i ponašanje [1].

Za potrebe istraživanja u ovom radu, skenirano je postojeće ležište i patrljak ispitanika, osobe muškog pola, starosti 29 godina, visine 185 cm, i mase 90 kg. Protezu nosi punih 10 godina.

2. 3D SKENIRANJE

3D Skeniranje predstavlja proces kojim se objekti snimaju pomoću skenera, a zatim čuvaju u formi oblaka koordinata tačaka u odgovarajućoj ekstenziji. Zavisno od primene objekta koji se digitalizuje i potrebnih zahteva u pogledu preciznosti modela, koristi se odgovarajući tip 3D skenera. Za potrebe industrije, inspekcije delova, i reverzibilnog inženjerstva, najčešće se koriste stacionarni 3D skeneri visoke rezolucije, koji pružaju visok nivo detalja. Postoji i drugi tip skenera, odnosno, portabilni, koji omogućavaju skeniranje velikih objekata i ljudi, pa se modeli sa teksturom mogu koristiti u industriji specijalnih objekata, video igrara, forenzici, i sl. [2].

Principi 3D skeniranja imaju sve veću primenu u medicini, a svakako trenutno najsofisticiranija metoda dijagnostike je Magnetna rezonanca (MRI), koja pomoću jakog magnetnog polja, radio – frekventnih talasa i odgovarajućeg softvera, daje detaljan prikaz određenog segmenta ljudskog tela.

2.1 Postupak skeniranja postojećeg ležišta i patrljka ispitanika

Za skeniranje objekata u ovom radu, odnosno skeniranje patrljka i postojećeg ležišta ispitanika, korišćen je portabilni *Structure Sensor* skener, prikazan na telefon *Iphone 6s* (Slika 1).



Slika 1. Proces skeniranja postojećeg ležišta ispitanika *Structure Sensor* skenerom

Structure Sensor je prvi skener te vrste, koji je primenjen u ortopediji. Princip rada mu je zasnovan na infracrvenoj tehnologiji, što čini da je skeniranje ispitanika ili pacijenta potpuno neinvazivno i bezbolno. Skener se preko USB konekcije povezuje sa telefonom. Veoma je praktičan i lagan za korišćenje, pa mu masa zajedno sa telefonom ne prelazi 400 g. Skeniranje se vrši na udaljenosti od oko 40 cm od objekta, a tačnost skenera iznosi +/- 4 mm. Izlazni snimci su sačuvani u *.obj ekstenziji [3].

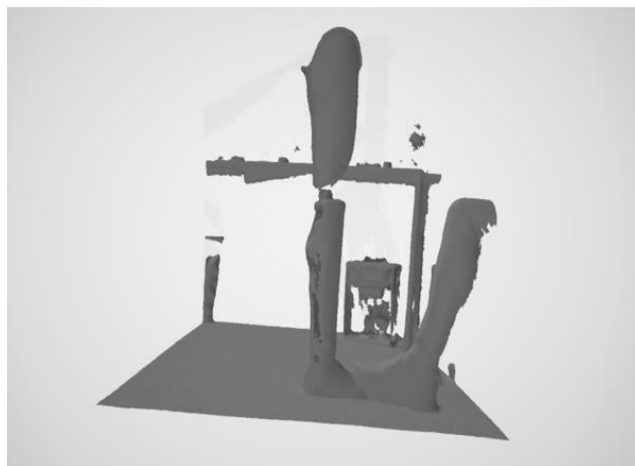
2.2 Rezultati skeniranja

Kvalitet dobijenih snimaka je zadovoljavajući, međutim, za dalja istraživanja na ovu temu, svakako bi bilo korisno da se skenirani objekat po mogućnosti što više izoluje, kako u sastav snimaka ne bi ulazili neželjeni artefakti, odnosno objekti iz prostorije. Drugi bitan faktor za dobijanje snimaka boljeg kvaliteta je ograničavanje željenog objekta crnom tkaninom ili sl., jer po zakonu refleksije, neželjeni artefakti ne bi ulazili u sastav snimaka.

Na Slici 2, uočljivi su neželjeni artefakti objekata iz prostorije, a takođe, i samo ležište sadrži greške (rupe), koje se dalje kroz proces geometrijske rekonstrukcije uklanjaju. Pored toga, skeneri veće rezolucije, umnogome bi unapredili kvalitet snimaka.

3. GEOMETRIJSKA REKONSTRUKCIJA

Geometrijska rekonstrukcija predstavlja postupak kojim se na poligonalnom (*mesh*) modelu, otklanjaju greške i/ili menja struktura površine, kako bi se model prilagodio za dalju analizu i/ili simulacije.



Slika 2. Snimak skeniranog ležišta ispitanika

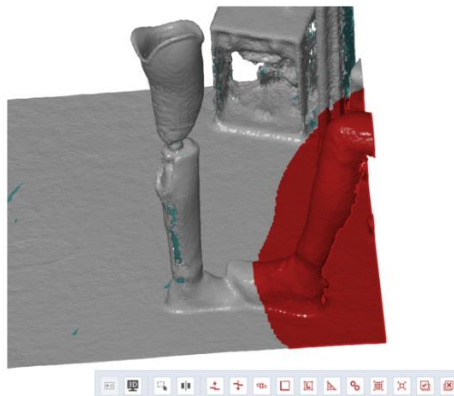
Softver korišćen za 3D rekonstrukciju u ovom radu je *GOM Inspect*. Korišti se za analizu 3D mernih podataka sa laserskih skenera, koordinatnih mernih mašina (KMM), i drugih mernih sistema. *GOM Inspect* se koristi u razvoju, kontroli kvaliteta i u proizvodnji [4].

3.1 Postupak rekonstrukcije skeniranih snimaka ispitanika

Prva etapa u procesu rekonstrukcije skeniranih snimaka postojećeg ležišta i patrljka ispitanika je konverzija snimaka iz *.obj ekstenzije u *.stl (*stereolithography*) ekstenziju. Postupak konverzije je odrađen preko *ASPOSE* sajta [5], gde su izlazni podaci u formi poligonalnog (*mesh*) modela, odnosno u .stl ekstenziji. Kod poligonalnog modela, površina je podeljena u male, ravanske, poligonalne delove, koji se nazivaju površine (*faces*). Mreža se definiše skupom površina, ivica i vrhova (temena) na tim površinama. Često su te poligonalne površine trouglovi [6].

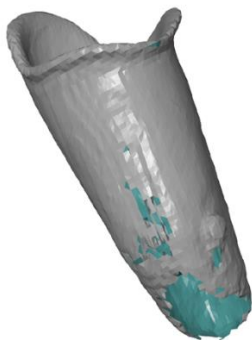
Na početku, poligonalni model postojećeg ležišta ispitanika importovan je u radno okruženje *GOM Inspect* softvera. Prilikom importovanja, u iskaćućem prozoru za mernu jedinicu, potvrđeni su milimetri (mm).

Nakon importovanja, na modelu je potrebno ukloniti neželjene artefakte iz prostorije, koji su se javili tokom procesa skeniranja. Za to je iskorišćena funkcija *Select/Deselect Through Surface*, pomoću koje se selektuju željene regije za uklanjanje (regija crvene boje), Slika 3. Komandama *Delete* + *Ctrl* sa tastature, regija se uklanja.



Slika 3. Selektovanje željene regije za uklanjanje

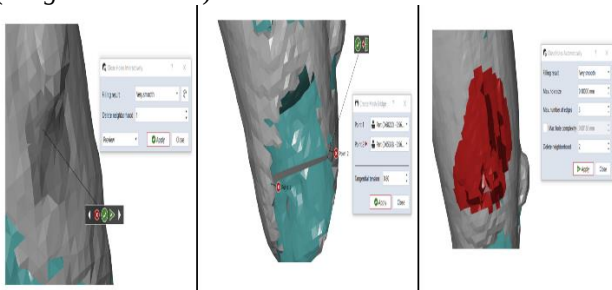
Nakon uklanjanja svih neželjenih artefakata na modelu, na Slici 4 prikazan je model postojećeg ležišta ispitanika, koji je još uvek prilično sirov, odnosno, na modelu su prisutni manji i veći otvori (greške), koje je potrebno zatvoriti.



Slika 4. Model postojećeg ležišta ispitanika očišćen od artefakata

Takođe, uočljivo je da površina ima nabore, koje je potrebno izravnati. Na modelu su kombinovane sve tri različite metode zatvaranja otvora, odnosno interaktivno zatvaranje, automatsko, i zatvaranje metodom mosta, u zavisnosti od veličine otvora i njegove pozicije.

Kod interaktivnog metoda zatvaranja (*Close Holes Interactively*), koji je najviše primenjen na modelu (Slika 5a) neophodno je selektovati regiju blizu otvora koji se zatvara. Zatim, algoritam ostavlja korisniku na raspolaganje još dva parametra da podesi, odnosno, tip površine koja će biti na mestu otvora (*Filling result*), kao i broj susednih regija koje se mogu izbrisati (*Delete neighborhood*), kako se na mestu popunjavanja otvora, ne bi pojavile suviše oštre ivice zbog uklapanja nove regije. Za tip površine, u radu je birana veoma ugačana (*Very smooth*) površina, dok je broj susednih regija koje se brišu biran subjektivno, u zavisnosti od pozicije otvora. Zatvaranje otvora pomoću metode mosta (*Create Mesh Bridge*), koristi se kod velikih otvora, gde je prvobitno pogodno podeliti otvor na dva ili više manjih, pa ih kasnije zasebno zatvoriti. Metoda funkcioniše tako što se selektuju dve tačke, svaka sa zasebne strane otvora, na ivicama, koje će biti polazne tačke za novu površinu. Na Slici 5b, prikazan je metod zatvaranja otvora pomoću metode mosta, gde se još definiše i savijenost površi (*Tangential tension*).



Slika 5. a) Zatvaranje otvora interaktivnom metodom; b) Zatvaranje otvora metodom mosta; c) Zatvaranje otvora automatskom metodom

Kod automatskog zatvaranja otvora, na modelu se selektuje željena regija, koju uglavnom ima veći broj manjih otvora, koje je potrebno zatvoriti. Parametri koji su ostavljeni korisniku za podešavanje su: tip površine

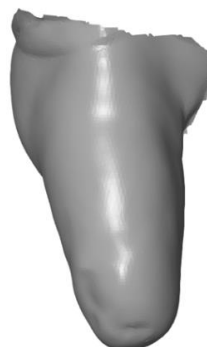
(*Filling result*), maksimalna veličina otvora (*Max. hole size*), maksimalni broj ivica (*Max. number of edges*), kao i broj susednih regija koje se mogu izbrisati (*Delete neighbourhood*). Na slici 5c, prikazan je postupak zatvaranja otvora automatskom metodom.

Nakon zatvaranja rupa na modelu, urađeno je i ugačavanje površine, pomoću funkcije *Smooth mesh*. Takođe, funkcijom *Eliminate Mesh Errors*, na modelu su uklonjene manje greške. Konačan izgled modela postojećeg ležišta ispitanika, nakon završene rekonstrukcije, prikazan je na Slici 6.



Slika 6. Model rekonstruisanog postojećeg ležišta ispitanika

Identičan postupak rekonstrukcije, urađen je i za patrljak ispitanika. Na Slici 7, prikazan je dobijeni model.



Slika 7. Rekonstruisan model patrljka ispitanika

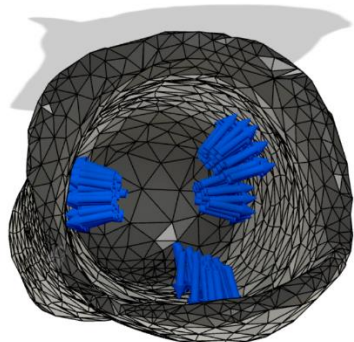
3.2 Primena numeričke analize nad rekonstruisanim ležištem

CAD softveri danas, pružaju mogućnost analize, odnosno numeričkog rešavanja diferencijalnih jednačina u inženjerskom i matematičkom modelovanju. Jedna od takvih analiza je i Metoda konačnih elemenata, koja se zasniva na podeli određenog domena na konačan broj manjih područja (poddomena), koji su povezani u čvorovima. Na bazi poznatih vrednosti napona u jednom čvoru, mogu se odrediti vrednosti napona u drugom čvoru.

U radu je prikazan kraći osvrt na primenu Metode konačnih elemenata nad rekonstruisanim ležištem. Svrha primene metode je testiranje karakteristika potencijalnih materijala koji mogu biti iskorišćeni u 3D štampi ležišta. Simulacijom, ušteden je novac, kao i vreme potrebno za štampu u realnom vremenu.

Za analizu, korišćen je softver *Autodesk Fushion 360*, pretežno namenjen za projektovanje proizvoda, baziran na *cloud* tehnologiji.

Prema [7], četiri regije na unutrašnjem zidu ležišta, koje podnose najveće opterećenje usled težine pacijenta su: regija sedalne kosti, regija ispod sedalne kosti, gluteusni kanal, i anteriorna strana ležišta, Slika 8.



Slika 8. Definisanje sila prilikom analize Metodom konačnih elemenata

Prema zakonu biomehanike, čovek se polovično oslanja na svaku nogu, samim tim, polovina telesne mase ispitanika, 45 kg, podeljena je na četiri pomenute regije. Za testiranje, izabran je materijal iz *Fushion 360* biblioteke, PEEK – *Polyetherketoneketone*, sa karbonskim vlaknima, veoma dobrih mehaničkih karakteristika. Dobijena minimalna vrednost Faktora sigurnosti (*Safety Factor*), nakon završene analize iznosi 3,727, što znači da bi ležište izrađeno od PEEK, pri statičkom opterećenju ispitanika izdržalo, odnosno ne bi došlo do pojave loma. Ipak, testirano ležište zahteva nastavak ispitivanja na dinamička opterećenja, kao i termičke analize u samoj izradi.

4. ZAKLJUČAK

Postupci 3D skeniranja i geometrijske rekonstrukcije opisani u ovom radu, predstavljaju polaznu osnovu za nastavak ispitivanja primene aditivne tehnologije u izradi ležišta.

Naredni korak u analizi opterećenja, trebalo bi da uključi model patrljka, dobijen na osnovu CT snimka, gde bi u sastav modela, ušle koža, kost i meko tkivo. Analizom nad interfejsom ležište/patrljak, dobio bi se verodostojniji uvid u ponašanje ležišta usled opterećenja.

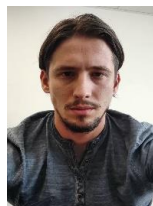
Pored toga, Metoda konačnih elemenata pruža mogućnost optimizacije, čime se debljina zida ležišta može korigovati, i samim tim, uštedeti materijal i ubrzati proces izrade.

Model patrljka spomenut u radu, pruža osnovu za mogućnost testiranja površinskog modelovanja, odnosno dizajna ležišta direktno na osnovu geometrije patrljka.

5. LITERATURA

- [1] Andrea Vitali, Caterina Rizzi, Daniele Regazzoni, Giorgio Colombo, 'Design and Additive Manufacturing of Lower Limb Prosthetic Socket', ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, November 2017
- [2] <https://voxellab.rs/3d-skeniranje/> (pristupljeno u septembru 2022.)
- [3] <https://www.rodin4d.com/en/structure-sensor/> (pristupljeno u septembru 2022.)
- [4] <https://www.gom.com/en/products/zeiss-quality-suite/gom-inspect-pro/features-gom-software> (pristupljeno u septembru 2022.)
- [5] <https://www.aspose.com/> (pristupljeno u septembru 2022.)
- [6] Milica J. Tufegdžić, 'Kreiranje zapreminskog 3D modela karlične kosti čoveka u uslovima nepotpunih ulaznih volumetrijskih podataka', Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet u Nišu, doktorska disertacija, Niš 2017.
- [7] Northwestern University, Prosthetics-Orthotics Center, Center for International Rehabilitation, 'Uzdužno-ovalno ležište, Serija protetičkih modula', 2004, skripta

Kratka biografija:



Ostojja Jeftić rođen je u Rumi 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Biomedicinsko inženjerstvo – modul mašinstvo odbranio je 2022. god. kontakt: ostojajeftic96@gmail.com

PREDNOSTI ITERATIVNE REKONSTRUKCIJE KOD KOMPJUTERSKE TOMOGRAFIJE U KLINIČKIM PRIMENAMA**THE ADVANTAGES OF ITERATIVE RECONSTRUCTIONS IN COMPUTED TOMOGRAPHY CLINICAL APPLICATIONS**

Vesna Surla, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – BIOMEDICINSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je pregled aktuelnih tehnika rekonstrukcije slike kod kompjuterske tomografije i aktuelnih kliničkih istraživanja koje ukazuju na prednosti iterativnih metoda u pogledu poboljšanja kvaliteta slike uz smanjenje zračne doze kojoj je pacijent izložen.

Ključne reči: Kompjuterska tomografija, CT, tehnike rekonstrukcije, iterativna rekonstrukcija, filtrirana povratna projekcija

Abstract – This paper provides an overview of current image reconstruction techniques in computed tomography and current clinical research that indicate the advantages of iterative methods in terms of improving image quality while reducing the radiation dose to which the patient is exposed.

Keywords: Computed tomography, CT, reconstruction techniques, iterative reconstruction, filtered back projection

1. UVOD

Kompjuterska tomografija, skraćeno CT (Computed Tomography), je dijagnostička metoda koja pruža mogućnost snimanja organa iz različitih uglova. Ova radiološka metoda pored rendgen zračenja primenjuje i tomografiju. Zasniva se na matematičkim procedurama obrade snimaka ili tomografskoj rekonstrukciji snimaka uz primenu računara i programskih paketa u njima. Uticaj ove tehnike u dijagnostičkoj medicini bio je revolucionaran jer je omogućio lekarima da pogledaju unutrašnje organe sa dotada neviđenom preciznošću. Prvi rendgen aparat za rotacionu tomografiju konstruisan je 1946. godine u Japanu i nazivali su ga rotografija. Međutim, tada nisu postojali računari koji bi lako obradili sliku, već se obrada slike vršila na klasičan način [1]. Za pronalazak rendgenske kompjuterske tomografije zaslužan je Hounsfield, koji je uz pomoć matematičara Alena Cormacka konstruisao prvi aparat za kompjuterizovanu tomografiju. Za ovo otkriće Hounsfield i Cormack su dobili Nobelovu nagradu.

1.1. Princip rada kompjuterske tomografije

CT aparat izgleda kao kutija sa kružnim otvorom u sredini ili kao cev sa otvorom sa obe strane.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Olivera Šveljo, vanr. prof.

Takođe, postoji sto koji se kreće kroz taj otvor ili tunel. Primer jednog uređaja koji se koristi za dobijanje CT slike prikazan je na slici 1. Izvor rendgenskih zraka proizvodi uski, lepezasti snop koji se koristi da bi se ozračio deo pacijentovog tela. U toku snimanja rendgenska cev se rotira oko pacijenta i na taj način se generše veliki broj projekcija. Jedna rotacija traje oko jednu sekundu. Detektori iza dela tela koji se snima registruju varijacije rendgenskog snopa nakon što prođe kroz kožu, kost, mišić i drugo tkivo. Debljina snopa može biti od 1 milimetara do 10 milimetara. Informacije sa detektora se šalju računaru koji interpretira ove podatke i prikazuje ih u formi slike [1].



Slika 1. CT uređaj [2]

1.2. Zračenje

CT skeniranje se može uraditi sa ili bez kontrasta. Kontrast se odnosi na supstancu koja se uzima na usta ili se ubrizgava u telo. Ta supstanca uzrokuje da se određeni organ ili tkivo koji se proučavaju jasnije vide. Sama doza zračenja koja se koristi tokom pravljenja CT snimaka varira u zavisnosti koji deo tela se snima. Vrednosti uobičajene efektivne doze zračenja za neke delove tela su prikazane u tabeli 1. Izloženost relativno velikom zračenju tokom CT-a izaziva je veliku zabrinutost lekara zbog eventualnih štetnih posledica [3].

2. METODE REKONSTRUKCIJE CT SLIKE

Postoje različite metode rekonstrukcije CT snimaka. Svaka metoda rekonstrukcije ima svoje prednosti i mane koje će biti objašnjene u daljem tekstu. Klasična metoda rekonstrukcije je oduvek bila filtrirana povratna

projekcija, međutim u poslednje vreme veliki značaj se daje iterativnim metodama rekonstrukcije (IR) koje imaju neke prednosti u odnosu na klasičnu tehniku.

Tabela 1. Uobičajena efektivna doza zračenja za neke delove tela [2]

Vrsta ispitivanja	Uobičajena efektivna doza (mSv)	=sledećem trajanju prirodnog zračenja
Radiografija-grudi	0,1	10 dana
CT- sinusa	0,6	2 meseca
CT-kičme	6,0	2 godine
Radiografija-udova	0,001	Manje od jenog dana
CT-abdomena i karlice	10,0	3 godine
CT angiogram srca	6,7	2 godine
CT pregled debelog creva	10,0	3 godine

2.1. Filtrirana povratna projekcija (FBP)

FBP (metoda filtrirane povratne projekcije – Filtered Back Projection) je brz i direktan metod za generisanje CT slika. Kao što naziv sugerise, sastoji se od dva glavna koraka filtriranja podataka i izvođenja operacije povratne projekcije gde se podaci vraćaju na sliku u pravcu u kome su mereni. Uz pomoć FBP-a slika se rekonstuiše u jednom koraku u veoma kratkom vremenu.

2.2. Iterativne rekonstrukcije (IR)

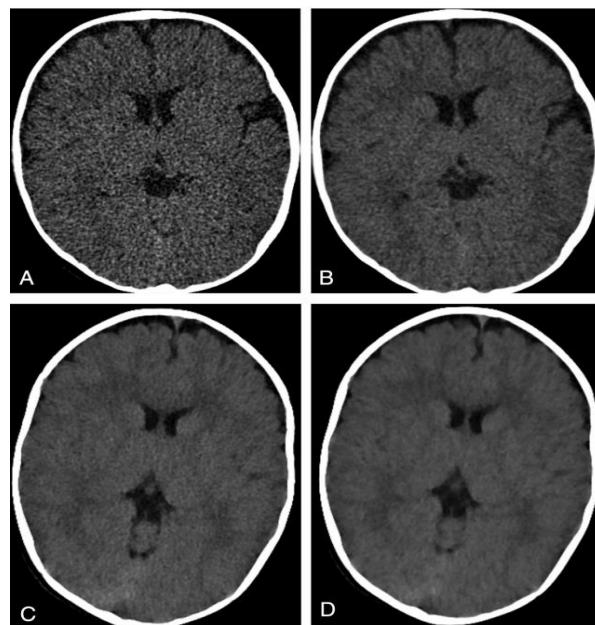
Nedavni napredak u računarskoj tehnologiji omogućio je razvoj softverski zasnovanih metoda za iterativnu rekonstrukciju slike (IR) kod CT-a, omogućavajući istovremeno smanjenje šuma slike i poboljšanje ukupnog kvaliteta slike. Takođe, kontrast slike je dosta bolji kod iterativnih metoda rekonstrukcije nego kod FBP-a. IR takođe omogućava smanjenje doze zračenja. Metoda iterativne rekonstrukcije slike ima svoje prednosti i mane. Pogodna je za smanjenje šuma i artefakata, kao i za smanjenje doze zračenja. Mana je što zahteva više vremena u odnosu na FBP. U nekim slučajevima kada je vreme za koje treba da se dobije CT slika od velike važnosti, lekari se odlučuju za drugu metodu rekonstrukcije. Međutim, algoritmi i metode iterativne rekonstrukcije se konstantno usavršavaju pa i vreme potrebno za rekonstrukciju slike postaje sve kraće [4].

3. KLINIČKE STUDIJE PROCENE KVALITETA CT SLIKE ZA RAZLIČITE TEHNIKE REKONSTRUKCIJE

3.1 Procena kvaliteta slika za različite metode rekonstrukcije kod pedijatrijskih CT pregleda glave

CT glave koristi se kako bi se detektovale traumatske povrede mozga, moždani udar i druge povrede glave. CT

sa niskom dozom zračenja, dobijen uz pomoć FBP-a, podložan je šumu i niskom kvalitetu slike, a velike doze zračenja su loše i izbegavaju se pogotovo kod mlađih pacijenata. Da bi se videle rezlike u FBP metodi i IR, rađeno je istraživanje u jednoj bolnici u Americi. CT glave rađen je kod 173 dece uz pomoć FBP-a, a kod 190 dece uz pomoć iterativnih metoda. U oba slučaja korišćene su male doze zračenja. Međutim, uočeno je da se kod iterativnih rekonstrukcija mogle koristiti još manja zračena doza u odnosu na FBP. Takođe, kontrastna rezolucija poboljšana je 2 puta kod iterativne metode (slika 2). Međutim, za rekonstrukciju uz pomoć FBP-a bilo je potrebno u proseku 101 sekund, a sa iterativnim rekonstrukcijama bilo je potrebno 147 sekundi [5].



Slika 2. CT snimak glave dobijen uz pomoć FBP rekonstrukcije (A sa manjom zračnom dozom i B sa većom zračnom dozom) i uz pomoć IR (C sa manjom zračnom dozom i D sa većom zračnom dozom) [5]

3.2 Procena kvaliteta slika za različite metode rekonstrukcije kod pregleda grudnog koša u odrasloj populaciji

Slično istraživanje za različite metode rekonstrukcije sprovedeno je i za procenu kvaliteta slika kod pregleda grudnog koša u odrasloj populaciji. Tačnije, korišćena su dva algoritma iterativne rekonstrukcije i FBP, tj. rekonstrukcija filtriranom povratnom projekcijom. Od iterativnih tehnika korišćene su ASIR (adaptivna statistička iterativna rekonstrukcija) i MBIR (iterativna rekonstrukcija zasnovana na modelu). Istraživanje je sprovedeno na spiralnom CT skeneru sa 64 niza detektora. Za potrebe istraživanja korišćen je fantoma grudnog koša koji sadrži elemente koji odgovaraju benignim lezijama. CT slike se tradicionalno rekonstruišu pomoću algoritama filtrirane povratne projekcije (FBP), koji proizvodi povećani šum na slici pri smanjenju zračne doze. Međutim, pokazalo se da algoritmi iterativne rekonstrukcije (IR) obezbeđuju mnogo bolje performanse šuma pri niskom nivou zračenja [6].

Takođe između ASIR i MBIR bilo je značajnih razlika u vrednostima parametara kvaliteta slike. U tabeli 2 prikazani su prosečan šum i kontrast koji su dobijeni

korišćenjem različitih algoritama rekonstrukcije. Prosečan šum slika dobijenih na 80 kV kod MBIR je smanjen za 66,2% u poređenju sa slikama rekonstruisanim FBP-om, a korišćenjem ASIR rekonstrukcije, šum je bio 30% veći u odnosu na MBIR. Prosečan šum slika rekonstruisanih pomoću MBIR bio je značajno manji od šuma slika rekonstruisanih uz pomoć FBP ili ASIR. U svakom slučaju metode iterativne rekonstrukcije su se pokazale mnogo bolje od FBP-a i kada je u pitanju šum i kada je upitanju contrast [6].

Tabela 2. Prikaz prosečnog šuma i kontrasta kod različitih metoda rekonstrukcije [4]

	FBP	ASIR	MBIR
Prosečan šum (80kV)	28.3±3.53	23.53±2.64	18.59±12.32
Kontrast (80kV)	7.20±3.38	8.67±4.02	13.89±6.91
Prosečan šum (100kV)	24.73±5.17	20.85±6.64	10.47±2.60
Kontrast (100kV)	9.19±5.09	11.06±5.32	26.86±15.59

4. PREDNOSTI ITERATIVNIH METODA REKONSTRUKCIJE U ODNOSU NA STANDARDNE TEHNIKE

Iterativne metode rekonstrukcije su se pokazale kao mnogo bolje u odnosu na klasične tehnike rekonstrukcije kao što je FBP. Njihova najveća prednost je što može da se koristi manja doza zračenja u odnosu na FBP, da bi se dobila slika dobrog kvaliteta. Takođe, kod IR šum na slici i artefakti su manji. Kontrast slike je bolji kod iterativnih tehnika pa samim tim se i strukture na slici bolje vide. Krajnji kvalitet slike je bolji i lekarima je lakše da ustanove dijagnozu na osnovu slike koja je rekonstruisana uz pomoć iterativnih metoda. Razvoj iterativnih metoda rekonstrukcije doveo je do brojnih prednosti, tako da se lekari sve češće odlučuju za IR pogotovo kod dece, i pacijenata koji često moraju da se podvrgnu CT snimanju. Metode iterativne rekonstrukcije se koriste ukoliko vreme za koje će dobiti CT snimak nije presudno [5,6].

5. ZAKLJUČAK

Razvijeni tehnički pristupi za smanjenje doze zračenja kod CT-a putem poboljšanja hardvera CT skenera i mehanizama akvizicije, nisu bili dovoljni da se značajnije utiče na smanjenje degradaciju kvaliteta slike uzrokovane povećanjem šuma i većom osetljivosti na artefakte. Izloženost velikom zračenju tokom CT-a izaziva veliku zabrinutost lekara i šire javnosti zbog eventualnih štetnih posledica posebno u pedijatrijskoj populaciji. Cilj lekara jeste da imaju dobre uređaje koji će da obezbede dovoljno kvalitetne slike a da je pacijent pri tom izložen što je moguće manjoj dozi zračenja. Zato se istraživalo koja tehnika rekonstrukcije može da da dovoljno dobru sliku, a da zračenje bude što manje.

Metode iterativne rekonstrukcije slike pokazale su se kao izuzetno perspektivne za primenu u kliničkoj praksi. Kliničke studije pokazale su da je IR bolja u odnosu na tradicionalnu rekonstrukciju filtrirane povratne projekcije, kako zbog smanjenog šuma, manje doze zračenja tako i zbog povećanog kontrasta i ukupnog kvaliteta slike. Razvijene su različite metode iterativne rekonstrukcije, ali se u praksi za sada najbolje pokazala iterativna rekonstrukcija zasnovana na modelu.

IR algoritmi se stalno unapređuju kako bi se dobila što bolja slika u što kraćem roku uz maksimalno smanjenje zračne doze kojoj je pacijent tokom snimanja izložen. Naime, najveći nedostatak iterativne rekonstrukcije u odnosu na FBP jeste što zahteva više vremena kako bi se formirala slika, a u nekim slučajevima vreme je kritični parametar. Imajući u vidu stalni napredak tehnologije, u skorijoj budućnosti može se očekivati šira primena metoda iterativne rekonstrukcije u kliničkoj praksi.

6. LITERATURA

- [1] R. Kramme, K.P. Hoffmann, R.S. Pozos, "Springer Handbook of Medical Technology", Berlin-Heidelberg, Springer, 2011
- [2] <https://euromedic.rs/pregledi/dijagnostika/multislajdskener-msct/ct-pregled-skener-karlice/>, (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/CT_scan, (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [4] W. P. Shuman, "Iterative Reconstruction in CT: What Does It Do? How Can I Use It?" <https://www.imagewisely.org/-/media/Image-Wisely/Files/CT/IW-Shuman-ASIR.pdf> (pristupljeno u avgustu 2022.)
- [5] R.N. Southard, D.M.E. Bardo, M.H. Temkit, M.A. Thorkelson, R.A. Augustyn, and C.A. Martinot, "Comparison of Iterative Model Reconstruction versus Filtered Back-Projection in Pediatric Emergency Head CT: Dose, Image Quality, and Image-Reconstruction Times", *AJNR*, Vol.40, pp 866-871, maj 2019.
- [6] Y. Xu, T.T. Zhang, Y.H. Hu, J. Li, H.J. Hou, Z. S. Xu, W. He, "Effect of iterative reconstruction techniques on image quality in low radiation dose chest CT: a phantom study", *Diagn Interv Radiol*, Vol. 25, pp 442-450, Nov 2019

Kratka biografija:



Vesna Surla rođena je u Novom Sadu 20.03.1997. god. 2016.god upisala je Biomedicinsko inženjerstvo na fakultetu tehničkih nauka. Diplomirala je 2021. godine, kada je upisala i master studije. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Biomedicinskog inženjerstva odbranila je 2022.god.

ПРИМЕНА И ИНЖЕЊЕРСКИ АСПЕКТИ ИНТЕРФЕЈСА МОЗАК-РАЧУНАР

APPLICATION AND ENGINEERING ASPECTS OF BRAIN-COMPUTER INTERFACE

Нађа Килибарда, *Факултет Техничких Наука, Нови Сад*

Област – БИОМЕДИЦИНСКО ИНЖЕЊЕРСТВО

Кратак садржај – Овај рад приказује најзначајније инжењерске аспекте актуелног интерфејса између мозга и машине. Дат је кратак осврт на најзначајнији човјеков орган као и на методе његовог електричног снимања. Приказан је широк спектар примјене БЦИ-а у области биомедицинског инжењерства.

Кључне речи: мозак, рачунар, електроде, ЕЕГ, БЦИ

Abstract – This paper features the most significant engineering aspects of Brain-Computer Interface. A brief overview of the most important human organ as well as the methods of its electrical recording is given. A wide range of BCI applications in the field of biomedical engineering is also presented.

Keywords: brain, machine, electrodes, EEG, BCI

1. УВОД

Интерфејс између мозга и рачунара је комуникациони систем у реалном времену који повезује мозак и спољне уређаје. Другим ријечима, БЦИ је систем заснован на рачунару који добија мождане сигнале, анализира их и преводи у команде које се преносе на излазни уређај како би извршио жељену акцију. Сликавито би се могло рећи да овај интерфејс омогућава корисницима да дјелују на свијет користећи мождане сигнале.

Док БЦИ апликације дијеле исти циљ а то су брза и прецизна комуникација и контрола, оне се увелико разликују по својим улазима, екстракцији карактеристика и методама, алгоритмима превођења, излазима и оперативним протоколима. Упркос неким од својих ограничења, БЦИ системи се брзо селе из лабораторија и постају практични системи корисни и за комуникацију, контролу и аутоматизацију.

Краткорочне примјене БЦИ су првенствено оријентисане на задатке и усмјерене су на избјегавање најтежих препрека у развоју. У даљем смислу, интерфејси мозак-рачунар ће омогућити широк спектар апликација оријентисаних на задатке и опортунистичких апликација коришћењем продорних технологија за откривање и спајање критичних информација о мозгу, понашању, задацима и животној средини.

НАПОМЕНА:

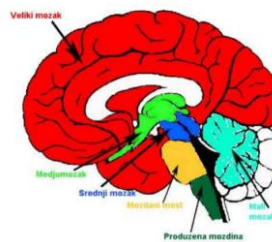
Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Платон Совиљ.

2. МОЗАК

Мозак представља најзначајнији и најсложенији орган у тијелу човјека, а дио је централног нервног система. Од спољашње средине заштићен је лобањом као чврстом структуром и цереброспиналном течношћу у коју је урођен а која има улогу амортизера односно спречавања трауме. Мозак управља свим виталним активностима које су неопходне како бисмо преживјели, контролише људске емоције и шаље и прима безброј сигнала од свих осталих дјелова тијела и спољашње средине.

2.1. Структура мозга

Мозак се дијели на велики мозак, мали мозак, средњи мозак, међумозак, мождани (Варолијев) мост и продужену мождину.



Slika 1. Основна структура мозга

2.2. Мождани таласи

Мождани таласи су шаблони који се издвајају из неуралне активности, повезане са специфичним понашањем, степеном узбуђења или стадијумом спавања. Најбоље проучени су они у области хипокампуса, таламуса и неокортекса мозга. ЕЕГ ритмови се могу подијелити на оне који су повезани са активним (будним) стањем мозга и на оне који су повезани са фазама спавања. Другим ријечима, мождани талас представља синхронизован електрични импулс или осцилацију који се јавља када нервне ћелије користе електрицитет како би комуницирале у групама. Постоје α , β , γ , δ и θ таласи.

3. СНИМАЊЕ МОЖДАНЕ АКТИВНОСТИ

Снимање мождане активности дакле региструје ове мождане таласе. Када је ријеч о начинима на којим се неуронски подаци добијају и користе, БЦИ се може разгранати да активан, реактиван, пасиван и хибридни БЦИ. Електрични сигнали које мозак генерише одражавају стање, не само мозга, него и читавог људског организма.

3.1. Евоцирани потенцијали

У ширем смислу, под ЕП се подразумева и одзив мозга као резултат когнитивних процеса и

механизма припремања који претходи моторним акцијама. Другим ријечима, евоцирани потенцијали (ЕП) представљају промјене у електричној активности нервног система изазване неким догађајем или побудом. ЕП је врло мале амплитуде од 0.5 до 100 μV . Фреквенцијски спектар ЕП преклапа се са спектром ЕЕГ сигнала. Најчешћи метод за обраду је усредњавање више секвенцијалних одзива синхронизовано у односу на понављане стимулусе или догађаје.

3.1.1. Визуелни евоцирани потенцијали

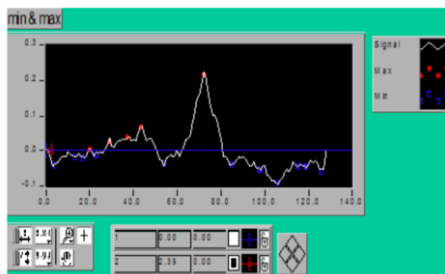
Визуелни евоцирани потенцијал (ВЕП) представља највећи ЕП који је уједно и најосјетљивији на промјене узроковане неуролошким обољењима. ВЕП се користи да би се открили поремећаји у провођењу оптичких нерава. То је неинвазивна дијагностичка процедура при којој се стимулише мрежњача ока треперавом свјетлошћу. Визуелни евоцирани потенцијали могу се подијелити у двије групе, и то на уобичајене и неубичајене визуелне стимулусе.

3.1.2. Аудитивни евоцирани потенцијали

Аудитивни евоцирани потенцијали (АЕП) су одговори можданог стабла кратке латенције који се јављају 10 до 15 ms након одговарајућег звучног стимулуса код здравих испитаника. Користе се за процјену функције слушног нерва и аудитивних путева у можданом стаблу. За снимање се користе три или више електрода, а амплитуда је мања од 1 μV за АЕП можданог стабла. АЕП је погодан за испитивање аудитивних путева, почев од унутрашњег уха па до коре мозга.

3.1.3. Соматосензорни евоцирани потенцијали

Соматосензорни евоцирани потенцијали (СЕП) стимулишу периферни нерв који се региструје у предјелу соматосензорне коре. Регистровањем соматосензорних евоцираних потенцијала над кичменом мождином може се добити увид у стање сензитивних система од екстремитета до нивоа регистровања. Ријеч је о биполарној електричној стимулацији периферних нерава, референтна електрода се поставља због смањења артефакта стимулације.



Слика 2. Једно од снимања евоцираних потенцијала

3.2. Електрокортикографија

Електрокортикографија је процес снимања електричне активности у мозгу постављањем електрода у директан контакт са можданом кором или површином мозга. Ова метода може укључивати електричну стимулацију појединачних електрода како би се оцртала подручја моторичке, сензорне и језичке функције које неурохирургија може избјећи. Слично

томе, евоцирани потенцијали се могу снимити коришћењем тракастих електрода интраоперативно да би се идентификовала роландична фисура. Стога, ЕцГ пружа прилику да се мапирају важне функционалне области мозга, пружајући неурохирургу сигурносну маргину за успијешну ресекцију. Дакле, електрокортикограм подразумијева снимање електрофизиолошких сигнала мозга, али на инвазиван начин – помоћу електрода које се постављају директно на мозак. За њихово постављање је неопходно отварање лобање и операција се врши на отвореном мозгу.

3.3. Електроенцефалографија

Електроенцефалографија је метода којом се региструје електрична активност мозга. То је дијагностичка, неинвазивна, неурофизиолошка метода у чијој основи лежи стална промјена потенцијала на нивоу мембране ганглијских ћелија централног нервног система. Ова метода омогућава регистрацију разлике потенцијала између двије тачке на лобањи човјека у функцији времена. Конвенционални распоред електрода које се постављају на главу испитаника при ЕЕГ снимању је дефинисан интернационалним стандардом 10/20. Постоје биполарна и монополарна регистрација. Разлог зашто је ЕЕГ толико популаран у истраживањима је то што има високу темпоралну резолуцију, лак је за примјену и јефтин, у поређењу са другим методама. Такође, ЕЕГ је веома добро проучен.

3.4. Магнетоенцефалографија

Магнетоенцефалографија уз помоћ магнетне индукције, региструје магнетну активност мозга. Услед електричне активности мозга, МЕГ мјери јачину магнетног поља. У односу на енцефалографију, МЕГ је мање осјетљива на нелинеарности и неуниформност можданог ткива. Додатно, магнетно поље мање изобличује лобању од електричног поља. МЕГ може рјешавати догађаје са прецизношћу од 10 ms. Такође, тачно одређује изворе у примарним слушним, соматосензорним и моторним областима. Ипак, упркос свим позитивним странама ове технике, она се веома ријетко користи у интерфејсу мозак-рачунар јер је превише гломазна и скупа за свакодневно тестирање и употребу.

3.5. Бежични уређаји

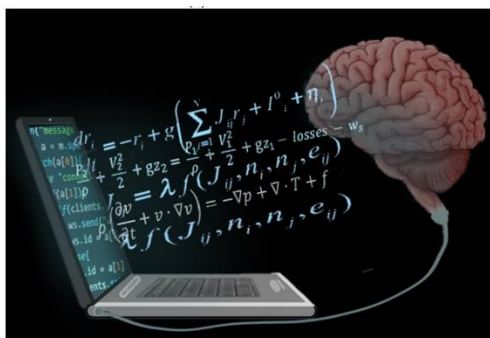
Класа бежичних БЦИ уређаја је дизајнирана као чипови величине пилуле од електрода имплантираних на кортекс. У тако малој запремини смјештен је читав систем за обраду сигнала и то: литијум-јонска батерија, интегрисана кола ултра мале снаге за обраду и конверзију сигнала, бежични радио и инфрацрвени предајници и бакарни калем за пуњење. Сви бежични сигнали и сигнали за пуњење пролазе кроз електромагнетно-провидни сафирни прозор. Нису сви бежични БЦИ системи интегрисани и у потпуности се могу имплантирати. Важно је напоменути да интракортикалне протезе морају задовољити строга ограничења дисипације снаге како не би оштетиле кортекс. БЦИ технологија може да оснажи појединца да директно контролише електронске уређаје који се

налазе у паметним кућама/канцеларијама и асоцијативним роботима преко својих мисли. Овај процес захтијева ефикасан пренос ЕЦГ сигнала са имплантираних електрода унутар мозга до спољашњег пријемника који се налази споља на скалпу.

4. BRAIN-COMPUTER INTERFACE

4.1. Опште карактеристике

Ова технологија фокусирана је на предузећа за истраживање и развој која се брзо развијају. Она користи систем вјештачке интелигенције који може да препозна одређени скуп образаца у сигнаlima у пет фаза. Прва фаза је аквизиција сигнал која подразумијева снимање можданих сигнала на основу чега је могуће отклонити потенцијалне шуме који могу нанијети штету квалитету сигнала. Такође, у овој фази врши се обрада артефакта. Друга фаза представља обраду сигнала у којој се сигнал преводи у одговарајући облик који је потребан за даљу обраду. Издвајање карактеристика је следећа фаза гдје се информације од значаја идентификују у већ снимљеним можданим сигнаlima. Класификација, као четврта фаза, подразумијева пресликавање сигнала на вектор који садржи ефективна својства посматраног сигнала након чега се класификују сигнали, а у обзир се узимају вектори карактеристика. Пета и уједно завршна фаза, је управљачки интерфејс који врши превод класификованих сигнала у смислене команде које се повезују на одговарајући уређај.



Слика 3. БЦИ технологија

4.2. Модалитет интеракције

Ефикасна употреба БЦИ уређаја подразумијева затворену петљу детекције, обраде и активирања. У процесу сенсинга, биоелектрични сигнали се детектују и дигитализују прије него што се прослијеђују рачунарском систему. Аквизиција сигнала се може реализовати кроз бројне технологије и креће се од неинвазивних до инвазивних.

У фази обраде, рачунарска платформа тумачи флукуације у сигнаlima кроз разумијевање неурофизиологије како би разликовала намјеру корисника од сигнала који се мијења.

Последњи корак јесте активирање такве намјере, у којој се она преводи у специфичне команде које рачунар или роботски систем треба да изврши. Корисник тада може да прими повратну информацију како би прилагодио своје мисли, а затим генерише нове и прилагођене сигнале за тумачење БЦИ система.

4.3. Синхрона и асинхрона интеракција

У синхроним протоколима, добијени сигнали су временски закључани према екстерним сигнаlima који се понављају сваки пут (систем контролише корисника), док у асинхроним протоколима корисник може да смисли неке менталне задатке у било ком тренутку (корисник контролише систем). Асинхрони БЦИ захтијевају опсежну обуку, њихов учинак зависи од корисника, а њихова прецизност није тако висока као код синхроног. С друге стране, синхрони БЦИ захтијевају минималну обуку и имају стабилне перформансе и високу прецизност.

4.3. Технике преобrade и обраде

Уклањање артефаката је кључна функција за БЦИ апликације за побољшање његове робусности. Данас се могу користити различити алати да би се постигла корекција артефаката трептаја у аквизицији ЕЕГ сигнала. Избор најпогодније коришћене методе зависи од специфичне примјене и од ограничења саме методе. Заправо, методе засноване на регресији захтијевају најмање један канал за електроокулографију (ЕОГ) и на њихов учинак утиче међусобна контаминација између ЕЕГ и ЕОГ сигнала. За апликације велике пропусности као што су БЦИ, когнитивна неуронаука или клинички неуромониторинг, од велике је важности да се слијепо одвајање извора ефикасно изведе у реалном времену. Да би се побољшала пропусност БЦИ-а, може се искористити оптимално окружење паралелизма које хардвер пружа.

5. УПОТРЕБА БЦИ

Рана примјена БЦИ била је на нервним протетичким имплантатима, што је показало неколико потенцијалних употреба за снимање неуронске активности и стимулацију централног нервног система као и периферног нервног система. Кључни циљ многих неуропротетика је операција кроз БЦИ системе затворене петље (петља је од мјерења мождане активности, класификације података, повратне информације субјекту и ефекта повратне спреге на мождану активност), са каналом за преношење тактилних информација.

Да би били ефикасни, такви системи морају бити опремљени неуронским интерфејсима који раде на конзистентан начин што је дуже могуће. Поред тога, такви неуропротетски системи морају бити у стању да прилагоде снимање промјенама у неуронским популацијама и да толеришу физичке факторе животне средине у стварном животу.

Развој визуелне протетике има један од највећих приоритета у области биомедицинског инжењерства. Потпуно слепило од дегенерације мрежњаче настаје услед болести као што је макуларна дегенерација повезана са узрастом, која изазива дистрофију фоторецепторских ћелија, од оклузије артерије или вене, и од дијабетичке ретинопатије. Тренутни развој се појављује у облику побољшаних алгоритама за обраду слике и приступа преносу података, у комбинацији са нано-фабрикацијом и проводљивом полимеризацијом.

5.1. Напредак у примјени интерфејса за контролу и аутоматизацију

Последњих година, БЦИ су потврђени у различитим бучним структурираним окружењима као што су куће, болнице и изложбе, што је резултирало директном применом БЦИ-а који је стекао популарност код редовних потрошача. Такође, учињени су неки истраживачки напори на његовој употреби о паметним окружењима, паметним системима управљања, брзом и глатком кретању прототипова роботских руку, планирању кретања аутономних или полуаутономних инвалидских колица, као и контрола ортоза и протеза. Бројни истраживачки подухвати потврдили су да различити уређаји као што су инвалидска колица или роботска могу бити контролисани путем БЦИ уређаја.

5.2. Примјена у паметним кућама

У паметним домовима појављују се апликације интерфејса мозак-рачунар заснованих на ЕЕГ-у. БЦИ технологију могу користити особе са инвалидитетом да побољшају своју независност и максимизирају своје преостале способности код куће. Последњих година развијени су нови БЦИ системи за контролу кућних апарата. У таквим студијама циљ је био побољшање квалитета живота особа са инвалидитетом путем БЦИ контролних система током неких свакодневних животних активности попут отварања/затварања врата, паљење и гашење свијетла, управљање телевизором, коришћење мобилних телефона, слање порука у њиховој заједници и руковање видео камером.

5.3. Апликација за мобилну роботiku и интеракцију са роботском руком

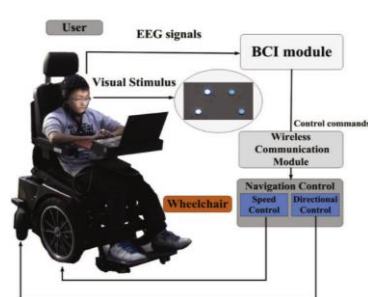
У вези са појединцима погођеним неуролошким инвалидитетом, рад спољне роботске руке за олакшавање активности руковања могао би да искористи предности ових нових модалитета комуникације између људи и физичких уређаја. Неке функције као што су оне повезане са могућношћу одабира ставки на екрану померањем курсора у тродимензионалној сцени су једноставне помоћу контроле засноване на БЦИ. Главна карактеристика мобилних роботских система контролираних мозгом је да ови мобилни роботи захтијевају већу безбједност пошто се користе за превоз особа са инвалидитетом. У контроли заснованој на БЦИ, ЕЕГ сигнали се превode у наміјере корисника.

5.4. Примјена за контролу инвалидских колица

Не посеђују све особе које би могле да доживе повећану покретљивост коришћењем инвалидских колица са електричним погоном неопходан когнитивни и неуромишићни капацитет потребан за навигацију у динамичном окружењу помоћу дојстика.

За ове кориснике је назначен приступ „дијелене“ контроле у комбинацији са алтернативним интерфејсом. Представљени су радови који се баве минимизирањем учешћа корисника, кроз нову стратегију полуаутономне навигације. Умјесто да захтијева команде за контролу корисника у сваком кораку, робот предлаже акције (нпр. скретање лијево или напријед) на основу информација о животној

средини. Субјект може одбити радњу коју је предложио робот ако се не слаже са њом. С обзиром на одбацавање људског субјекта, робот доноси другачију одлуку на основу наміјере корисника.



Слика 4. Инвалидска колица и БЦИ

6. НЕДОСТАЦИ

Општа ограничења БЦИ технологије могу се препознати као: непрецизност у погледу класификације неуронске активности; ограничена способност читања можданих сигнала за оне системе постављене изван лобање; гломазна природа система што доводи до потенцијално непријатног корисничког искуства, сигурност личних података која није загарантована. Друга ограничења могу бити повезана са методама које се користе за снимање мождане активности.

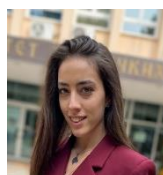
5. ЗАКЉУЧАК

Ова технологија помаже људима са високим степеном инвалидитета, било да они пате од неке говорне или моторне дисфункције. Код особа које су потпуно непокретне (нпр. као посљедица неке полинеуропатије), или имају недостатак мишићне контроле (нпр. усљед церебралне парализе), БЦИ систем може да им омогући да на нека једноставна питања брзо одговоре, да контролишу окружење, да се изводи спора обрада ријечи или чак да се управља неуралном протезом или ортозом. Последњих година учињени су неки истраживачки напори на његовој употреби о паметним окружењима, паметним системима управљања, брзом и глатком кретању прототипова роботских руку, планирању кретања аутономних или полуаутономних инвалидских колица, као и контрола ортоза и протеза. Бројни истраживачки подухвати потврдили су да различити уређаји попут инвалидских колица или роботске руке могу бити контролисани посредством интерфејса мозак-рачунар.

6. LITERATURA

- [1] Sanei, S.; "Adaptive Processing of Brain Signals".
- [2] Frank, M. G.; "Brain Rhythms. Encyclopedia of Neuroscience".
- [3] "Brain computer interface: control signals review", Department of Computer Engineering, Cairo, Egypt

Кратка биографија:



Нађа Килибарда рођена је у Никшићу 1998. год. Дипломирала је на Факултету техничких наука у Новом Саду на модулу биомедицинског инжењерства 2021. године.
контакт: nadjakilibarda68@gmail.com

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2022. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Dragana	Marinko Maslarić	Nemanja Sremčev
Aleksandar	Konstantinović	Marko Lazić	Nemanja Tasić
Anđelković	Dragana Šarac	Marko Marković	Nenad Grahovac
Aleksandar Kovačević	Dragoljub Šević	Marko Todorov	Nenad Simeunović
Aleksandar	Drago Žarković	Marko Vekić	Nikola Vojnović
Kupusinac	Duško Bekut	Maša Bukurov	Petar Mirković
Aleksandar Ristić	Đorđe Vukelić	Matija Stipić	Platon Sovilj
Aleksandar Selakov	Goran Jeftenić	Mijodrag Milošević	Radivoje Dinulović
Aleksandra Radulović	Goran Savić	Milan Delić	Radomir Kojić
Aleksandra Pešterac	Goran Sladić	Milan Gavrić	Ratko Obradović
Andraš Anderla	Goran Švenda	Milan Marinković	Sandra Dedijer
Andrija Rašeta	Goran Tepić	Milan Mirković	Saša Medić
Atila Zelić	Gordan Stojić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Bojan Batinić	Gordana Ostojić	Milan Rackov	Senka Bajić
Bojan Matić	Igor Dejanović	Milan Trivunić	Slobodan Morača
Bojan Tepavčević	Igor Peško	Milan Vidaković	Slobodan Šupić
Borislav Savković	Iva Šiđanin	Milena Krklješ	Srđan Popov
Branislav Atlagić	Ivana Mihajlović	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Branislav Stevanov	Igor Maraš	Milica Miličić	Stevan Gostojić
Branka Nakomčić	Ivan Prokić	Miloš Simić	Stevan Grabić
Branko Milosavljević	Ivana Katić	Milovan Lazarević	Stevan Milisavljević
Branko Škorić	Ivana Maraš	Milja Simeunović	Stevan Stankovski
Damir Đaković	Ivana Miškeljin	Miodrag Milutinov	Strahil Gušavac
Danijela Ćirić	Jasmina Dražić	Miodrag Žigić	Svetlana Bačkalić
Danijela Gračanin	Jelena Atanacković	Mirjana Malešev	Svetlana Nikoličić
Danijela Lalić	Jeličić	Miroslav Zarić	Tamara Čeranić
Darko Čapko	Jelena Borocki	Mirko Borisov	Veran Vasić
Darko Reba	Jelena Demko Rihter	Mirko Raković	Vesna Stojaković
Darko Stefanović	Jelena Ivetić	Miro Govedarica	Višnja Žugić
Dejan Ecet	Jelena Radonić	Miroslav Kljajić	Vladimir Ilić
Dejan Lukić	Jelena Slivka	Miroslav Popović	Vladimir Katić
Dejan Reljić	Jelena Spajić	Miroslav Zarić	Vladimir Mučenski
Dejan Jerkan	Kalman Babković	Mitar Jcanović	Vlastimir Radonjanin
Dejan Movrin	Lazar Kovačević	Mladen Tomić	Vuk Bogdanović
Dejan Ubavin	Lidija Krstanović	Mladen Radišić	Vuk Vranjkovic
Dejana Nedučin	Ljiljana Popović	Nataša Samardžić	Zdravko Tešić
Dragan Ivanović	Ljubica Duđak	Nebojša Brkljač	Zoran Čepić
Dragan Ivetić	Magdolna Pal	Nebojša Radović	Zoran Jeličić
Dragan Jovanović	Maja Turk Sekulić	Nebojša Ralević	Zoran Papić
Dragan Pejić	Maja Petrović	Neda Milić Keresteš	Željen Trpovski
Dragan Ružić	Marija Silađi	Nemanja Kašiković	

