



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке – зборници

Година: XL

Број: 11/2025

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XL Свеска: 11

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уређивачки одбор

Проф. др Марко Векић, главни уредник

Сара Копривица, заменик главног уредника

Штампање одобрио: Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН, председник, проф. др Селена Самарџић Цвијановић

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

СР-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)

62

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

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

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

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

У свесци са редним бројем 11 објављени су радови из области архитектуре, индустријског инжењерства и инжењерског менаџмента, инжењерства заштите животне средине и заштите на раду, мехатронике, математике у техници, геодетског инжењерства, инжењерства информационих система, анимације у инжењерству и сценске архитектуре и технике.

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

Садржај

Архитектура

Marijana Banović	
ANALIZA LOKACIJE I OBJEKTA FUTOŠKE PIJACE U NOVOM SADU	1085–1088
Sandra Todorović	
PRIMENA MEMBRANSKIH KONSTRUKCIJA U REKONSTRUKCIJI FASADE FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA	1089–1092
Јована Отто	
ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ОБЈЕКТА ЗАЈЕДНИЧКОГ СТАНОВАЊА	1093–1096
Гордана Савковић	
ТРАНСФОРМАЦИЈА НАПУШТЕНЕ СТАМБЕНЕ КУЋЕ У МУЛТИФУНКЦИОНАЛНИ ЦЕНТАР	1097–1099
Luka Lukić	
IDEJNO REŠENJE PLANINARSKOG DOMA NA PLANINI RTANJ	1100–1102
Andreja Grujičić	
PRIMJENA PARAMETARSKIH ALATA ZA PRONALAZENJE LOKACIJE PROSTORA PARKA ZA PSE SA NAJMANJOM INSOLACIJOM	1103–1106
Jovana Vujačić	
KOMPLEKS EDUKATIVNOG MUZIČKOG KULTURNOG CENTRA U NOVOM SADU	1107–1110
Зорана Михаић	
САВРЕМЕНА МАХАЛА	1111–1114
Tamara Radan	
PRIRODA KAO INSPIRACIJA U REVITALIZACIJI INDUSTRIJSKOG NASLEĐA TERMoeLEKTRANE	1115–1118
Sanja Zeljković	
KOMPLEKS EDUKATIVNOG MUZIČKOG KULTURNOG CENTRA U NOVOM SADU	1119–1122
Tijana Krnjajić	
STANOVANJE SA ATELJEOM I VRTOM – NADOGRADNJA ZGRADE U NOVOM SADU	1126–1129

Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент

Bojana Nikolić	
ANALIZA STANJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U ZEMLJAMA ZAPADNOG BALKANA	1126–1129
Sara Gavrić	
UVOĐENJE SEKTORA ZA LJUDSKE RESURSE U RAZVOJNI FOND VOJVODINE	1130–1133
Jovana Kojdić	
RAZVOJ LIDERSTVA ZA EFIKASAN TIMSKI RAD U OSNOVNIM ŠKOLAMA	1134–1137

Natalija Ilić DIGITALNA TRANSFORMACIJA I SOFTVERSKO REŠENJE AUTOMATIZACIJE ADMINISTRATIVNIH POSLOVA U UGOSTITELJSTVU	1138–1141
Jelena Dragičević ANALIZA I UNAPREĐENJE POSLOVANJA PRUŽAOCA LOGISTIČKIH USLUGA (LOGISTIČKOG OPERATERA)	1142–1145
Александар Буковски ЕВАЛУАЦИЈА ЕФЕКТА ОД АКТИВНОСТИ ИНВЕСТИРАЊА У УСЛОВИМА ПЕРМАКРИЗЕ	1146–1149
Dane Basta PRIMENA PROJEKTNOG MENADŽMENTA U UNAPREĐENJU SPORTA I OMLADINSKE POLITIKE	1150–1153
Mina Damjanović KONTINUIRANO UNAPREĐENJE U DIGITALNOM DOBU: USVAJANJE LEAN SIX SIGMA METODOLOGIJE U USLOVIMA RADA NA DALJINU	1154–1158
Kristina Madacki MENADŽMENT DOGAĐAJA ZABAVNOG KARAKTERA PRIMENOM EMBOK MODELA	1159–1162
Ksenija Selenić UTICAJ UPRAVLJANJA INTERESNIM STRANAMA NA USPEH KINESKIH MEĐUNARODNIH PROJEKATA U SRBIJI	1163–1166
 <i>Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду</i>	
Nenad Pajić UTVRĐIVANJE KOLIČINE GENERISANOG GRAĐEVINSKOG OTPADNA PRILIKOM IZGRADNJE STAMBENIH ZGRADA	1167–1170
Ana Lončar IMPLEMENTACIJA SELEKTOVANIH ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001 NA PRIMERU KOMPA NIJE NISKOGRADNJE	1171–1174
Branislava Ćulibrk REŠAVANJE PROBLEMA UKLANJANJA SUSPENDOVANIH MATERIJA IZ OTPADNE VODE FABRIKE RECIKLAŽE GUME	1179–1182
Nikola Draško MERE ZAŠTITE OD POŽARA I PLAN EVAKUACIJE ZAPOSLENIH U PROJEKTNOM BIROU	1183–1186

Мехатроника

Владимир Барјактаревић РЕАЛИЗАЦИЈА ХАРДВЕРСКОГ И СОФТВЕРСКОГ РЕШЕЊА ЗА РЕГУЛИСАЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ПРОСТОРА КЛИМА КОМОРОМ	1187–1190
Јелена Ћурчић ПРИМЕНА ГЕНЕТСКОГ АЛГОРИТМА НА РЕШАВАЊЕ ВРЕМЕНСКИ ОГРАНИЧЕНОГ ПРОБЛЕМА ТРГОВАЧКОГ ПУТНИКА СА САКУПЉАЊЕМ НАГРАДА	1191–1194

Математика у техници

Nikolina Jošić OPTIMIZACIJA KOLONIJOM MRAVA	1195–1198
---	-----------

Геодетско инжењерство

Aneta Koprivica IZRADA GEOPORTALA NA OSNOVU PODATAKA DOBIJENIH IZ BIM OKRUŽENJA	1199–1202
Бојана Брујић АНАЛИЗА СТАЊА ПРЕМЕРА И КАТАСТРА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ И БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ	1203–1206
Anđela Mračević ANALIZA STANJA PREMERA I KATASTRA U OPŠTINAMA VRBAS, SRBOVRAN I TEMERIN	1207–1210
Sebastijan Ristić ANALIZA SATELITSKIH SNIMAKA PRIMENOM PYTHON BIBLIOTEKA I METODA SPEKTRALNE MEŠAVINE	1211–1214
Jovan Bačić ISPITIVANJE TAČNOSTI ROBOTIZOVANE TOTALNE STANICE TRIMBLE S5	1215–1218
Teodora Zagorac IZRADA GEOPORTALA NA OSNOVU PODATAKA SA DIGITALNOG KATASTARSKOG PLANA	1222–1225

Инжењерство информационих система

Душан Панић НЕИНВАЗИВНА АНАЛИЗА БЕЗБЕДНОСТИ ВЕБ АПЛИКАЦИЈА ДРЖАВНИХ ОРГАНА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ	1126–1129
Nemanja Šepa UPOTREBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE ZA DETEKCIJU „PHISHING“ E-POŠTE	1230–1233
Selena Delčev UTICAJ INTEGRACIJE E-FAKTURA SA ERP SISTEMOM NA PRIVREDU REPUBLIKE SRBIJE	1234–1237

Анимација у инжењерству

Милан Кљајић
ДИГИТАЛНИ СИМУЛАТОР ОТВАРАЊА ПАКОВАЊА КАРАТА 1238–1241

Сценска архитектура и техника

Игор Љубић
**ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ АДАПТАЦИЈЕ И НАДОГРАДЊЕ
НАПУШТЕНЕ КУЋЕ ПОРОДИЦЕ ХАЦИ У АМАТЕРСКО
ПОЗОРИШТЕ** 1242–1245

ANALIZA LOKACIJE I OBJEKTA FUTOŠKE PIJACE U NOVOM SADU**ANALYSIS OF THE SITE AND BUILDING OF FUTOSKA MARKET IN NOVI SAD***Marijana Banović, Milena Krklješ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Rad predstavlja analizu i transformaciju lokacije i objekta Futoške pijace u Novom Sadu. Uvidom u trenutno stanje, potencijale prostora, i slična rešenja, istraživanje stvara osnovu za adaptaciju postojeće pijace i prenamenu dela prostora obuhvaćenog projektom.

Ključne reči: Futoška pijaca, analiza, adaptacija, rekonstrukcija

Abstract – Project represents analysis and transformation of the site of Futoska market in Novi Sad. By looking at the current situation, potentials of this location, and similar solutions, research creates basis for the adaptation of existing market and conversion of the part of site included in the project.

Key Words: Futoska market, analysis, adaptation, reconstruction

1. UVOD

Od drevnih agora i bazara do velepnih renesansnih tržnica i modernih hala, pijaca nikada nije bila samo mesto trgovine, nego i mesto susreta i socijalizacije građana. Tradicionalna pijaca snažno je povezana sa uspomnama, kulturom i istorijom jednog grada i stanovnika. Futoška pijaca na sadašnjoj lokaciji postoji više od jednog veka tokom kog se grad drastično promenio u pogledu urbane strukture, arhitekture, saobraćaja i broja stanovnika, ali je potreba njegovih građana za pijacom na ovom istom mestu ostala nepromenjena. Nastala je početkom 20. veka i nalazi se na uglu Jevrejske ulice i Bulevara oslobođenja, a prostire se na oko 5.000 m². Krajem 2007. godine, spoljni izgled Futoške pijace je preuređen i tako prilagođen tadašnjim potrebama korisnika. Međutim, ova lokacija i dalje ima neiskorišćene potencijale kada je u pitanju namena, funkcija i sama arhitektura objekta. Kroz izučavanje same lokacije, današnjih navika i potreba građana, analizom sličnih objekata u svetu možemo videti koja su to potencijalna rešenja koja mogu predstavljati adekvatan odgovor i prostorno-funkcionalno rešenje na trenutne probleme i potencijale ove atraktivne i frekventne lokacije. Njenim pravilnim promišljanjem i transformacijom može se mnogo doprineti unapređenju slike grada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Milena Krklješ, redovni profesor.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je da se uoče problemi postojećeg objekta i da se predstavi moguće rešenje za trenutne probleme. Kroz analizu lokacije i potrebe korisnika istraživanje ima za cilj da ispita koje izmene u nameni, funkciji i samoj arhitekturi ove lokacije mogu da dovedu do kvalitetnijeg korišćenja ovog prostora. Potebno je uočiti i istražiti koji elementi postojećeg objekta funkcionišu dobro i odgovaraju na potrebe korisnika a koje funkcije nisu zadovoljene na odgovarajući način. Takođe, koje su to nove funkcije koje bi mogle doprineti boljem funkcionisanju same pijace kao i bližeg i daljeg okruženja. Kroz analizu sličnih objekata u svetu, cilj je uočiti kako se tipologija tržnice može inkorporirati u gradsko jezgro i pritom predstavljati arhitektonski reper. Potrebno je uvideti kakva arhitektura odgovara ovoj tipologiji objekta i kako ona može biti kombinovana sa drugim tipologijama. Cilj je da se na ovaj način vidi koje su to dodatne namene koje mogu biti dodate trenutnoj nameni, i kako unaprediti funkcionisanje objekta. Istraživanje treba da da odgovor na probleme namene, funkcije, arhitekture i estetike koje trenutno ima ova lokacija, i tako stvori osnovu za novo idejno rešenje koje će biti dato u vidu arhitektonskog projekta.

3. ANALIZA LOKACIJE**3.1. Prostorni plan Novog Sada**

Prostorni plan Novog Sada koji je planiran da se sprovede u do 2030. godine, predviđa niz izmena na više nivoa - u pogledu saobraćajnica, prenamene prostora, izgradnje novih objekata. Sve ove izmene predstavljaju direktan odgovor na potrebe grada i njegovih stanovnika. Ubrzan razvoj, nove tehnologije, priliv stanovnika nameću potrebe da se planiranju grada pristupa na drugačiji način nego u prošlosti. Takođe, ekonomski razvoj i veća kupovna moć stanovnika stvaraju potrebu za boljim, efikasnijim i elegantnijim rešenjima u planiranju prostora, kako celog grada tako i svih njegovih sadržaja zasebno.

Kako je predviđeno Planom detaljne regulacije Futoška pijaca se zadržava na trenutnoj lokaciji i u budućnosti. Međutim, Plan detaljne regulacije dela Novog Sada severno od Futoške ulice u Novom Sadu iz jula 2023. godine za ovaj deo grada predviđa promene na samoj parceli na kojoj se nalazi Futoška pijaca, kao i na okolnim parcelama. Na priloženom planu vidimo da predviđena pijaca zauzima cele parcele br. 10245, 10253/1 i delove parcela br. 10244, 10246 u KO Novi Sad I.

prostor za rešavanje niza pitanja poput nedostatka parkinga, kapaciteta pijace, uređenosti.

3.3. Potencijalna rešenja

Nakon analize lokacije i postojećeg stanja objekta Futoške pijace u Novom Sadu kao i promena koje su predviđene Planom detaljne regulacije dolazi se do zaključka da ova lokacija i ovaj objekat imaju potencijale i probleme koji predstavljaju osnovu za dalju transformaciju lokacije.

Kada se posmatra lokacija, vidimo da se pijaca koja je trenutno prizemna ne uklapa u urbanu sredinu u kojoj se nalazi. Takođe, ono što se ističe kao problem u ovom slučaju, a i u slučaju većeg dela grada Novog Sada, to je problem parkiranja, kako za korisnike pijace tako i za stanovnike i korisnike okolnih zgrada i sadržaja. Prilikom planiranja novog arhitektonskog i funkcionalnog rešenja Futoške pijace, neophodno je prvenstveno rešiti problem parkiranja. To je moguće rešiti podzemnom garažom na parceli Futoške pijace, ili formiranjem javne garaže na nekoj od susednih parcela.

Sledeći faktor koji je neophodno definisati je spratnost objekta koja bi odgovarala ovoj lokaciji. Planom detaljne regulacije predviđeno je da u jednom delu objekat ima spratnost čak P+5. Međutim, ovu smernicu treba uzeti sa rezervom. Pre definisanja kompletnog programa zgrade koja će biti sagrađena na mestu sadašnje Futoške pijace, nije nužno precizno definisati spratnost. Spratnost bi trebalo da bude valorizovana i ispitana prilikom projektovanja same zgrade. Sama arhitektura objekta može da definiše spratnost, gde pritom spratnost ne bi trebalo da se značajno razlikuje od spratnosti susednih objekata.

Ukoliko se govori o projektovanju sasvim novog objekta na ovoj lokaciji, potrebno je odrediti koja je to dodatna tipologija ili tipologije koje će se kombinovati sa tipologijom pijace. Kako bi se pronašao sadržaj koji će se naći na istoj lokaciji sa Futoškom pijacom potrebno je videti koji su to sadržaji koji fale u ovom gustu naseljenom delu grada. Poslovni sadržaji mogu da predstavljaju dobro rešenje jer je prethodno Planom detaljne regulacije označeno da ova lokacija pripada celini koja se naziva Novi gradski centar. Studijom slučaja modernih tržnica u svetu potrebno je videti kako se ova tipologija kombinuje sa drugim tipologijama i kako je inkorporirana u gradsko jezgro.

Na kraju, arhitektonska forma objekta koji bi bio podoban za ovu lokaciju može da bude izazov sam za sebe. Studijom slučaja modernih tržnica u svetu, potrebno je videti kakav arhitektonski izraz može da ima jedan ovakav objekat. Tako se može doći do novih i jedinstvenih arhitektonskih formi.

4. MODERNE PIJACE U SVETU

Kombinujući prostore za kupovinu, okupljanje i socijalizaciju ljudi ovi prostori su neizostavno vezani za gradove i javni život. Moderne pijace danas predstavljaju arhitektonska rešenja koja svojom funkcionalnošću omogućavaju bolja iskustva korisnika a svojim arhitektonskim izrazom obogaćuju širi prostor na kom se

nalaze. Da bi se bolje razumela tipologija pijace potrebno je analizirati različite primere ovih objekata u različitim delovima sveta. Potrebno je videti kako su se pijace transformisale kroz vreme, kako su živlele u neraskidivoj vezi sa gradskom strukturom, kako su se gradovi oko njih menjali i kako su se pijace menjale u tim istim gradovima.

Analizu je potrebno sprovesti na dva nivoa - analiza same tipologije i njenog kombinovanja sa drugim tipologijama i analiza arhitektonskih formi koje su korišćene u projektovanju eksterijera i enterijera objekta jedne moderne pijace. Kroz ove analize na konkretnim izvedenim projektima potrebno je videti koja su to nova i inovativna rešenja moguća, kako su ta rešenja sprovedena u delo i kako žive i funkcionišu u realnom vremenu. Takođe, cilj je da se shvati kako potpuno različita arhitektonska rešenja objedinjuju jednu istu tipologiju i kako se integrišu u različite gradske strukture u različitim delovima sveta, sa različitom kulturom i navikama ljudi.

5. ZAKLJUČAK

Potrebno je pre svega definisati okvir projekta koji će biti projektovan na lokaciji na kojoj se trenutno nalazi Futoška pijaca. To znači da detaljnom analizom lokacije, okruženja i potreba ovog dela grada treba doći do zaključka koja će tipologija biti kombinovana sa tipologijom pijace na jednoj istoj parceli, odnosno u jednom istom objektu. Pijacu je potrebno zadržati na ovoj lokaciji ali joj dati novo, savremenije i funkcionalnije rešenje. Planom detaljne regulacije više parcela je predviđeno da se nalazi u sklopu budućeg kompleksa, a projektnim zadatkom je potrebno definisati koje će parcele biti zauzete novim objektom i u kojoj meri. Spratnost je takođe deo projektnog zadatka, s tim da spratnost ne sme značajno da odstupa od objekata u ovom delu grada i sa njima treba da čini skladnu celinu. U arhitektonskim oblikovanju novog objekata treba da se integrišu sledeći kvaliteti: sinteza sa funkcionalnim procesima, identitet, jedinstvenost forme, skladnost, kontinuitet, kvalitet detalja, jasnoća veza, vizuelni cilj. Elementi i kompozicija, koji se primenjuju prilikom oblikovanja fasada treba da doprinesu poboljšanju gradske slike. Planirani objekti svojim arhitektonskim izrazom moraju biti usklađeni sa urbanističkim kontekstom u kom nastaju, objektima sa kojima čine prekinuti ili neprekinuti niz.

6. KONCEPT I REŠENJE NOVOG OBJEKTA

Koncept novoprojektovanog objekta je stvoriti savremenu, modernu zgradu u urbanom delu grada koja će imati odlike zgrade namenjene poslovanju, u funkcionalnom i estetskom smislu. Cilj je smestiti sve sadržaje unutar objekta i tako stvoriti jednu zatvorenu celinu.



Slika 2. 3D Prikaz – pogled sa Bulevara oslobođenja

Novi objekat kombinuje prizemni deo zgrade namenjen pijaci i dva dela objekta koji se izdižu iznad prizemnog dela a u njima su smešteni poslovni prostori. Na ovaj način pijaca je zadržana na mestu gde se nalazi već dugi niz godina ali joj je dat novi oblik koji odgovara savremenim zahtevima. Pijaca se nalazi u potpuno zatvorenom objektu i tako je zaštićena od vremenskih prilika u svako doba godine.

U sklopu pijace nalaze se manji lokali pretežno poslovnog karaktera, dok su neki lokali veće površine namenjeni ugostiteljskim sadržajima. Skoro svim lokalima se pristupa iz unutrašnjosti objekta, osim nekoliko lokala kojima je moguće pristupiti sa ulice. Unutrašnji prostor pijace je opremljen tezgama koje mogu da se proizvoljno pomeraju u zavisnosti od potreba čime se postiže fleksibilnost. Ovakvom organizacijom je postignuto je da se funkcionisanje pijace zadrži u unutrašnjosti objekta, poput modernog tržnog centra. Time je omogućeno da se rastereti deo ulice ispred objekta na Bulevaru oslobođenja.

Deo ispred objekta u Jevrejskoj ulici nije povezan sa pijacom, fasada u prizemlju je povučena je u unutrašnjost parcele u odnosu na građevinsku liniju i time je proširen trotoar. Cilj je da se stvori širi prostor za bolje funkcionisanje pešačko-biciklističkog saobraćaja. U sam prostor pijace se pristupa iz atrijuma koji izlazi na Bulevar oslobođenja. Ovaj prostor predstavlja mesto susreta izdvojeno iz gužve saobraćaja koji se odvija na bulevaru.



Slika 3. 3D Prikaz – ugao Bulevara oslobođenja i Jevrejske ulice

Dve poslovne zgrade koje se izdižu iznad prizemnog dela nalaze se na obodima parcele i imaju zasebne ulaze koji su udaljeni od ulaza u sam prostor pijace tako da mogu da funkcionišu nesmetano. Na ovaj način su u jedan objekat objedinjene tri celine koje funkcionišu nezavisno jedna od druge.

Poslovna zgrada koja se nalazi na Bulevaru oslobođenja ima spratnost i visinu koja prati susednu zgradu kako bi se što bolje uklopila u okolni kontekst, dok poslovna zgrada na uglu ima veću spratnost od susednog objekta i svojom visinom naglašava ugao. Podzemna garaža povezuje sve tri zasebne celine, sa dva ulaza i liftovima koji vode do pijace u prizemlju, i zasebnim liftovima za dve poslovne zgrade. Podzemna etaža omogućava da se svi funkcionalni procesi vezani za pijacu odvijaju ispod nivoa prizemlja, tako se rasterećuje deo ulice ispred samog objekta i stvara se čist prostor za odvijanje pešačko-biciklističkog saobraćaja.

6. LITERATURA I IZVORI

- [1] Službeni list grada Novog Sada, broj 36 od 3. avgusta 2023.
- [2] generalni urbanistički plan grada Novog Sada do 2030. godine

Kratka biografija:



Marijana Banović rođena je u Vrbasu 1992. godine. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, 2016. godine na Departmanu za Arhitekturu i urbanizam. Master rad iz oblasti Arhitektonsko i urbanističko projektovanje brani u oktobru 2024. godine.



Dr. Milena Krklješ rođena je u Novom Sadu 1979. godine. Diplomirala je 2002, magistrirala 2007. godine, doktorirala 2011. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. U zvanje vanrednog profesora izabrana je na Departmanu za arhitekturu i urbanizam 2016. godine.

**PRIMENA MEMBRANSKIH KONSTRUKCIJA U REKONSTRUKCIJI FASADE
FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA
APPLICATION OF MEMBRANE STRUCTURES IN THE FACADE RECONSTRUCTION
OF THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES**

Sandra Todorović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Projekat istražuje integraciju ETFE membranske konstrukcije na fasadi univerzitetske zgrade radi kontrole osvetljenja i zaštite od sunca, poboljšavajući radne uslove uz očuvanje vizuelne povezanosti sa eksterijerom.

Ključne reči: *Membranske konstrukcije, ETFE materijal*

Abstract – *The project explores the integration of an ETFE membrane structure on a university building façade to control lighting and provide sun protection, enhancing work conditions while preserving visual connectivity with the exterior.*

Keywords: *Membrane structures, ETFE material*

1. UVOD

Zategnute konstrukcije predstavljaju inovativan arhitektonski pristup koji uspešno kombinuje funkcionalnost i estetiku. Dizajnirane da rade pod dejstvom sila zatezanja, ove strukture su idealno rešenje za stvaranje lakih i elegantnih oblika. Savremene arhitekta i inženjeri sve više ih koriste kao odgovor na zahteve za kontrolu prirodnog osvetljenja i termalnu izolaciju.

Ključna prednost zategnutih konstrukcija leži u njihovoj sposobnosti da obezbede visoku strukturalnu stabilnost uz minimalnu upotrebu materijala. Ovo značajno smanjuje ukupnu težinu objekta i omogućava projektovanje velikih, otvorenih prostora bez potrebe za masivnim stubovima ili zidovima, čime postaju idealno rešenje za raznovrsne tipove zgrada — od stadiona i sportskih arena do paviljona, aerodroma i javnih prostora. Pored svoje funkcionalnosti, zategnute strukture privlače pažnju i svojim elegantnim i organskim formama, koje se često harmonično uklapaju u prirodno okruženje.

Savremeni razvoj novih materijala kao što su PVC premazani poliesteri, PTFE premazana staklena vlakna i ETFE, proširio je mogućnosti primene ovih konstrukcija. Ovi materijali su ne samo lagani i izdržljivi, već i otporni na vremenske uslove, lako se održavaju i omogućavaju visoku transparentnost, što je od ključnog značaja za kontrolu svetlosti u velikim prostorima. Pored toga, napredni digitalni alati za projektovanje i simulaciju naprezanja omogućavaju istraživanje sve složenijih i kreativnijih formi.

NAPOMENA:

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

Savremena arhitektura se suočava sa izazovima kao što su prekomerna svetlost i pregrevanje unutrašnjih prostora, što negativno utiče na komfor i produktivnost korisnika. U tom kontekstu, adaptivni sistemi zasenčenja postaju ključni za kreiranje udobnih i funkcionalnih prostora. Ovaj projekat posvećen je integraciji membranske konstrukcije od ETFE-a na fasadi zgrade, sa ciljem rešavanja problema prekomerne svetlosti i pregrevanja, pružajući prijatnije uslove za rad i boravak.

2. ZATEGNUTE KONSTRUKCIJE

U većini struktura, bilo prirodnih ili veštačkih, sile pritiska su glavni faktori. Ove sile teže skraćivanju tela u jednom pravcu - odnosno kompresiji. Na primer, kameni zid može da izdrži težinu krova kroz unutrašnje sile pritiska, koje su svojstvene svakom materijalu. S druge strane, sile zatezanja teže produžavanju komponenti u pravcu primenjene sile. Čelik je dobar primer materijala sa odličnom čvrstoćom na zatezanje. Koristi se u armiranom betonu upravo u delovima gde su veće sile zatezanja. Zategnute strukture su jedinstvene kompleksne strukture. Njihovi noseći elementi mogu da podnesu samo sile zatezanja, dok pritisak i savijanje nisu dozvoljeni.

Zategnute konstrukcije se mogu podeliti na osnovu ravni u kojoj deluju sile zatezanja u strukturi, a prema tome postoje tri osnovna tipa:

1. Linijske zategnute konstrukcije - Ove strukture se sastoje od elemenata koji su podložni linearnim silama zatezanja, dok drugi elementi (obično stubovi) podnose sile pritiska. Primer ovakvih konstrukcija su viseći mostovi, gde kablovi nose glavno opterećenje, a stubovi prenose sile na zemlju.
2. Trodimenzionalne zategnute konstrukcije (tensegrity) - Ove strukture se sastoje od napetih i kompresovanih elemenata. Uglavnom se koriste kao krovovi za velike sportske arene. Sile zatezanja se prenose kroz mreže kablova, dok se sile pritiska prenose na centralne stubove.
3. Strukture sa površinskim naponom - U ovim strukturama, membrane služe za prenos sila zatezanja, a napetost se održava pomoću kablova ili krutih elemenata kao što su čelični okviri. One se obično sastoje od tekstilnih ili polimernih materijala koji su zategnuti u svim pravcima kako bi se obezbedila stabilnost.

Sve ove konstrukcije imaju zajedničku osobinu da su podložne silama zatezanja, ali se razlikuju po svojoj geometriji i funkciji u odnosu na opterećenje i stabilnost.

2.1. Materijali zategnutih konstrukcija

Materijale zategnutih konstrukcija možemo podeliti u tri grupe: tekstile, folije i materijale zatege.

Tekstil obuhvata sve materijale napravljene od vlakana ili niti koji se mogu obraditi u mekane materijale, uključujući tkanine, netkane materijale, filc i pletene proizvode. Mogu biti od prirodnih vlakana (pamuk, vuna, svila) ili sintetičkih (polieter, najlon).

Filcane tkanine pružaju efikasnu izolaciju, dok neki eksterijerni tekstili usmeravaju i reflektuju prirodnu svetlost, otvarajući mogućnosti za korišćenje solarne energije. Kombinovanjem metalnih tkanina, premazanih tekstila i netkanih tkanina moguće je sklopiti celu fasadu.

Strukturna tkanina se sastoji od osnovne tkanine od isprepletanijh niti, stabilizovanih i zaštićenih premazom s obe strane. Osnovna tkanina se sastoji od osnove (dužine rolne) i potke (širine). Mrežasta tkanina ima razmak između svezaka niti, a neki tipovi su premazani pre pletenja.

Sve tkanine će se istegnute pod opterećenjem, ali strukturna tkanina ne „popušta“ kada dostigne potpuno prednaprezanje. Svaka rolna tkanina se testira na dvosmernom opterećenju, a rezultati se koriste za izračunavanje kompenzacija u softveru za modelovanje krojenja. Nadstrešnica se proizvodi sa manjim dimenzijama da bi se postiglo pravilno naprezanje.

Za spoljašnju upotrebu, glavni izbori su PVC (polivinil hlorid) premazani poliester i PTFE (politetrafluoroetilen) premazana staklena vlakna.

PVC premaz sadrži UV stabilizatore, usporivače gorenja, boje i antifungicidne aditive. Iako ima strukturni vek duži od 20 godina, vizuelni izgled često određuje njegov vek. Plastifikatori u PVC-u tokom vremena migriraju na površinu, što otežava čišćenje.

S druge strane, komponente PTFE/stakla su inertne, što ih čini boljim izborom za trajne strukture sa dizajnerskim vekom preko 15 godina. Kada je nov, PTFE je bež boje, ali pod jakim sunčevim svetlom brzo izbledi. Predviđeni vek membrane je 25-30 godina.

ETFE je plastični materijal koji se sve više koristi za krovove i fasade zbog svoje lakoće, otpornosti na koroziju, jednostavnog održavanja i sposobnosti reciklaže. Idealan je za velike projekte i ima odlična svojstva za kontrolu svetlosti i termalnu izolaciju.

Prvobitno razvijen kao premaz u vazduhoplovnoj industriji, poslednjih godina je stekao široku primenu u arhitekturi, posebno za krovne i fasadne strukture. Svoju prvu primenu imao je u poljoprivrednim objektima i staklenicima, a sada se koristi širom sveta.

ETFE može biti jednoslojan ili dvoslojan (u obliku pneumatskih jastučića), debljine 0,2 mm. Dostupan je u potpuno prozirnoj, mlečnoj ili tačkastoj varijanti, u zavisnosti od željenog stepena osvetljenja. Ovaj materijal je otporan na koroziju, ne zahteva mnogo održavanja, a mrlje se lako čiste kišom. Iako je podložan probijanju, oštećenja se lako popravljaju ETFE trakom. ETFE je veoma lagan, elastičan (može se proširiti do tri puta bez

gubitka svojstava), reciklira se i izuzetno je otporan na vatru. Jednoslojna membrana stvara suptilan, difuzan efekat svetlosti.

Primeri projekata izrađenih od ETFE membrane su Nacionalni stadion (Ptičje gnezdo) i Nacionalni plivački centar u Pekingu, izgrađeni za Olimpijske igre 2008. U plivačkom centru, naduvani jastuci pružaju dobru izolaciju i lep estetski efekat. Kontrolom zapremine naduvanog vazduha, transparentnost membrane se može promeniti, što omogućava efikasno korišćenje prirodne svetlosti, a takođe se može kontrolisati i odjek zvuka.

Volter Bird je osnovao kompaniju Birdair, koja je realizovala nekoliko velikih pneumatskih struktura. Ove konstrukcije, podržane niskim pritiskom vazduha, održavaju membranu tkanine u zategnutom stanju tako što je podržavaju u odnosu na niži spoljašnji pritisak. Razlika u pritisku u ovakvim strukturama može biti relativno mala, tako da ljudi unutar njih mogu bezbedno disati isti vazduh. Svaka pneumatska struktura ima prednost što je veoma sigurna, ekonomična i dugotrajna.

Tensegriti strukture oslanjaju se na posebne zatezne materijale koji obezbeđuju njihovu stabilnost. Najčešće se koriste čelični kablovi, koji su lagani, izdržljivi i otporni na velika zatezanja, što ih čini idealnim za prenos opterećenja. Pored njih, primenjuju se i sintetički materijali poput poliester i tekstilnih vlakana, koji doprinose elastičnosti konstrukcije. Novi kompoziti koji kombinuju čvrstoću i malu težinu dodatno unapređuju performanse zateznih elemenata.

2.2. Konstruktivna logika membranskih konstrukcija

Arhitektonski tekstili i polimeri, kada se koriste za oblikovanje membrana, podležu zatezanju pre nego što delovanje bilo kakvih spoljašnjih opterećenja stupi na snagu; ovo stanje napetosti je poznato kao prednaprezanje. Ukupna čvrstoća membrane dodatno je uslovljena njenim stepenom zakrivljenosti u svakoj tački. Zakrivljenost i prethodno naprezanje su karakteristični za dizajn membrana, kao i to da kompresija nije poželjna, jer stvara nabore.

Prilikom projektovanja membranskih konstrukcija, potrebno je razumeti ponašanje kablova, koji prenose opterećenja isključivo putem zatezanja. Zatim, zakrivljenost membrane igra ključnu ulogu u njenoj krutosti i stabilnosti. Ona je definisana radijusom zakrivljenosti, a dvostruka zakrivljenost i prethodno naprezanje obezbeđuju stabilnost u membrani.

2.3. Tensegriti strukture

Tensegriti je relativno nov princip, star nešto više od 60 godina, koji omogućava stvaranje fantastičnih, ultralakih i adaptivnih struktura. Najveći uticaj na razvoj tensegrity struktura imalo je istraživanje i izumi Bukminster Fullera, koji je stvorio termin "tensegrity" da opiše "samonapružene strukture sastavljene od krutih elemenata i kablova, sa silama naprezanja i kontrakcije, koje zajedno čine integrisanu celinu."

Veze između krutih elemenata i kablova mogu se uporediti s vezama između kostiju i mišića; jedan element pruža krutost, dok drugi omogućava fleksibilnost, čime se stvara

stabilna celina. Georgija Viktor opisuje ove strukture kao "organizaciju elemenata koji čine živa bića prema karakteristikama njihove geometrije." Ova prostorna organizacija formira kontinuirano polje naprezanja i kontrakcije, u stalnoj ravnoteži s gravitacijom.

Fulera su fascinirale tensegriti strukture jer su mu omogućile da kombinuje suprotne sile i dobije sigurnu strukturu sa minimalnim brojem elemenata. Kenet Snelson, student umetnosti koji je pohađao predavanja Bukminster Fulera, bio je inspirisan da istražuje trodimenzionalne modele, praveći različite strukture. Rezultat je bio "Needle Tower," koji je doprineo daljem razvoju lakih struktura. Čvrste šipke su pod silom kontrakcije i postavljene su izolovano, tako da se ne dodiruju, čineći celinu s čeličnim kablovima koji primaju sile zatezanja.

2.4. Istorijski razvoj zategnutih konstrukcija

Prvi oblici zategnutih konstrukcija, poput šatora, datiraju još iz ledenog doba, dok su se jedra na brodovima koristila pre više od pet hiljada godina kao rane zategnute strukture. U Rimsko doba, sklopive nadstrešnice na stadionima i pozorištima su predstavljale rane primene u arhitekturi, ali tada nisu smatrane umetnošću.

U 19. veku, cirkuski šatori postaju prepoznatljiv primer zbog svoje mobilnosti, a ruski inženjer Vladimir Šuhov unapređuje zategnute konstrukcije uvođenjem čelika i tankih ljski. Nakon Drugog svetskog rata, Fraj Oto razvija membranske strukture kroz projekte poput paviljona u Montrealu 1967. i Minhenske olimpijske arene 1972, definisavši novu eru zategnutih struktura.

2.5. Tradicionalne metode dizajna

U 18. veku prirodnjaci su želeli da razumeju „univerzalne zakone forme” kako bi objasnili oblike živih organizama. Tokom 20. veka, prošireni su ovi koncepti, pa danas smatramo da zakoni matematike i fizike opisuju rast i formu bioloških sistema. D'Arsi Ventvort Tompson je povezivao prirodne oblike sa matematičkim modelima, ukazujući na sličnosti između, na primer, meduza i kapi tečnosti.

Razumevanje tih korelacija otvorilo je nova polja istraživanja. Proučavanje sapunica objasnilo je minimalne površi membrana, dok su pčelinja saća inspirisala lagane panele. Fraj Oto je izjavio: „Arhitekta više liči na babicu nego na stvarajućeg Boga” pri traženju formi za svoje strukture.

Oto je 1960-ih osnovao Institut za ultralake strukture u Štutgartu i proučavao sapunice, koje se prirodno šire između tačaka, formirajući najmanju površinu. Horst Berger je 1974. matematički opisao formiranje ovih oblika u strukturi zgrade.

Drugi metod su bili fizički modeli od likre, omogućavajući vizualizaciju i šabloniranje. Gaudi je koristio modele lanaca za Koloniju Guelj i Sagradu Familiju, dok je Fraj Oto primenio isti princip za dizajn Minhenskog stadiona 1972. godine.

2.6. Epoha digitalnog dizajna

Modeli za pronalaženje forme koje je koristio Fraj Oto poslužili su za dizajn, ali su bili ograničeni za analizu sila. Zato su Heinz Isler i Oto kreirali detaljne strukturalne makete u razmeri kako bi analizirali geometriju i merili sile. U slučaju paviljona u Montrealu, Jörg Schlaich je istakao potrebu za dodatnim računarskim metodama. Klaus Linkvitz se pridružio timu i, koristeći fotogrametriju, definisao šemu za složene strukture. Linkvitz je 1971. razvio Metodu gustine sile, što je omogućilo brži i precizniji proces dizajna.

Računarski alati su postali standard krajem 1980-ih sa dostupnošću jeftinih računara. Iako je CAD ubrzao planiranje, tek uvođenjem 3D modelovanja i digitalne fabrikacije početkom 1990-ih počinje stvarna revolucija.

Oko 21. veka, digitalna fabrikacija je našla primenu u dizajnu malih proizvoda, ali nije uspela u građevinskoj industriji. Neil Leach definiše „digitalnu tektoniku”: „Digitalne tehnologije su prodrle u svaki aspekt arhitektonske proizvodnje... sada omogućavaju da modelujemo materijalna svojstva sve sofisticiranije. Nova tektonika digitalnog – digitalna tektonika – počela je da se pojavljuje.”

Veliki napredak u oblasti računarskih nauka, je imao značajan uticaj na razvoj parametarskog dizajna. Postmodernizam i dekonstruktivizam su bili prelazni pokreti koji su uveli projektante u eru istraživanja i inovacija. William J. Mitchel sa svojim CAD softverom, John von Neuman sa teorijom čelijskih automata, George Stiny sa gramatikom oblika, kao i razvoj Bezijerovih krivih, samo su neki od doprinosa koji su postavili temelje onoga što danas nazivamo parametarskim dizajnom.

Parametrizam, kao stil dizajna koji je iznikao u digitalnoj eri, zasnovan je na ideji korišćenja parametara i algoritama za kreiranje varijabilnih i fleksibilnih geometrija, što omogućava arhitekti da brzo istražuje različite forme i prilagođava dizajn u skladu sa promenljivim uslovima.

3. IDEJNO REŠENJE

Projekat rekonstrukcije predlaže se za Fakultet tehničkih nauka, koji se nalazi unutar univerzitetskog grada u Novom Sadu. Zgrada fakulteta, smeštena na trgu i vidljiva sa svih strana, izgrađena je 1968. godine, dok je četvrti sprat, na kome je prisutan najveći problem sa svetlošću, dograđen 1998. godine.

U ovom arhitektonskom projektu, membranska konstrukcija je dodata na fasadu da reši problem prekomerne svetlosti u unutrašnjosti zgrade, gde većina korisnika radi na računarima. Prevelika količina svetlosti stvara odsjaj na ekranima i dovodi do pregrevanja prostora, što narušava radne uslove. Sistem zasenčenja pruža zaštitu od direktnog sunčevog zračenja i može se prilagoditi prema potrebama korisnika.

Materijal odabran za ovu konstrukciju je ETFE, koji se odlikuje visokom transparentnošću, lakoćom i otpornošću na vremenske uticaje. Ovaj materijal omogućava prolaz difuzne svetlosti, smanjujući toplotno opterećenje unutrašnjih prostora, dok zadržava vizuelnu povezanost sa eksterijerom.



Slika 1. Izgled modula na fasadi fakulteta tehničkih nauka

Membranska konstrukcija doprinosi estetskom izrazu zgrade i uklapa se sa razigranim dizajnom prozora. Istražena su rešenja u 3D, a kroz iteracije su se razvili centralni trouglovi, formirajući veće oblike i smanjujući broj potrebnih veza.

Na kraju, dizajn je finalizovan kao kompozicija dva različita elementa - većeg i manjeg - koji se ritmično ponavljaju duž fasade, stvarajući dinamičnu i elegantnu strukturu. Manji element predstavlja dvostruko zakrivljenu membranu, dok se veći sastoji od dve simetrične membrane, što stvara složeniji oblik. Sistem sa kablovima stabilizuje strukturu i omogućava različita rastezanja. Membrana je fleksibilna i može se prilagoditi vremenskim uslovima, što omogućava kontrolu svetlosti prema potrebama.

4. ZAKLJUČAK

Projekat dodavanja membranske strukture na fasadu univerzitetske zgrade na trgu predstavlja simbiozu funkcionalnih i estetskih rešenja, koja su rezultat detaljnog proučavanja zategnutih konstrukcija, njihovog istorijskog razvoja i savremenih tehnoloških inovacija. Dok većina tradicionalnih građevina počiva na silama kompresije, ovaj projekat koristi zategnute sisteme koji omogućavaju stvaranje laganih i dinamičnih oblika, pogodnih za kontrolu svetlosti i termalnu izolaciju.

Konkretno, korišćenje ETFE membrane kao glavnog materijala odražava novu eru u arhitekturi, gde plastični materijali sa visokom otpornošću doprinose energetskej efikasnosti zgrade. Zahvaljujući svojoj laganosti i fleksibilnosti, ova membrana omogućava stvaranje dvostruko zakrivljenih oblika koji se protežu duž fasade i dodaju dinamičnost prostoru.

Kroz ovaj projekat istraživane su različite zategnute konstrukcije, poput membranskih sistema i tensegriti struktura, koje koriste sile zatezanja za održavanje stabilnosti. Sistem nosača i kablova, inspirisan "flying

mast" vezama, omogućava da se konstrukcija prilagodi različitim dimenzijama prozora, a istovremeno osigurava čvrstinu i stabilnost.

Dodatno, adaptivnost sistema je jedan od najznačajnijih elemenata ovog projekta. Zahvaljujući sistemu sajli, membrana se može zatezati ili skupljati u zavisnosti od vremenskih uslova ili potreba korisnika. Ovo omogućava fleksibilnu kontrolu svetlosti, naročito u slučajevima kada je neophodno propustiti više prirodne svetlosti.

Projekat membranske strukture na fasadi ne samo da rešava probleme pregrevanja i prekomerne svetlosti u prostorijama, već i stvara novi vizuelni identitet zgrade. Ovaj projekat predstavlja primer kako savremene zategnute konstrukcije mogu da odgovore na funkcionalne potrebe, istovremeno doprinoseći estetskoj inovaciji i poštovanju konteksta arhitekture.

4. LITERATURA

- [1] Shreya Sen, "Soap Film Modelling: A form finding experiment", 2014.
- [2] Christodoulou Marilena, "The History of Parametric Design and Its Applications in Footwear Design", 2020.
- [3] Bradley Quinn, "Textiles in architecture", 2006.

Kratka biografija:



Sandra Todorović rođena je u Novom Sadu 2000. god. Završila je osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture 2023. godine.
kontakt:
sandratoro.arh@gmail.com

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ОБЈЕКТА ЗАЈЕДНИЧКОГ СТАНОВАЊА**THE CONCEPTUAL DESIGN OF THE COHOUSING***Јована Отто, Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – АРХИТЕКТУРА**

Кратак садржај – Заједничко становање је осмишљен како би олакшао у социјалном и економском смислу живот, спојио становништво које има заједничке циљеве и активности. Почело је у Данској. Први покушај да се изгради данска заједница за становање почео је у зиму 1964. године када је дански архитекта Јан Гудманд-Хојер окупио групу пријатеља да разговарају о актуелним стамбеним опцијама. Заједничко становање нуди многе предности, како финансијске тако и емоционалне, као и могућности за становнике да буду укључени у стварање, развој и одржавање своје заједнице. Цохоусинг зависи од тога да становници живе и раде заједно за заједницу, што за неке може бити превише заједничтва. Жестоко независним људима и озбиљно интровертнима, таквима ће можда бити угодније негде другде. Заједничко становање може понудити одговоре на низ проблема са којима се суочавају савремена друштва укључујући отуђеност, друштвена изолација и одрживост живота. Заједничко становање може играти велику улогу у одрживости будућег становања..

Кључне речи: Заједничко становање, обновљиви ресурси, социјализација, социјални аспект, економски аспект

Abstract – Cohousing is a concept designed to facilitate life both socially and economically, bringing together individuals with shared goals and activities. It started in Denmark, with the first attempt to create a Danish housing community occurring in the winter of 1964 when Danish architect Jan Gudmand-Hoyer gathered a group of friends to discuss current housing options. Cohousing offers many advantages, both financial and emotional, as well as opportunities for residents to be involved in the creation, development, and maintenance of their community. It relies on residents living and working together for the benefit of the community, which may be too much togetherness for some. Highly independent individuals and serious introverts may find it more comfortable to live elsewhere. Cohousing can address a range of issues faced by modern societies, including alienation, social isolation, and sustainability in living.

Keywords: Shared housing, renewable resources, socialization, social aspect, economic aspect

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

1. УВОД

Заједничко становање је облик стамбене колективне заједнице која уједињује појединце и породице тако да заједно користе делове животног простора, а имају заједничке циљеве и активности. Осмишљена је како би у социјалном и економском смислу олакшала живот и омогућила већем броју људи да функционирају складно као једна породица. Предност цохоусинг-а је међусобно размењивање у свакодневним кућним пословима и помоћ при чувању деце. У цохоусинг заједници не постоји отуђење типично за модерни стил живота када се људи у суседству уопште не познају. Заједницом у потпуности управљају становници и она је у њиховом власништву. Заједнички простори обично имају заједничку кућу, која може укључивати велику кухињу и трпезарију, вешерај, просторе за рекреацију, као и пословни простор. Заједнички отворени простор може укључивати паркинг, шеталишта, отворени простор и баште. Комшије такође деле ресурсе као што су алати и косилице.

2. ПОЈАМ „COHOUSING“

“Cohousing” односно заједничко становање се односи на облик заједничког становања где група људи дели ресурсе и заједничке просторе, док истовремено одржава приватност својих домова. Овај концепт наглашава сарадњу и активно учешће становника у креирању и одржавању заједнице. Цохоусинг има за циљ да побољша социјалну повезаност и пружи подршку међу члановима заједнице, чиме се смањује отуђеност и повећава квалитета живота. [1]

3. ПРЕДНОСТИ

Заједничко становање представља иновативан приступ заједничком становању који се фокусира на сарадњу и заједничтво међу становницима. Овај модел омогућава људима да деле ресурсе, простор и активности, чиме се јача социјална повезаност. Поред тога, цохоусинг нуди и бројне предности које побољшавају квалитет живота и олакшавају свакодневне изазове. [2] [3]

Социјална повезаност: Помаже у смањењу осећаја изолације и промовише међусобну подршку међу члановима заједнице.

1. **Економичност:** Заједничко коришћење ресурса смањује трошкове живота, укључујући трошкове становања и одржавања.
2. **Активно учешће:** Становници су укључени у доношење одлука и развој заједнице, што јача осећај припадности и одговорности.
3. **Одрживост:** Промовише еколошки одрживе праксе кроз дељење ресурса и заједничке пројекте.
4. **Разне активности:** Стварају се могућности за заједничке активности и догађаје, што обogaђује свакодневни живот.

4. ИЗАЗОВИ

Изазови или проблеми на које се може наићи приликом разраде пројекта су многобројни:

1. **Диверзитет потреба:** Становници често имају различите жеље и потребе, што може отежати постизање консензуса у дизајну заједничких простора и услуга.
2. **Правни и административни оквири:** Навигација кроз законе и регулативе везане за заједничко становање може бити компликована, посебно у вези са власничким правима и одговорностима.
3. **Финансијски модели:** Осигуравање адекватног финансирања за изградњу и одржавање заједнице може бити изазовно, посебно када се ради о алтернативним моделима становања. [4]
4. **Комуникација међу станарима:** Успостављање ефектног система комуникације и сарадње међу будућим станарима је кључно, али може бити тешко због различитих личности и стилова комуникације.
5. **Одржавање заједничких ресурса:** Организовање и управљање заједничким просторима и ресурсима захтева сталну сарадњу и ангажман свих чланова заједнице, што може бити изазовно у пракси. [5]

5. НОВОПРОЈЕКТОВАНО

У данашњем свету, који је обележен брзим технолошким напретком и дигитализацијом, често заборављамо на вредност традиционалних заната и вештина. Док технологија омогућава тренутни приступ разним производима и услугама, занатлије, чије су вештине обликовале нашу културу и економију, често остају у сенци. У прошлости, занатлије су биле кључни део заједнице. Њихов рад није се сводио само на производњу; они су често били и безбедна лука за локалне економије. Многи од њих су имали стабилне послове који су им омогућили да обезбеде стамбена решења за себе и своје породице. Овакав систем подршке је доприносио јачању заједница и очувању занатства.

Данас, међутим, ситуација се значајно променила. Многи занатлије се суочавају са изазовима као што су нестабилност посла, недостатак ресурса и опадајуће интересовање за традиционалне вештине. Ова ситуација је забрињавајућа, јер занатство не само да обезбеђује квалитетне производе, већ и чува културно наслеђе.

Наша идеја је да окупимо занатлије на једном месту, стварајући платформу која ће омогућити међусобно повезивање, размену знања и ресурса. Овакав приступ не само да би помогао занатлијама да се боље организују, већ би и потрошачима пружио прилику да препознају и цене рад ових вештака.

Кроз ову иницијативу, желимо да подстакнемо заједницу да се врати коренима, да подржи локалне занатлије и да препозна вредност ручно рађених производа. Верујемо да је очување занатства кључно за одрживу економију и богатство културног наслеђа које треба пренети будућим генерацијама.

Формирање квартова са различитим струкама радионица представља иновативан приступ урбаном дизајну, који се фокусира на стварање мултифункционалних простора који задовољавају потребе занатлија и њихових породица. Ови квартови су конципирани тако да омогућавају рад, живот и међусобну интеракцију, чиме се ствара заједница унутар ширег урбаног окружења.

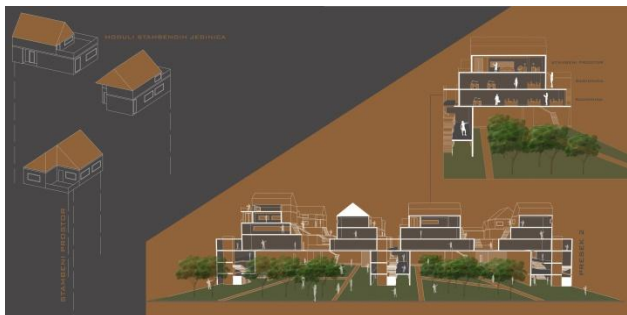
Квартови су организовани у модуле који представљају радионице специфичне за одређене занате. Свака радионица је повезана са стамбеним делом, што омогућава занатлијама да живе близу свог места рада, чиме се олакшава свакодневна рутина. Ови стамбени модули су дизајнирани да пруже удобност и функционалност за породице, док радионице нуде простор за креативни рад.

Постојећи кубуси на четири етаже су трансформисани у заједничке просторе за дружење, чиме се ствара кохезивна веза међу станарима. Ови простори могу укључивати кафиће, библиотеке, или места за окупљање, што додатно подстиче социјализацију и интеракцију међу члановима заједнице.

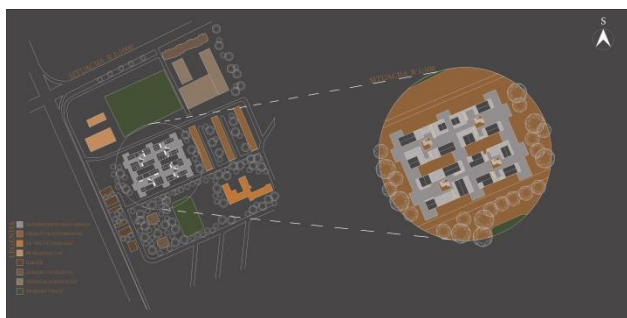
Један од кључних аспеката овог дизајна је оријентација модула према сунцу. Истраживања су показала да је сунчева светлост најинтензивнија на јужној и јужноисточној страни, што је узето у обзир приликом постављања модула. Најнижи модули су постављени с те стране, док су се вишеструки модули организовали ка северној и северозападној страни. Ова стратегија омогућава оптималну употребу природног светла, обезбеђујући да сваки модул ужива у дневној светлости током већег дела дана.

Оваква организација не само да повећава квалитет живота становника, већ и подстиче еколошке праксе кроз ефикасно коришћење природног светла, што смањује потребу за вештачким осветљењем. Поред тога, стварање заједничких простора јача заједништво међу станарима, омогућавајући им да се боље повежу и размењују искуства.

Идеја о организацији простора темељи се на концепту који повезује заједничке и приватне сфере живота у стамбеном објекту.



Фотографија 1. *Изометријски приказ стамбених јединица и пресеци кроз објект*



Фотографија 2. *Ситуациони приказ објекта на парцели*

У приземљу и осталим спратовима постојећих зграда се предвиђају простори за дружење и окупљање, што може укључивати кухиње, играонице, или заједничке дневне собе. Ови простори су осмишљени да подстичу интеракцију међу станарима, јачајући осећај заједнице и пружајући прилике за социјализацију. Како се пење ка вишим спратовима, дизајн објекта се мења у правцу приватности. На вишим нивоима би се налазили станови са више приватности, где су појединци и породице заштићени од буке и гужве које могу настати у заједничким просторима. Ова подела омогућава станарима да уживају у предностима заједнице, а истовремено имају свој лични простор за одмор и приватност.

Како би се додатно обогатио простор, додати модули у објекту могу бити претворени у радионице за разноврсне занатске послове. Ове радионице могу обухватати различите вештине, као што су керамика, сликање, израду накита или шивење. Овај приступ не само да омогућава станарима да развијају своје креативне способности, већ такође доприноси стварању заједнице кроз заједничке пројекте и активности.

Повезивање простора за дружење са радионицама може створити динамичну и инспиративну средину. Станари ће имати прилику да уче једни од других, размењују идеје и вештине, те тако додатно учврсте међусобне односе. Овакви простори могу постати центри креативности и иновације, где се окупљају

људи са сличним интересовањима, доприносећи тако јачању заједнице и културног идентитета.

На самом врху објекта, додавање модула са једним или два спрата, који су претворени у станове или приватне просторе, представља кључни део концепта. Ови спратови нуде станарима интимност и приватност, омогућавајући им да се повуку из заједничких простора и уживају у свом личном окружењу.

Ови станови могу бити дизајнирани са различитим распоредима и величинама, да би се прилагодили потребама различитих породица или појединаца. Укључивање тераса или балкона у ове просторе може додатно обогатити животни стил станара, омогућавајући им да уживају у отвореном простору и природи.

Комбинација заједничких простора у приземљу и приватних станова на врху ствара јединствену динамику унутар заједнице. Станари могу уживати у друштвеним активностима и догађањима у заједничким просторима, док се истовремено осећају заштићено у својим приватним становима.

Оваква организација простора не само да подржава социјалну интеракцију, већ и омогућава станарима да развијају свој лични живот и приватност. У коначници, спајање заједничког и приватног кроз ову архитектонску концепцију може значајно побољшати квалитет живота унутар заједнице, стварајући хармонично окружење које задовољава различите потребе њених чланова.



Фотографија 3. *Амбијентални приказ*

6. ЗАКЉУЧАК

Заједничко становање се показао као веома успешан модел одрживог заједничког становања, пружајући људима прилику да живе у подржавајућим заједницама које промовишу интеракцију, сарадњу и дељење ресурса. Овај приступ укључује мањи број људи са сличним интересовањима и вредностима који заједно планирају и развијају заједницу према својим потребама.

Кључни аспект овог модела је расподела кућних послова и заједничких обавеза, што доприноси одржавању хармоније и омогућава члановима више слободног времена за личне активности. У оваквим

заједницама, чланови често деле одговорности као што су кување и чишћење, што смањује оптерећење појединаца и омогућава им да уживају у квалитетнијем начину живота.

Цохоусинг такође пружа јединствену прилику за изградњу међуљудских односа. За младе, овај модел може отворити врата новим познанствима и пријатељствима, док старијим особама помаже да превазиђу усамљеност и осећај изолације. Уз то, заједничке активности, као што су излети и радионице, додатно јачају везе међу члановима. Поред емоционалне подршке, цохоусинг доноси практичне користи, као што су смањење трошкова кроз дељење ресурса, што обогаћује свакодневни живот и јача осећај припадности. Ова форма становања омогућава људима да заједно граде бољу будућност, оснажени заједничким вредностима и циљевима.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] What is cohousing? (2018.) Preuzeto sa:
<https://www.communityledhomes.org.uk/what-cohousing>
- [2] "Cohousing: A Contemporary Approach to Housing Ourselves" - Charles Durrett
- [3] "The Cohousing Handbook: Building a Place for Community" autora Chris ScottHanson i Kelly ScottHanson
- [4] Kathryn McCamant and Charles Durrett, "Creating Cohousing: Building Sustainable Communities"
- [5] Chery Gladu (2018.) Cohousing is an inclusive approach to smart, sustainable cities Preuzeto sa:
<https://theconversation.com/cohousing-is-an-inclusive-approach-to-smart-sustainable-cities-105208>

Кратка биографија:



Јована Отто рођена 24. априла 1998. године у Суботици. Средњу Политехничку школу у Суботици завршава 2017. године и исте године уписује основне академске студије на факултету техничких наука у Новом Саду смер Архитектура и урбанизам. Основне академске студије завршава 2021. Године са звањем „дипломирани инжењер архитектуре”. контакт: jovana98otto@gmail.com

**ТРАНСФОРМАЦИЈА НАПУШТЕНЕ СТАМБЕНЕ КУЋЕ У
МУЛТИФУНКЦИОНАЛНИ ЦЕНТАР****TRANSFORMATION OF AN ABANDONED RESIDENTIAL HOUSE INTO A
MULTIFUNCTIONAL CENTER**

Гордана Савковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Пројекат се бави темом трансформисања напуштеног простора у нови тип „дома“ — Музеј чекања. Кроз овај процес, кућа се преобраћа у место које чува сећања на своју претходну намену, али такође остварује нове наративе. Музеј чекања је мултифункционални простор који интегрише различите културне и друштвене функције. Обухвата библиотеку, кафић, читаоницу и изложбени простор, али пре свега представља споменик других напуштених простора који у свом чекању пропадају.

Кључне речи: напуштени простор, дом, атмосфера, мултисензорно искуство простора, архитектонски наративи

Abstract – The project addresses the theme of transforming abandoned spaces into a new type of "home" — a Museum of Waiting. Through this process, the house transforms into a place that preserves memories of its previous purpose while also creating new narratives. The Museum of Waiting is a multifunctional space that integrates various cultural and social functions. It includes a library, café, reading room, and exhibition area, but above all, it serves as a monument to other abandoned spaces that are decaying in their state of waiting.

Keywords: abandoned space, home, atmosphere, multisensory experience of space, architectural narratives

1. УВОД

Предмет рада је истраживање значаја дома кроз његову симболику. Дом се анализира кроз вишеслојне аспекте, узимајући у обзир атмосферу простора и мултисензорно искуство, као и његову повезаност с човеком. Башлар указује на проблематику површног разумевања дефиниције куће, наглашавајући да је важно превазићи једноставне дескрипције како бисмо дубље разумели њену суштину [1]. Дакле, при дефинисању појма „кућа“ потребно је укључити и друге слојеве, не посматрати је само као физичку структуру, већ и кроз друге мање опипљиве димензије. Он описује кућу као интегрални део човека, где су људско биће и кућа неодвојиви ентитети. Кућа постаје дом тек када се оствари њена веза са човеком.

Ипак, дом не мора да се односи на једну кућу, већ на све куће и просторе за које смо везани.

Рад се фокусира на истраживање архитектонских наратива, атмосфере простора и мултисензорних искустава кроз трансформацију напуштеног стамбеног објекта, чиме се осветљава потенцијал ових простора да постану нова места припадности и сећања.

2. АТМОСФЕРА ПРОСТОРА

Атмосфера простора представља сложен концепт који обухвата свеукупне утиске и осећања која простор изазива код посматрача или корисника. Овај доживљај није ограничен само на визуелне аспекте, већ обухвата и емоционална и сензорна искуства. Атмосфера се ствара комбинацијом различитих елемената, као што су облик, пропорције, материјали, боје, текстуре, светлост, звукови и мириси. Она је лична, немогућа за прецизно дефинисање и анализу, али има значајан утицај на нашу перцепцију.

Атмосфера дома обухвата више од физичког простора; она асоцира на удобност, сигурност и осећај припадања. Мириси, звукови и јединствена атмосфера чине наша свакодневна искуства и пружају уточиште од спољашњег света.



Слика. 1. прилог из пројекта – приказ атмосфере

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Ивана Мишкељин.

Наше тело реагује на факторе као што су светлост, температура и звук, што доприноси нашем индивидуалном доживљају простора.

Јухани Паласма наглашава да искуство атмосфере није само визуелна перцепција, већ сложена вишесензорна фузија фактора који се доживљавају као укупна атмосфера, расположење или амбијент [2]. Овакав квалитет простора представља дубље разумевање наше интеракције са окружењем.

2.1. ЗВУК ПРОСТОРА

Звук простора је повезан са обликом собе, као и површинама и материјалима од којих су сачињени.

Петер Цумтор наводи да су ентеријери као велики инструменти, они упијају звук и преносе га негде другде [3]. Постоје звукови који су део спољашњег простора, али их уско везујемо за кућу; лаваж паса, играње деце, звук аутомобила који пролазе, птице, људи који причају у ходнику или звукови њихових корака који допиру кроз прозор. Са друге стране, у унутрашњости нашег простора су присутни звукови који су повезани са коришћењем простора; звук отварања врата, звук корака на паркету, отварања кухињских елемената, звук чаша, воде из чесме, и људи са којима делимо простор. Звук обликује и артикулише доживљај и разумевање простор.

Бернхард Лајтер ради у области између архитектуре, скулптуре и музике, користећи звук као материјал, а архитектонски елементи омогућавају да се звук појави. Наводи да се акустична перцепција не одвија само кроз уши, већ кроз цело тело [4].

2.2. МИРИСИ ПРОСТОРА

Многе дисциплине у области дизајна често се фокусирају на визуелне елементе, при чему занемарују важност других чула и целокупно мултисензорно искуство. Мирис, као једно од најмоћнијих чула, игра значајну улогу у нашем доживљају простора. Он је снажан окидач за сећања, често ефикаснији од вида и слуха. Наиме, мирис је чврсто повезан с деловима мозга који обрађују емоције и сећања, а реаговање на одређени мирис активира олфакторни булбус у лимбичком систему [5]. Овај механизам чини мирисе изузетно делотворним у евоцирању прошлости. Фински архитекта Јухани Паласма истиче да се сећања на кућу из детињства не ослањају само на визуелне перцепције, већ су дубоко повезана и с мирисом тог простора. Према његовим речима, свака кућа има јединствени мирис, често непримећен током свакодневног живота, али одмах препознатљив при повратку [6]. Често, мирис може бити тај који нас подсећа на одређену просторију или догађај, оживљавајући сећања и емоције.

2.3. ПОКРЕТИ

Архитектура је много више од конструисања физичког простора; она се бави и истраживањем обликовања искуства. Кроз дизајн, корисници се усмеравају у просторима који носе сопствени наратив. У простору, тело постаје активни учесник, а не само неми посматрач. Како се крећемо кроз просторе, архитектура нам належе различите положаје. Простор нас усмерава, утиче на наше кретање и управља нашим положајима.

На пример, чин седења није само физички акт; он укључује интеракцију између тела и објекта, где форма столице диктира положај нашег тела. Постављени смо на начин да се прилагодимо, сагињемо, или пружамо руку у зависности од геометрије и функције простора.

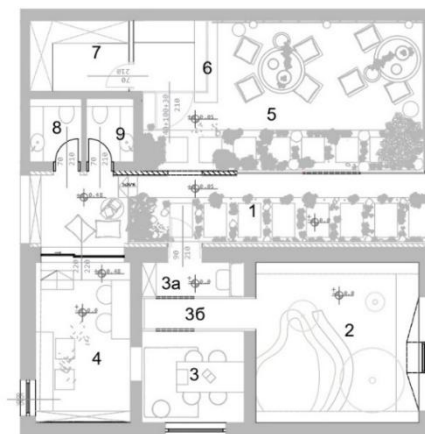
3. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ

Предмет овог пројекта је адаптација ентеријера напуштене куће у Новом Саду са циљем трансформације објекта у мултифункционални простор који укључује библиотеку, читаоницу, кафић и изложбени простор. Циљ пројекта је да се постојећи унутрашњи и спољашњи простор прилагоди будућим корисницима и функцији.

Функционалне зоне:

- библиотека: простор за читање и проучавање, опремљен одговарајућим полицама
- читаоница: интимнији део за индивидуално или групно читање и истраживање, са нагласком на тишину и удобност
- кафић: зона за опуштање и друштвене активности, са адекватним садржајем и амбијентом
- изложбени простор: флексибилан простор за организацију уметничких и културних догађаја

Циљ пројекта је да се створи динамичан и привлачан



Слика 2. прилог из пројекта – основа

простор који ће задовољити различите потребе корисника и омогућити оптималну употребу објекта у складу са његовом новом функцијом.



Слика 3. прилог из пројекта – фасада



Слика 4. прилог из пројекта – портал



Слика 5. прилог из пројекта – читаоница



Слика 6. прилог из пројекта – изложбени простор



Слика 7. прилог из пројекта – кафић

4. ЗАКЉУЧАК

Кућу и друге типологије простора треба посматрати не само кроз физички облик, већ и кроз целокупно мултисензорно искуство. Квалитет простора огледа се у дубокој повезаности човека с тим местима, као и у њиховој интеракцији с контекстом у којем се налазе. Објекти не могу бити одвојени од околине, већ су њен неодвојиви део. „Лепи“ објекти, према овом становишту, не постоје; многи од њих могу деловати празно и бездушно. Неке зграде су, услед напуштања, изгубиле своје примарне квалитете и постале небезбедна места која избегавамо. Упркос томе што су некада биле обележје лепоте и сврхе, ове просторије сада чекају, заборављене и остављене да пропадају. Њихове приче су у великој мери нестале заједно с људима који су их користили, остављајући их без свих значења и сећања.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Башлар, Гастон: Поетика простора, Градац, 2005.
- [2] Паласма, Јухани: „Chapter:Space, place, memory and imagination”, 2009.
- [3] Цумтор, Питер: „Atmospheres”, Birkhauser, 2006.
- [4] <https://www.archdaily.com/168979/bernhard-leitner-sound-spaces>
- [5] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4330889/>
- [6] Паласма, Јухани: „The eyes of the skin”, John Wiley and Sons 2005.

Кратка биографија:

Гордана Савковић рођена је 02.10.1998. године у Сенти. Мастер рад из области архитектуре- дизајн ентеријера је одбранила на Факултету техничких наука 2024. године.

контакт:

thegordanasavkovic@gmail.com

IDEJNO REŠENJE PLANINARSKOG DOMA NA PLANINI RTANJ CONCEPTUAL DESIGN OF A MOUNTAIN REFUGE ON THE RTANJ

Luka Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Osnovni cilj ovog projekta bio je izučavanje estetičke funkcije u savremenoj arhitekturi. Kroz rad na projektu, istražuje se povezanost estetičkih ideja i programskih ideja, kao i povezanost eksperimentalnih estetičkih ideja sa socijalnim i kulturološkim promenama.

Ključne reči: Projektovanje, estetička funkcija, priroda, kamen kao materijal

Abstract – The main goal of this project was to study the aesthetic function in contemporary architecture. Through project work, connectivity is explored aesthetic ideas and programmatic ideas, as well as the connection of experimental ones aesthetic ideas with social and cultural changes.

Keywords: desing, aesthetic function, nature, stone as a material

1. UVOD

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je dublje razumevanje arhitektonskih karakteristika, društvenih i kulturnih vrednosti koje oblikuju ovakve objekte. Kroz analizu različitih tipova objekata, njihovih funkcija i dizajna, težnja je otkriti kako se tradicionalni i moderni elementi prepliću i utiču na oblikovanje objekata u prirodi. Ovo istraživanje doprinosi razumevanju složenih veza između ljudi i prostora.

1.2. Organska arhitektura

Organska arhitektura je stil savremene arhitekture koji neguje harmoniju između prirode i čoveka projektovanjem objekata koji su toliko integrisani u okolinu da njegovi delovi, nameštaj i okolina postaju deo jedinstvene međusobno određene kompozicije sa kraja 20. veka. Reč “Organska arhitektura” prvi je svesno upotrebio arhitekta Frenk Lojd Rajt. Organska arhitektura je uopšte arhitektura koja je inspirisana ciljevima, funkcijom i prirodnošću tzv. žive arhitekture. Organski znači integrisani, uceljeni, analogan sa biljnim i životinjskim organizmom, onaj koji prirodno sledi i razložno je razložno je raspoređen. Klasičan primer organske arhitekture je Kuća na vodopadima koju je Frenk Lojd Rajt projektovao za porodicu Kaufman [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivana Miškeljin, red. prof.

2. KONTEKST

Izbor lokacije bio je slobodan, ali usled nedavnog planinarenja i obilaska planine Rtanj, ova lokacija se izdvojila kao jedinstvena. Rtanj kao planina ima veoma jedinstven oblik piramide, koji je široko poznat i izučavan od strane naučnika. Sama zamisao izgradnje ovog objekta osim funkcionalnosti je bila da se taj oblik još više naglasi i istakne.

Ideja je bila napraviti planinarski dom na ovoj planini, koji bi najpre služio kao odmorište planinarima, jer je ovo jedna od najposećenijih planina u Srbiji što se tiče planinarenja. Takođe obezbediti i smeštajne jedinice za ostale turiste koji su došli na odmor da uživaju u prirodi.

Jedinstvena priroda i pejzaži ove planine, čine savršeno mesto za jedan ovakav objekat koji će posetiocima omogućiti jedinstven ugođaj sa prelepim pogledom na okruženje i prirodu.

Sam objekat bi se nalazio na jednom od monogobrojnih brda odnosno grebena u podnožju planine. Mesto na kome se objekat nalazi, veoma je slično najvišem vrhu planine Šiljak, i nalazi se na planinarskom putu koji vodi do vrha planine.



Slika 1. 3D prikaz objekta i planine Rtanj

Rtanj je planina koja se nalazi u istočnoj Srbiji, oko 200km jugoistočno od Beograda, nadomak Boljevca. Pripada Karpatskim planinama, a najviši vrh Šiljak (1565m) predstavlja prirodni fenomen kraškog reljefa. Specifičan raspored stena kraškog reljefa nije uticao samo na biljni pokrivač, na vode i izvore Rtnja, već i na njegov oblik, gde vrh Šiljak podseća na vrh piramide. Ako pogledamo na Rtanj sa severa ili juga, on nam se ukazuje kao dugačak greben u obliku trapeza, dok je dole širok i masivan, gore se sužava u uzani ivičasti zid. Ova planina se naglo diže iz ravnice i završava skoro pravilnom kupom, nalik piramidi [2].

Istorija Rtnja se vezuje za priču o bogatoj jevrejskoj porodici Minh. Oni su sagradili crkvu na vrhu planine Rtanj. Crkvu je

gradilo oko 1000 radnika, a osveštana je 1936. godine. Ostaci crkve postoje i dalje na vrhu Šiljak, nakon devastacije nastale 1992. Godine kada je crkva srušena dinamitom u pokušaju traganja za davno skrivenim bogatstvom. Postoji inicijativa da se ova crkva obnovi [3].

Rtanj je pre svega najposećenije i omiljeno turističko mesto za planinare u Srbiji [4].



Slika 2. Planina Rtanj [3]

3. PROJEKTNİ ZADATAK

Cilj projekta jeste istraživanje estetičke funkcije u savremenoj arhitekturi. Kroz rad na projektu, istražuje se povezanost estetičkih ideja i programskih ideja, kao i povezanost eksperimentalnih estetičkih ideja sa socijalnim i kulturološkim promenama.

Ishod - preciznije razumevanje estetičkih funkcija i estetičkih ideja savremene arhitekture. Primena stečenih znanja u budućem istraživačkom i stručnom radu.

Ideja je bila stvoriti planinarski dom sa smeštajnim jedinicama na planini Rtanj.

4. KONCEPT

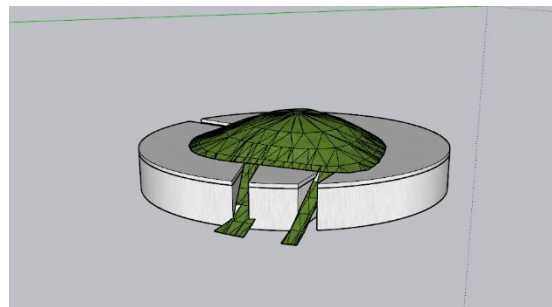
Glavna ideja je bila napraviti objekat koji može samo na ovoj određenoj lokaciji da se nalazi i nigde drugde.

Objekat je dizajniran tako da se uklopi u okruženje planinskog pejzaža, sa oblikom koji je nastao iz topografije same lokacije, odnosno prateći izohipse terena. Iz toga dobijena je kružna forma, koja objekat čini da izgleda kao jedan prsten na vrhu brda.

Takođe sama kružna forma objekta ima za cilj da podseća na neki strani nepoznati objekat na planini, koji se uklapa u istoriju i legende koje postoje o planini Rtanj.

Glavni problem prilikom projektovanja bio je ostaviti prirodu što manje netaknutom, odnosno sam vrh brda ostaviti i dalje prohodnim. Konkretno ostaviti postojeće planinarske staze prohodnim i nakon izgradnje ovog objekta, kako bi ljudi ali i neke životinje mogle i dalje da se kreću ne smetano u svojim pohodima na vrh planine.

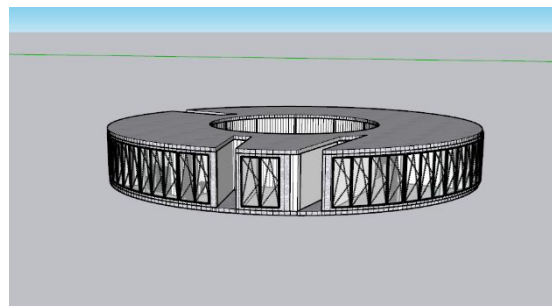
Nakon postavljanja prstenastog kubusa na vrh brda, delovi koji su se poklapali sa postojećim stazama su isečeni iz samog kubusa i stvoren je prolaz od podnožja brda ka samom vrhu i nastavku dalje na drugu stranu.



Slika 3. 3D model objekta

Sledeća stavka koja je bila obavezna, bio je balans između integrisanja objekta u samo okruženje i načiniti ga podjednako uočljivim. U ovoj netaknutoj prirodi bilo je jako bitno napraviti objekat koji neće imati preveliki uticaj na okruženje, isto tako ostaviti minimalan uticaj ljudi na planinu. Dok sa druge strane ovaj objekat bi bio važan orijentir za planinare na putu do samog vrha planine, ali i za turiste koji bi dolazili na odmor.

Što se tiče eksterijera, odnosno fasade samog objekta ona je odrađena vrlo jednostavna, sa korišćenjem jako malo materijala, odnosno dominiraju lokalni kamen i staklo. Kamen je korišćen kao fasadni detalj podne i krovne ploče kako bi se objekat što bolje uklopio u samo okruženje. Korišćen je isti lokalni kamen od kog je bila sagrađena crkva na vrhu planine Rtanj. Staklo zauzima gotovo ceo procenat u fasadi samog objekta. Njegova uloga je da uklopi sam objekat u okruženje upijajući zrake sunca i neba, kao i pejzaže oko sebe. Takođe treba da omogući korisnicima ovog prostora prelepe pogleda na planinu Rtanj.



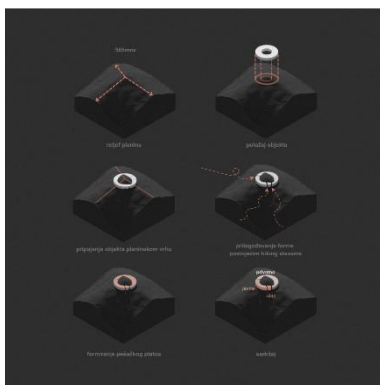
Slika 4. 3D model objekta

Enterijer samog objekta odrađen je dosta minimalistički i moderno, najviše preovladava kamen i kamene obloge po podu i zidovima, kako bi se stekao utisak da je unutrašnjost na neki način isklesana iz same planine i stvoren prostor za korišćenje. U sobama dominiraju nešto topliji materijali kao što su drvo i parket i samim tim čine ih toplijim i prijatnijim za boravak i odmor.

Što se tiče same konstrukcije ona je vrlo jednostavna, zbog što lakše i brže izgradnje objekta. Takođe samo tlo je vrlo čvrsto i stabilno za izgradnju objekata. Objekat čine temelji (trakasti temelji i temeljni stubovi), dve armirane betonske ploče i kao noseći element prefabrikovani AB stubovi. Prostor unutar objekta je otvoren i veoma fleksibilan. Postoje samo dva prstena AB stubova na unutrašnjim i spoljašnjim ivicama objekta.

5. ZAKLJUČAK

Glavna ideja je bila napraviti objekat koji može samo na ovoj određenoj lokaciji da se nalazi i nigde drugde. Objekat je dizajniran tako da se uklopi u okruženje planinskog pejzaža, sa oblikom koji je nastao iz topografije same lokacije, odnosno prateći izohipse terena. Iz toga dobijena je kružna forma, koja objekat čini da izgleda kao jedan prsten na vrhu brda. Projektovan sa naglaskom na prirodu, teren, pa i istoriju samog mesta, ovaj objekat se ističe svojim formama i dizajnom koji omogućavaju interakciju sa okolinom. Objekat se takođe projektovao na principu harmonije i kontrasta sa okruženjem, istovremeno. Sve u svemu, dizajn ovog planinarskog doma na Rtnju je jedinstven i savremen i sigurno će privući pažnju kako planinara tako i dugih gostiju koji bi da provedu odmor u prirodi.



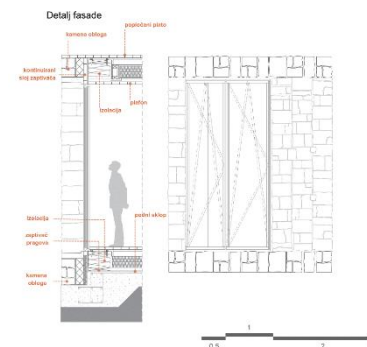
Slika 5. Dijagram postavke 3D modela na teren



Slika 6. Jugozapadni izgled objekta



Slika 7. Severoistočni izgled objekta



Slika 8. Detalj fasade



Slika 9. 3D ilustracija objekta

6. LITERATURA

- [1] https://sr.wikipedia.org/sr-el/Органска_архитектура (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [2] <https://sr.wikipedia.org/sr-el/Ртањ> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [3] <https://rtanjadventure.com/destinacije/planine/planina-rtanj/> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [4] <https://nestvarna.blog/2022/12/20/rtanj/> (pristupljeno u oktobru 2024.)

Kratka biografija:



Luka Lukić rođen u Loznici 1999. godine. Diplomirao je 2023. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – na temu “Idejno rešenje planinarskog doma na planini Rtnj” odbranio je 2024.god.

PRIMJENA PARAMETARSKIH ALATA ZA PRONALAŽENJE LOKACIJE PROSTORA PARKA ZA PSE SA NAJMANJOM INSOLACIJOM**APPLICATION PARAMETRIC TOOLS FOR IDENTIFYING THE LOCATION OF A DOG PARK WITH THE MINIMAL INSOLATION**

Andreja Grujičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ovaj rad analizira makro-park i mikro-park za pse urbane jedinice, s ciljem smanjenja insolacije unutar ovih prostora kako bi se poboljšao kvalitet boravka u pomenutom prostoru. Nadalje, ova istraživanja pokazuju važnost primjene parametarskih alata u arhitekturi i njihovu efikasnost u korišćenju. Praktični deo se sastoji od koda koji je kreiran da pronađe najbolju lokaciju sa najmanjom insolacijom za bilo koji sadržaj, konkretno za park za pse u ovom slučaju. Kod funkcioniše na principu simulacije, te je nakon 500 ili više simulacija, potrebno uporediti rezultate kako bi se odredilo koje je mesto optimalno, a koje nepovoljno za pozicioniranje navedenog sadržaja.

Ključne reči: Urbanizam, park, spoljašnji termalni komfor, insolacija

Abstract – This paper analyses macro-park and micro-dog park urban areas, with an emphasis on the dog park, aiming to reduce insolation within these areas to improve the quality of stay in the designed space. Additionally, this research highlights the importance of applying parametric tools in architecture and demonstrates their effectiveness in use. The practical component includes of method created to find the best location with minimal insolation for any content, specifically for a dog park in this case. The method operates on a simulation based principle, requiring over 500 simulations to compare results and identify the most favorable and unfavorable locations for the specified use.

Keywords: Urbanism, park, outdoor thermal comfort, insolation

1. UVOD

Planiranje gradova danas obuhvata razne aspekte, uključujući udobnost boravka, vizuelni identitet, održavanje tradicije i primenu modernih principa urbanističkog projektovanja. Posebna pažnja se posvećuje održivosti i energetskej efikasnosti.

U urbanim područjima često dolazi do pregrijavanja, što otežava boravak u ljetnjim mesecima. Kako bi se ublažio ovaj problem, potrebno je smanjiti insolaciju, a jedan od načina je korišćenje zasjenčenja visokim drvećem.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Bajšanski, vanr. prof.

S obzirom na slobodu izbora lokacija drveća u urbanim zelenim površinama, optimizacija postavljanja drveća može značajno doprineti smanjenju pregrijavanja.

Različite studije istražuju strategije za optimizaciju lokacija drveća, koristeći podatke o geometriji urbanog okruženja, klimi i vremenskim uslovima. Na primjer, razvijen je algoritam za optimizaciju zasjenčenja parkirališta, koji maksimizira zasjenčenost bez ometanja upotrebe prostora. Rezultati pokazuju da digitalne tehnologije i 3D modelovanje mogu efikasno smanjiti toplotu u urbanim sredinama [1].

Slične metode se primjenjuju i na identifikaciju optimalnih lokacija za postavljanje solarnih panela, kao što je slučaj u opštini Knjaževac, gde su identifikovane tri najbolje lokacije na osnovu analize potencijalne insolacije. Ovo pokazuje da korišćenje solarne energije može biti ekonomično i održivo rešenje [2].

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Postoji značajan problem prekomjernog zagrijavanja urbanih prostora, koji se ne rješava adekvatno. Ovo pregrijavanje utiče kako na manje, tako i na veće urbane površine. Posebno su pogođene frekventne lokacije koje postaju neprijatne za boravak tokom ljeta zbog visokih temperatura, što smanjuje njihov komfor i posjetu.

Jedan od primera je park za pse u Limanskom parku u Novom Sadu, gde je tokom ljeta primjetan smanjen broj posjetilaca zbog velike osunčanosti. S obzirom na rast stanovništva i potrebu za sadržajem kao što su parkovi za pse, važno je pronaći adekvatno rješenje. Cilj istraživanja je smanjenje osunčanosti ovih parkova korišćenjem različitih softverskih alata i simulacija kako bi se identifikovale optimalne lokacije za nove parkove za pse u Novom Sadu.

3. METODE KORIŠĆENE U ISTRAŽIVANJU

Na osnovu definisanog cilja istraživanja, odabrana je metoda parametarskog pronalaženja optimalne lokacije, kako bi se uz pomoć velikog broja simulacija pronašla optimalna lokacija parka za pse.

U nastavku su detaljnije opisani korišćeni softveri, kao i način na koji se meri insolacija i očitavaju dobijeni rezultati.

3.1. Korišćeni softveri

Za mjerenje insolaracije odabran je softver Rhinoceros 3D (Rhino), koji se koristi za 3D modelovanje u raznim oblastima kao što su arhitektura i inženjering. Razvijen je

od strane kompanije Robert McNeel & Associates. Rhino se oslanja na NURBS matematički model, omogućavajući preciznu reprezentaciju slobodnih formi [3].

U saradnji sa alatom Grasshopper, koji omogućava vizuelno programiranje, Rhino nudi dodatne mogućnosti za parametarsko modelovanje i automatizaciju procesa. Grasshopper omogućava brže isprobavanje varijacija i dodavanje novih komponenti putem jednostavne instalacije [4].

Za mjerenje insolacije koristi se paket Ladybug Tool, koji omogućava analizu klimatskih podataka, procjenu sunčevih parametara i vizuelizaciju rezultata na modelima. Dobijeni rezultati se dalje obrađuju i upoređuju uz pomoć softvera Microsoft Excel, koji je specijalizovan za tabelarne kalkulacije.

3.2. Opis definicije

Cilj definicije je očuvanje trenutnog oblika parka za pse uz varijacije u njegovoj poziciji u Limanskom parku. U Grasshopper-u, korišćena je alatka Crv za generisanje oblika parka, a zatim je formirana površina uz pomoć alatke Boundary. Koristeći PoP2D, kreirano je 500 nasumično raspoređenih tačaka koje predstavljaju potencijalne lokacije parka.

Alatom Points izdvojene su sve tačke, a alatka Item omogućava izbor jedne lokacije za definisanje parka uz alatku Rectangle, gdje su dimenzije ulazni podaci. Insolacija se može izračunati za svaku od 500 tačaka, a uvođenjem parametarskog pristupa, oblik parka se automatski pomjera, čime se pojednostavljuje proces izračunavanja insolacije.

3.3. Mjerenje insolacije

Mjerenje insolacije i simulacije izvedene su unutar Grasshopper-a uz pomoć Ladybug Tool-a, koji pruža sve potrebne komponente za podešavanje klimatskih fajlova i sunčevih parametara. Prvo je potrebno učitati odgovarajući klimatski fajl (.epw) koji sadrži bitne faktore kao što su koordinate lokacije, temperatura, relativna vlažnost, brzina vetra i različite vrste radijacije. Ovi podaci se koriste kao ulaz za komponentu SunPath.

Analiza obuhvata mjesec jul, u periodu od 11 do 16 sati, jer je to najtopliji deo godine sa najviše sunčanih sati. Parametri za analizu se podešavaju u komponenti AnalysisPeriod, koja omogućava grafički prikaz položaja sunčevih zraka. Potrebno je definisati geometriju koja se analizira i geometriju koja baca senku, koristeći komponentu DirectSunHours. Ova komponenta omogućava podešavanje veličine ćelije za analizu i pomeranje tačaka od izabrane geometrije, kao i pokretanje analize.

3.4. Očitavanje rezultata

Na kraju svake analize dobijaju se vrijednosti u obliku osunčanih sati ili kilovat-časova po metru kvadratnom (kWh/m^2). U ovom istraživanju fokus je na poređenje prosječnog broja osunčanih sati. Nakon analize, dobija se osunčanost za svaki sat, koja se sabira kako bi se izračunao ukupni broj osunčanih sati, a zatim dijeli sa brojem ćelija u gridu da bi se dobio prosječan broj.

Za tačnost rezultata važno je sprovesti veći broj simulacija sa različitim podešavanjima modela i parametara. Dobijene vrijednosti se upoređuju međusobno i sa početnim stanjem da bi se procijenilo da li nova lokacija smanjuje insolaciju

u parku za pse. Pored numeričkih vrijednosti, rezultati se mogu vizualizovati u Rhino-u, gde boje predstavljaju različite nivoe osunčanosti. Da bi se preciznije pratili promena, rezultati se mogu preneti u Excel za dalju obradu, upoređivanje i grafički prikaz.

4. REZULTATI

Kako bi se kreirani kodovi za položaj lokacije parka za pse i merenje insolacije ispitali, a zatim analizirali rezultati koji se pomoću njih dobijaju, potrebno je primjeniti ih na konkretnom slučaju, pa dobijene rezultate uporediti sa postojećim stanjem.

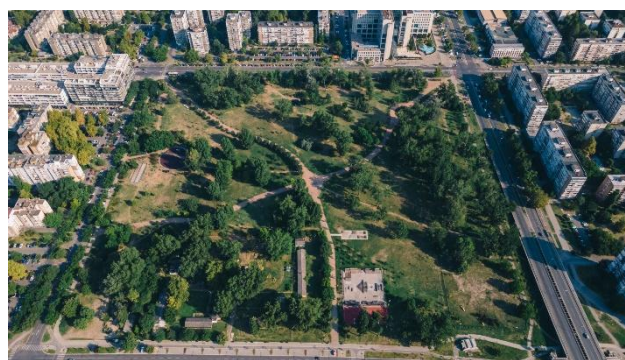
4.1. Opis situacije

Limanski park u Novom Sadu doživio je značajnu štetu tokom oluje u julu 2021. godine, kada je više od trećine stabala polomljeno ili potpuno uništeno. Ovaj park, koji obuhvata razne sadržaje kao što su skejt park, dečija igrališta i park za pse, postao je dodatno izložen suncu i prekomjernoj insolaciji, što je rezultiralo smanjenjem posete ovim mestima.

Nakon oluje, primjećeno je da je park za pse najviše pogođen prekomjernim zagrijavanjem, što otežava boravak zbog visokih temperatura. S obzirom na to da je park za pse bio jedini takav sadržaj u Novom Sadu, njegova posećenost je bila velika, ali su uslovi postali neprijatni zbog nedostatka adekvatnog zelenila i sijenke.

Plan je da se pronađe nova lokacija za park za pse unutar Limanskog parka (Slika 1), koja će imati manju insolaciju, čime bi se omogućio prijatniji boravak za posjetioce svih uzrasta.

Ova promjena bi omogućila da se park ponovo učini privlačnim i komfornim mjestom za odmor i igru, čime bi se povećala njegova posećenost i zadovoljstvo korisnika.



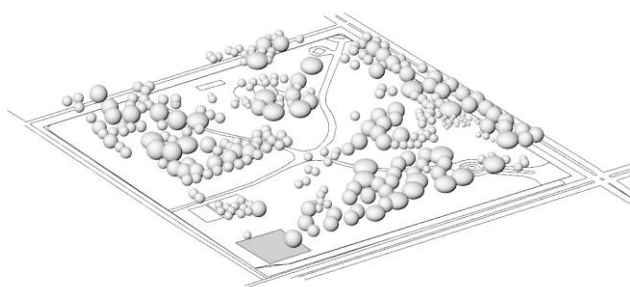
Slika 1. Limanski park

4.2. Modelovanje i postavka scene

Da bi se sprovele analize, potrebno je kreirati 3D model situacije u Limanskom parku, uključujući njegovu vegetaciju (oblik i visina krošnji drveća), koja utiče na vrijednost insolacije. Dok je park za pse modelovan u Grasshopper-u, modeli okruženja su kreirani direktnim modelovanjem u Rhinoceros-u (Slika 2), s obzirom na to da ne zahtevaju promjenljive parametre.

Prvo je izvučen tlocrt sa Google mapa, a zatim su oblikovane krošnje drveća korišćenjem linija, kružnica ili elipsa, kojima je dodat volumen. Važno je napomenuti da se simulacije ne mogu vršiti na kompleksnim modelima sa velikim brojem poligona, jer znatno produžava vreme simulacije. Stoga je primenjen pristup jednostavnim

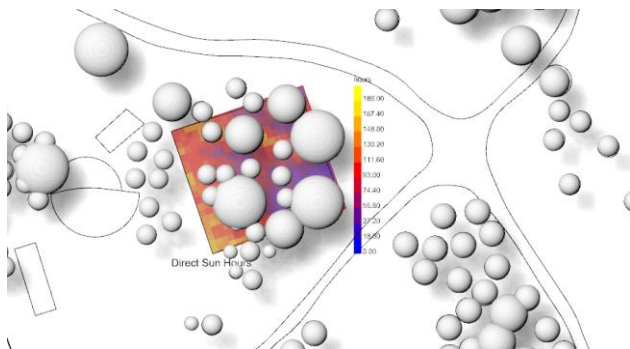
modelima, koji su oblikovani tako da prate oblike i veličine krošnji dobijenih iz mapa.



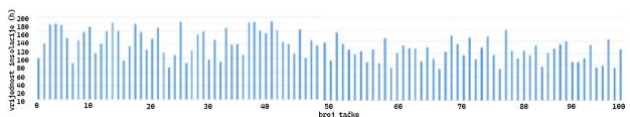
Slika 2. Postavka scene

4.3. Sprovođenje analiza i upoređivanje rezultata

Kada su modeli pripremljeni, njihova geometrija povezana je sa kodom u Grasshopper-u, gdje se površina Limanskog parka dodjeljuje kao glavna geometrija parametru „geometry“ unutar komponente DirectSunHours. Okolna drveća pripadaju parametru „context“ u istoj komponenti, čime je dodeljena sva potrebna geometrija za simulaciju. Prvo je sprovedena simulacija postojećeg stanja, koje ima smanjenu vegetaciju nakon oluje, kako bi se dobila vrijednost insolacije od 164,25 osunčanih sati za mesec jul, u periodu od 11 do 16 sati. Nakon toga moguće je pokrenuti analizu klikom na taster „run“ unutar iste komponente. Takođe, može se menjati parametar za veličinu ćelije, što utiče na vizuelni prikaz i raspodelu insolacije. Izabrana je vrijednost 100 za veličinu ćelije, kako bi se postigla dobra ravnoteža između detaljnosti i vremena trajanja simulacije, s obzirom na veliku površinu koja se analizira.



Slika 3. Lokacija sa najboljom insolacijom



Slika 4. Grafikon koji prikazuje rezultate sprovedenih 100 od 500 simulacija

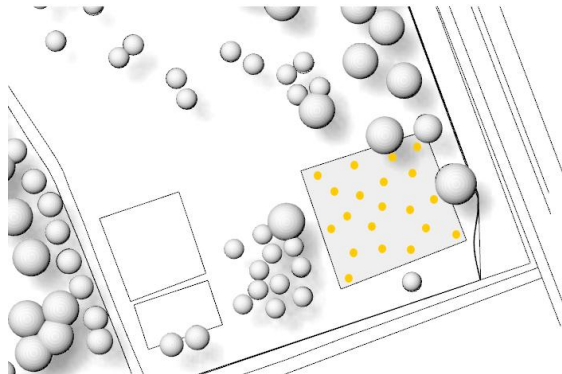
5. SPOLJAŠNJI TERMALNI KOMOFER

Spoljašnji termalni komfor odnosi se na osjećaj udobnosti temperature koju osoba doživljava u spoljašnjem okruženju. Ovaj koncept uključuje faktore kao što su temperatura vazduha, srednja temperatura zračenja, i relativna vlažnost vazduha.

Termalno okruženje zavisi od više faktora i ne može se jednostavno izraziti u stepenima, jer ga čini lični osjećaj koji varira prema različitim kriterijumima. Na primjer,

osoba koja nosi kaput dok se penje uz stepenice može osećati toplotu, dok neko ko nosi majicu može osećati hladnoću.

Prostor se smatra zadovoljavajućim za spoljašnji termalni komfor ako se 80% ljudi oseća prijatno, a to se može proveriti anketom. Faktori koji utiču na termalni komfor uključuju temperaturu vazduha, brzinu vazduha, radijantnu temperaturu, i relativnu vlažnost vazduha.



Slika 5. Raspored ljudi na distamci 4-5m

5.1. Opis definicije

Na početku, potrebno je učitati odgovarajući klimatski fajl sa ekstenzijom .epw, koji se može preuzeti sa EnergyPlus sajta. Ovi podaci se koriste kao ulazni podaci za komponentu SolarAdjustTemperature.

Ova komponenta ima više ulaznih parametara, uključujući lokaciju, položaj tela (stojeći, sedeći ili ležeći), broj ljudi koji se analizira, i geometriju koja pravi senku. Takođe se može podesiti reflektivnost podloge (beton, trava, voda, krovovi) i slojevi odeće ispitanika, pri čemu je za letnji period koeficijent odjevenosti 0.4, a za zimski 0.95.

S obzirom na to da je period analize odabran za najtopliji dan u julu (8. jul, od 11 do 16 sati), koriste se odgovarajući parametri, a simulacija se pokreće dugmetom unutar komponente.

5.2. Sprovođenje analiza i upoređivanje rezultata

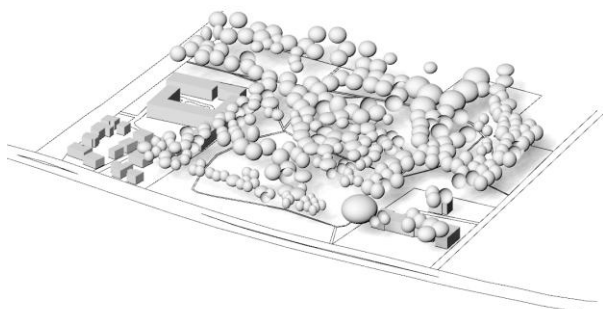
Prvo je potrebno rasporediti ljude po površini u parku za pse, na rastojanju od 4-5 metara jedan od drugog (Slika 5). Zatim se izračunava temperatura tela za svakog pojedinačnog ljudskog modela svakog sata, što omogućava dobijanje prosječne temperature tela. Nakon toga, dijelimo tu vrijednost sa brojem ljudi da bismo dobili konačni rezultat, odnosno prosječan spoljašnji termalni komfor za svaki model čoveka. UTCI (Universal Thermal Climate Index) vrijednost za svaki model za početno stanje iznosi 35,50 °C. UTCI vrijednost za svaki model za optimalno stanje iznosi 32, 27 °C.

6. OPIS SITUACIJE – Futoški park

Kako bi se pokazalo kako primeniti do sada opisani parametarski pristup računanju insolacije, odabran je Futoški park u Novom Sadu. Ovaj park, bogat vegetacijom, sadrži i objekte unutar svojih granica. Pretpostavićemo da je u Futoškom parku smešten park za pse u obliku elipse, jer takav park ne postoji u Novom Sadu. Definisani su relevantni sadržaji za analizu.

6.1. Modelovanje i postavka scene

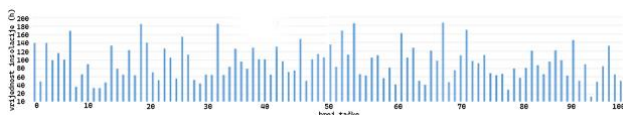
Potrebno je kreirati 3D model Futoškog parka (Slika 6), koji uključuje vegetaciju, oblik i visinu krošnji, kao i objekte unutar parka. Modeli okruženja su fiksni i kreirani su direktnim modelovanjem u Rhinoceros-u, koristeći tlocrt iz Google mapa kao osnovu. Oblici krošnji drveća su iscrtani kao krugovi/ellipse, a zatim im je dodeljen volumen. Cilj je uporediti i analizirati više simulacija koristeći pojednostavljenu geometriju. Pošto u Futoškom parku ne postoji park za pse, pretpostavljen je samo oblik parka (elipsa). U ovoj analizi nemamo početnu lokaciju za poređenje s optimalnom lokacijom sa minimalnom insolacijom. Umesto toga, vrši se simulacija za 500 postavljenih tačaka, gde se upoređuju dobijeni rezultati za svaku tačku kako bi se identifikovalo optimalno mesto zalociranje parka za pse.



Slika 6. Postavka scene – Futoški park

6.2. Sprovođenje analiza i upoređivanje rezultata

Za period analize za mesec jul od 11 do 16h, dobijena je maksimalna vrijednost insolacije od 162,56 osunčanih sati. Za period analize za mesec jul od 11 do 16h, dobijena je minimalna vrijednost insolacije od 23,21 osunčanih sati.



Slika 7. Grafikon koji prikazuje rezultate sprovedenih 100 od 500 simulacija

7. SPOLJAŠNJI TERMALNI KOMOFER

UTCI vrijednost za svaki model čovekaza početno stanje iznosi 30,97 °C. UTCI vrijednost za svaki model čoveka za optimalno stanje iznosi 35,66 °C.

8. ZAKLJUČAK

Nakon 500 sprovedenih solarnih analiza u Limanskom i Futoškom parku u Novom Sadu, utvrđeno je da je princip pronalaženja optimalne lokacije za park za pse, sa minimalnom insolacijom, efikasan i primjenljiv na druge urbanističke celine. Analizirani su različiti oblik i pozicija vegetacije, kao i parametri uticaja. Rezultati pokazuju da je insolacija u Limanskom parku smanjena za oko 92 sata u julu, dok je u Futoškom parku razlika između minimalne i maksimalne insolacije oko 139 sati. Za Futoški park, optimalna lokacija za park za pse ima samo 23 osunčana sata u julu, dok Limanski park ima 72 sata. Metode korišćene u ovom istraživanju mogu poboljšati insolaciju

za različite urbanističke sadržaje u bilo kom gradu, što predstavlja značajnu prednost.

9. LITERATURA

- [1] Ivana Bajšanski, Vesna Stojaković, Marko Jovanović, "Effect of tree location on mitigating parking lot insolation", Srbija, 2015.
- [2] Ivan Potić, Rajko Golić, Tatjana Joksimović, "Analysis of insolation potential of Knjaževac Municipality (Serbia) using multi-criteria approach", Srbija, 2015.
- [3] Wikipedia, 2023, Rhinoceros 3D, <https://www.rhino3d.com/> (pristupljeno u septembru 2024.)
- [4] Food4Rhino, 2016, Ladybug Tools, <https://www.food4rhino.com/en/app/ladybug-tools> (pristupljeno u septembru 2024.)

Kratka biografija:



Andreja Grujić rođena je u Zvorniku 2000. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Arhitektonska vizualizacija i simulacije, odbranila je u novembru 2024. godine.
kontakt: andreja.grujic50@gmail.com

**KOMPLEKS EDUKATIVNOG MUZIČKOG KULTURNOG CENTRA U NOVOM SADU
EDUCATIONAL MUSIC CENTER COMPLEX IN NOVI SAD**

Jovana Vujačić, Jelena Atanacković-Jeličić; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje koncept i dizajn multifunkcionalnog kulturnog centra za mlade, sa posebnim fokusom na muzičke aktivnosti i kreativno izražavanje kroz umetnost. Kroz analizu četiri studije slučaja konačno rešenje projekta Muzičkog kulturnog centra u okolini Novog Sada implementiraće sve aspekte projektovanja i razrade funkcionalno povoljnih rešenja prema pomenutoj nameni.

Cilj projektnog zadatka razrađen je kao prostor koji pruža raznolike mogućnosti za obrazovanje, umetničko izražavanje i kulturne događaje, osmišljen da postane epicentar muzičke kreativnosti sa fokusom na eltnje škole za učenike i studente muzičkih škola iz regiona.

Ključne reči: Projektovanje, Novi Sad, Muzički centar, kulturni centar

Abstract – This paper explores the concept and design of a multifunctional cultural center for young people, with a particular focus on musical activities and creative expression through art. Through the analysis of four case studies, the final solution of the Music Cultural Center project in the vicinity of Novi Sad will implement all aspects of design and development of functionally favorable solutions according to the mentioned purpose.

The goal of the project task is elaborated as a space that provides diverse opportunities for education, artistic expression and cultural events, designed to become an epicenter of musical creativity with a focus on elite schools for students and students of music schools from the region.

Keywords: Architectural design, Novi Sad, Musical complex, cultural center for young students

1. UVOD

Master rad na temu „Kulturni muzički kompleks u okolini Novog Sada“ je započeo istraživanjem koncepta iz dela „Tajnog života biljaka“ [1], a dalje se bavi analizom studije slučaja i detaljnom analizom objekta koji predstavlja simbiozu celokupnog istraživanja i projektovan u objekat muzičkog centra. Objekat opisan u ovom radu osmišljen je kako bi akcentovao razvoj kulture i promovisao raznovrsne kulturne događaje, čime se podstiče kreativna interakcija između umetnosti, muzike i prirode.



Slika 1. 3D prikaz kompleksa muzičkog centra

2. KORELACIJA MUZIČKOG CENTRA I MUZIKE

Analiza uticaja muzike na životnu sredinu i biljke predstavlja suštinski deo istraživanja, a temelji se na ključnim radom koji je pokrenuo interesovanje za ovu temu, knjiga „Tajni život biljaka“, autora Kristofer Bird i Piter Tompkins, objavljena 1973. godine. Ovo delo otvorilo je nove horizonte istraživanja, sugerisući da biljke poseduju osećanja i da reaguju na zvukove, pa čak i na muziku koja se emituje na specifičnim frekvencijama i jačinama. Istraživači su tvrdili da biljke bolje rastu kada su izložene određenim zvucima, što je dodatno potvrdilo hipotezu o njihovoj osetljivosti na zvučne stimuluse.

Istraživači sa CANNA-e [2] pronašli studije koje ukazuju na to da određene frekvencije zvuka mogu pomoći otvoriti stomate biljaka, što može pospešiti unos hranljivih materija i poboljšati njihov rast.

Na kraju, 2020. godine, kada su se amfiteatri širom sveta ponovo otvarali nakon dužih zatvaranja zbog pandemije Korone virusa, u Barseloni je organizovan jedinstven koncert za biljke, na kojem je gudački kvartet nastupao pred publikom od 2.292 biljaka.² Ovaj događaj simbolizuje dvosmerni odnos između čoveka i prirode, podsećajući nas na to da svaki odnos, uključujući i onaj botanički, zahteva negu, melodiju i ljubav.

NAPOMENA:

Ovaj prilog je proistekao iz naučno-istraživačkog Master rada, pod mentorstvom Prof. Dr Jelene Atanacković Jeličić



Slika 2. Barcelona Opera house-nastup za biljke 2020. [3]

Istraživanje koje se sprovodi u okviru master rada sa temom „Kompleks muzičkog kulturnog centra u okolini Novog Sada“ predstavlja pokušaj da se nadogradi i dalje istražuju mogućnosti interakcije muzike i biljaka, ističući važnost konteksta u kojem se ova interakcija odvija.

3. STUDIJA SLUČAJA

Da bi se konkretna rešenja provela u praksu i bolje razumela njihova primenljivost u konkretnom kontekstu, izuzetno je važno sprovesti studiju slučaja objekata sličnih namena. Kroz četiri primera objekata, koji kroz svoje jedinstvene pristupe predstavljaju inspiraciju za konceptualizaciju muzičkog centra koji će se oslanjati na raznovrsne aspekte, kao što su funkcija, materijalizacija, namena, struktura i drugi ključni parametri. Kroz analizu ovih primera, razmatraće se kako su ovi elementi oblikovali njihovu upotrebu i percepciju, kao i ulogu koju igraju u promociji muzike i jačanju zajednice.

3.1. Garden of House of Music, Budimpešta, Mađarska



Slika 3. kuća muzike- Budimpešta [4]

3.2. The house of music, Bolonja, Italija



Slika 4. Kuća muzike- Bolonja [5]

3.3 Mill Hill music complex, London, UK



Slika 5. Mill House-prikaz prostorije za vežbu [6]

3.4 Regionalna muzička i plesna škola Svetog Pavla, Reunion, Francuska



Slika 6. Regionalna muzička i plesna škola Svetog Pavla [7]

4. KOMPLEKS MUZIČKOG KULTURNOG CENTRA

4.1 KONCEPT

U ovom radu, koncept objekta je osmišljen kao inkorporacija celog kompleksa u postojeći prirodni pejzaž. Kako se istražuju biljni svet i uticaj muzike na biljni svet, kontekst predstavlja važan segment razrade čitavog rešenja. Istraživanje se fokusira na to kako različite vrste muzike mogu uticati na rast i razvoj biljaka, kao i na njihove reakcije na zvučne frekvencije. Ovaj pristup pokušava da razume interakciju između muzike i prirode, a takođe postavlja temelje za dalja istraživanja koja mogu dovesti do novih saznanja o ekosistemima.

4.2 KONTEKST

Objekt je strateški pozicioniran unutar šume, čime se stapa s okolinom i doprinosi održavanju ekosistema. Funkcionalne zone su organizovane na način koji vizuelno prikazuje drvo, čime se dodatno naglašava ideja o sinergiji između muzike i prirode.

Nalazi se u blizini Rakovca, nedaleko od obale Dunava. Okruženje se odlikuje pejzažima i bogatom florom i faunom. Područje u kojem se objekat nalazi smešteno je u blizini vode, omogućavajući posetiocima da uživaju pogledu na Frušku goru.



Slika 9. Situacija kompleksa muzičkog kulturnog centra

4.2 STRUKTURA I NAMENA OBJEKTA

Kompleks je osmišljen kao više funkcionalna celina koja se sastoji od tri ključna segmenta: javnog, polujavnog i privatnog. Svaki od ovih segmenata ima svoju specifičnu namenu i doprinosi celokupnom funkcionisanju objekta.

Centralni deo kompleksa čini javni objekat, koji se može zamisliti kao "stablo". Okružujući javni objekat, pomoćni objekti predstavljaju "grane" koje se šire prema spolja. Sobe za smeštaj nalaze se dublje u "šumi", formirajući "krošnju" kompleksa.



Slika 10. Frontalni prikaz ulaza u javni objekat Muzičkog centra

4.4 FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA

Karakteristika ovih prostorija je prisustvo različitih vrsta biljaka koje su postavljene kako bi se proučavao uticaj muzike na njihov razvoj. U svakoj prostoriji se nalaze specifične vrste biljaka koje su pažljivo odabrane, a svrha je da se prati kako različite vrste muzike utiču na njihov rast i zdravlje.

Javni objekat organizovan je u prizemlju i prvoj etaži, a sastoji se od prostranog hola namenjen za javne probe, manje nastupe, izložbe. Na etaži je projektovan Amfiteatar je namenjen za veće nastupe, javne probe, javne nastupe, edukativne panel diskusije, manje predstave, produkciju edukativnog programa na platnu i tome slično. Terasa iznad Hala (atrijuma) omogućava zabave na otvorenom u cilju socijalizacije i razmene iskustva drugih korisnika.



Slika 11. Prikaz enterijera hola javnog objekta

Polujavni objekat Namenjen je za individualne ili grupne probe gde studenti mogu zajedno da vežbaju jedan zaseban instrument sa učiteljem, ili oformiti grupu studenata gde bi isti vežbali i razmenjivali muzička iskustva.



Slika 12. 3D prikaz kružnih celina – zvučne sobe

Privatni objekat Namenjene su za prenoćište učenika, organizovane kao dvokrevetne spavaonice uz dodatnu prostoriju u kojoj bi mogli da vežbaju svoj nastup ili jednokrevetni stanovi koji su namenjeni za profesore.



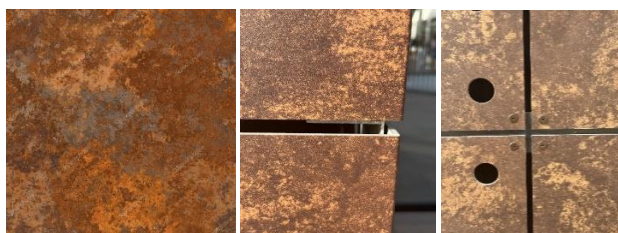
Slika 13. Dvorišni prikaz ka privatnim jedinicama

4. MATERIJALIZACIJA

U javnom objektu korišćena su tri ključna materijala. Prvo, staklena fasada omogućava ulazak prirodne svetlosti u hol i restoran, čineći ih raskošnim i prostranim. Ova staklena fasada postavljena je i kao vizuelna ograda za tri

jedinstvena objekta kružne osnove, omogućavajući im da zadrže svoj identitet kao zasebni segmenti. Fasada ovih segmenata obrađena je crvenom bojom stvarajući kontrast i jasnu vizuru protežući se čitavom visinom objekta. Segmenti su zbog svoje visine vidljivi i sa spoljne tačke gledišta, predstavljajući reper objekta.

Niži objekti administracije su izrađeni sa jednostavnom demit kontaktnom fasadom, obojeni disperzivnom bojom u beloj nijansi. Polujavni i privatni objekti su takođe realizovani sa jednostavnom demit kontaktnom fasadom obojanom u belu. Ovaj izbor materijala dodatno naglašava prirodno okruženje, omogućavajući da rastinje i šuma koja obavlja kompleks ostanu u fokusu, čime se izbegava preopterećenje vizuelnog doživljaja i održava sklad između arhitekture i prirode.



Slike 14.15. i 16. Prikaz materijalizacije na fasadi

5. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada, istražena su međusobna povezanost muzike, biljaka i životne sredine.

Koncept objekta, kao i njegova pozicija u blizini Rakovca, dodatno jačaju njegovu ulogu kao kulturnog centra, potičući razvoj zajednice i obogaćujući kulturni život regiona. Kroz ovaj rad, jasno se ističe važnost istraživanja u oblasti muzike i biljnog sveta, kao i njihovih

međuzavisnosti, što predstavlja ključnu komponentu savremenih arhitektonskih rešenja.

6. LITERATURA

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/The_Secret_Life_of_Plants (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [2] <https://www.canna.com.au/articles/influence-music-plants> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [3] <https://www.designboom.com/art/barcelona-opera-house-concert-for-plants-06-23-2020/> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [4] <https://www.archdaily.com/1001574/house-of-music-budapest-sou-fujimoto-architects> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [5] <https://www.archdaily.com/873780/house-of-music-mario-cucinella-architects> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [6] <https://millhillmusiccomplex.co.uk/> (pristupljeno u oktobru 2024.)
- [7] <https://www.archdaily.com/986013/regional-music-and-dance-school-of-saint-paul-peripheriques-marin-plus-trottin-architectes> (pristupljeno u oktobru 2024.)



Jovana Vujačić rođena je u Vrbasu 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2024.god.

kontakt: jvujaic19@gmail.com

САВРЕМЕНА МАХАЛА CONTEMPORARY MAHALA

Зорана Мухић, Милена Крклеш, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Мастер рад истражује концепт савремене махале као модела идеалне урбане заједнице која комбинује снажне социјалне односе и одржива просторна решења. Применом принципа традиционалних махала у савременом контексту, рад истиче значај психологије простора, осећаја места и друштвене повезаности у урбаном планирању. Посебан акценат стављен је на интеграцију архитектонских и друштвених аспеката како би се створила функционална и социјално инклузивна заједница. Кроз теоријски оквир, анализу традиционалних примера и концептуални приступ, савремена махала нуди одржив модел за будући развој урбаних заједница.

Кључне речи: савремена махала, урбанизам, психологија простора, друштвена повезаност, осећај места, одрживи развој

Abstract – The master's thesis explores the concept of the contemporary mahala as a model of an ideal urban community combining strong social relationships and sustainable spatial solutions. By applying the principles of traditional mahala in a modern context, the thesis highlights the importance of spatial psychology, sense of place, and social connectivity in urban planning. Special emphasis is placed on integrating architectural and social aspects to create functional and socially inclusive communities. Through a theoretical framework, analysis of traditional examples, and a conceptual approach, the contemporary mahala offers a sustainable model for future urban development.

Keywords: contemporary mahala, urbanism, spatial psychology, social connectivity, sense of place, sustainable development

1. УВОД

У времену када индивидуалност доминира, све више постаје неопходно да се осврнемо на важност интеракције са другима. Исто тако, архитектура, као дисциплина, не треба да буде сведена само на стварање појединачних објеката, већ и на њихову релацију са другим објектима и људима који их користе служе.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Милена Крклеш, редовни професор.

Махала, као традиционални модел урбане организације, представља инспирацију за савремени урбанизам. На сам помен речи „махала“, јавља се слика заједнице са снажним међусобним везама, где простор није само физички, већ и емоционално значајан. Савремена махала иде корак даље, комбинујући ове традиционалне вриједности са модерним архитектонским и урбанистичким принципима. Она представља платформу за заједништво и одрживост, пружајући модел урбаног развоја који балансира индивидуалне и колективне потребе.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР: ПСИХОЛОГИЈА ПРОСТОРА И ОСЕЋАЈ МЈЕСТА

Психологија простора и осећај мјеста представљају темеље на којима се заснива концепт савремене махале. У савременом урбанизму, простор није само физички облик, већ и средство комуникације, емоционалне повезаности и изградње идентитета. Појам осећаја мјеста односи се на субјективну вриједност коју простор добија кроз доживљаје, сјећања и друштвене интеракције његових корисника.

Три кључне димензије осећаја мјеста – идентитет, приврженост и зависност – играју виталну улогу у креирању одрживих урбаних заједница:

- **Идентитет мјеста** подразумева препознатљивост простора, често кроз архитектонске или природне карактеристике које га чине блиским и значајним за његове кориснике. У махали, идентитет мјеста гради се кроз локалне културне елементе, као што су уређење јавних простора, архитектонски стилови и присуство зеленила.
- **Приврженост мјесту** одражава емоционалну повезаност људи са простором, насталу кроз позитивна искуства и дуготрајну интеракцију. У традиционалним махалама, заједничке активности, као што су породичне прославе или локални догађаји, значајно су доприносиле јачању ове привржености.
- **Зависност од мјеста** се односи на практичну употребну вриједност простора. Савремена махала ову димензију развија кроз обезбијеђивање јавних садржаја, инфраструктуре и услуга које подржавају квалитет живота у заједници.

У савременим урбаним срединама, недостатак осећаја мјеста све чешће доводи до појаве отуђења и изолације. Густина становања и брза урбанизација често доприносе стварању "празних простора" –

области које, иако функционално опремљене, не испуњавају емоционалне и социјалне потребе становника. Примјер за то су модерни стамбени блокови који често занемарују дизајн полуприватних и јавних простора, кључних за изградњу друштвених односа.

2.1. Улога осјећаја мјеста у савременој махали

У савременој махали, осјећај мјеста није само пожељан, већ је и неопходан за функционисање заједнице. Примјена елемената као што су пешачке стазе, заједнички вртови и јавни тргови омогућава спонтану интеракцију становника, што доприноси јачању социјалне кохезије. Просторни елементи махале осмишљени су тако да задовоље потребу за приватношћу, али и да подстакну осјећај заједништва.

На примјер, транзиција између јавних и приватних простора у савременој махали може бити реализована кроз полуприватне зоне као што су баште или унутрашња дворишта. Ове зоне омогућавају природне сусрете међу становницима, без наметања, чиме простор добија функционалну и емоционалну вредност.

Истраживања показују да становници простора са развијеним осјећајем мјеста показују већу приврженост заједници и спремност да активно учествују у њеном одржавању. У једној студији спроведеној у Хрватској, становници сусједстава са честим локалним догађајима изразили су виши ниво задовољства и осјећаја припадности у поређењу са онима у стандардизованим урбаним блоковима (Славуј, 2012).

2.2. Простор као катализатор друштвених односа

Простор у савременој махали игра активну улогу у обликовању друштвених односа. За разлику од модерних стамбених блокова, где се друштвена интеракција своди на случајне сусрете у ходницима или лифтовима, савремена махала је дизајнирана тако да подстиче сталну и квалитетну интеракцију међу становницима. Ово се постиже кроз пажљиво осмишљену хијерархију простора:

Јавни простори: Централни тргови, пјешачке стазе и заједничке баште служе као тачке окупљања за све становнике махале. Ови простори дизајнирани су да буду атрактивни и функционални, са елементима који омогућавају и неформалне сусрете и организоване догађаје.

Полуприватни простори: Унутрашња дворишта или заједничке зоне унутар мањих група кућа служе као транзициони простори између јавних и приватних зона. Ови простори пружају интимније окружење за интеракцију међу ближним сусједима.

Приватни простори: Иако је нагласак на заједништву, савремена махала омогућава довољан ниво приватности кроз архитектонска рјешења која штите индивидуалност, попут одвојених башти и улазних простора.

Примјер: Један од успјешних примјера примјене оваког приступа може се видјети у скандинавским

стамбеним заједницама, где је акценат на дизајну који подстиче колективну употребу јавних простора. У Копенхагену, познати пројекти „цепних сусједстава“ укључују мале јавне вртове и отворене просторе у оквиру стамбених блокова, који су довели до пораста друштвене интеракције и осјећаја припадности међу становницима.

2.3. Улога психологије простора у савременој махали

Психологија простора је дисциплина која проучава како окружење утиче на људске емоције, понашање и друштвене односе. У савременој махали, ова дисциплина добија посебан значај, јер је сваки простор осмишљен да одговори на специфичне социјалне и психолошке потребе становника.

- **Емоционална вриједност простора:** Природни елементи, попут зеленила и воде, увијек су били повезани са смањењем стреса и повећањем квалитета живота. У савременој махали, зелене зоне нису само декоративни елементи већ и мјеста која подстичу опуштање, дружење и физичку активност.
- **Флексибилност и адаптивност:** Простори у савременој махали дизајнирани су тако да буду прилагодљиви различитим активностима. На примјер, тргови могу служити као пијаце током дана, док се увече користе за друштвене догађаје попут биоскопа на отвореном.
- **Освежавање урбаних празнина:** Савремена махала пружа рјешење за тзв. „празне просторе“ кроз њихову трансформацију у социјално активне зоне. Ово укључује стварање јавних вртова или отворених спортских зона у напуштеним деловима града.

Истраживање: Студија из Јапана показала је да су становници традиционалних квартова (познатих као *tachiya*) изразили већу приврженост месту него они у модерним стамбеним блоковима. Ово је директно повезано са дизајном махале који подстиче честе и квалитетне друштвене интеракције.

3. ИСТОРИЈСКИ КОНТЕКСТ И ИНСПИРАЦИЈА ИЗ ТРАДИЦИОНАЛНИХ МАХАЛА

Махала, као урбана јединица, дубоко је укоријењена у историји Балкана и Блиског Истока, гдје је представљала више од физичке структуре – била је социјални и културни микрокосмос. Традиционалне махале карактеришу компактна просторна организација, снажни међусобни односи међу становницима и посвећеност заједничким вредностима.

3.1. Просторна и социјална структура традиционалних махала

Просторна организација махале одражава јасну хијерархију између јавних, полуприватних и приватних простора:

- Главне улице водиле су до централних јавних простора, попут тргова или чесми, који су служили као мјеста за окупљање.
- Полујавне зоне, као што су дворишта или мање улицице (*сокак*), омогућавале су интимније сусрете међу комшијама.
- Приватни простори, попут авлија, пружали су простор за породичне активности и задовољавали потребу за приватношћу.

Социјални аспекти махала били су једнако значајни. Заједничке активности, попут локалних прослава, религиозних обреда и свакодневне помоћи, јачале су осећај заједништва. Студије показују да су становници махала имали висок степен међусобног повјерења и спремност да допринесу заједничком добру.

3.1. Инспирација за савремену махалу

Традиционалне махале пружају бројне вриједне увиде који се могу примјенити у савременом урбанистичком контексту:

1. Просторна флексибилност: Модели хијерархије простора могу се интегрисати у модерне дизајне, са јасно дефинисаним зонама за јавне и приватне активности.
2. Подршка заједници: Савремени модели стамбених насеља могу укључити заједничке просторе који подстичу друштвене односе, као што су вртови, зоне за окупљање или дјечија игралишта.
3. Еколошки приступ: Традиционалне махале често су се ослањале на локалне материјале и еколошке праксе, што је примјер одрживости који савремена архитектура све више цијени.

Примјер: Берлински пројекти *cohousing* инспирисани су принципима традиционалних заједница, где становници активно учествују у дизајну и управљању просторима како би подстакли заједништво и инклузивност.

3.2. Утицај глобализације и потреба за адаптацијом

Савремени градови, услед глобализације и масовне урбанизације, све више пате од губитка идентитета и културне аутентичности. Концепт савремене махале нуди могућност интеграције традиционалних вриједности у глобални контекст.

Умјесто стандардизованих стамбених блокова, савремена махала може представљати културно специфичан и друштвено осјећљив простор.

Адаптација принципа махале у различитим дијеловима свијета може подстаћи нове форме заједништва у складу са локалним потребама и културним особеностима.

4. САВРЕМЕНИ ИЗАЗОВИ И КОНЦЕПТУАЛНА РЈЕШЕЊА САВРЕМЕНЕ МАХАЛЕ

Савремени урбанизам суочава се са бројним изазовима који укључују губитак социјалне повезаности, отуђење становника и недовољну пажњу посвећену јавним просторима. Брза урбанизација и глобализација често доводе до хомогенизације градова, гдје је доминантан

мотив комерцијализација, а не потребе заједнице. Ови процеси стварају окружења у којима се осјећај мјеста и припадности губи, што додатно подстиче изолацију и друштвену фрагментацију.

4.1. Социјална инклузија и јачање заједнице

Савремена махала нуди рјешење кроз стварање простора који подстичу социјалну интеракцију и заједништво. У овом контексту, важно је интегрисати:

- Полујавне просторе: Зоне попут унутрашњих дворишта или малих тргова могу бити дизајниране тако да подстичу неформалне сусрете и сарадњу међу становницима.
- Програмске активности: Организација локалних догађаја као што су пијаци, радионице или спортске активности може оживјети заједничке просторе и јачати друштвене везе.

4.2. Еколошка одрживост и адаптација простора

Савремена махала није само модел за друштвену инклузију, већ и оквир за развој одрживих урбаних заједница. Интеграција одрживих архитектонских и урбанистичких принципа кључна је за суочавање са еколошким изазовима модерног доба:

- **Зелени простори:** Савремена махала укључује паркове, заједничке баште и зелене кровове који доприносе побољшању квалитета ваздуха и смањењу урбаног топлотног острва.
- **Ресурсна ефикасност:** Коришћење локалних материјала и примена пасивних грађевинских техника (нпр. природна вентилација и соларна енергија) смањују енергетску потрошњу.
- **Урбана пољопривреда:** Заједнички простори за узгајање хране могу служити као и еколошки и социјални ресурс, подстичући самодовољност и друштвено ангажовање.

Пример: У Барселони, пројекат „Суперблокови“ интегрише принципе урбане редукције саобраћаја, стварајући пјешачке зоне које подстичу интеракцију и унапређују еколошке стандарде. Овај приступ дијели сличности са концептом махале кроз нагласак на заједничким просторима.

4.3. Улога технологије у савременој махали

Улога технологије у савременој махали подразумијева развој паметних решења за јачање повезаности и побољшање управљања ресурсима:

- Паметне заједнице: Апликације које омогућавају комуникацију међу становницима, дијелење ресурса (попут алата или возила) и организацију локалних активности.
- Безбједносне технологије: Надгледање јавних простора и ефикасно управљање освијетљењем доприносе осећају сигурности.
- Зелена технологија: Увођење соларних панела, система за сакупљање кишнице и паметних мрежа смањује зависност од фосилних горива.

Пример: У Амстердаму, еко-насеље „De Ceuvvel“ користи технологије које омогућавају енергетску самодовољност и одрживо управљање отпадом, представљајући инспирацију за савремену махалу.

4.4. Културолошка адаптација савремене махале

Иако је махала као концепт дубоко укоријењена у балканској и блискоисточној традицији, она се може адаптирати различитим културним контекстима. У том процесу, важно је:

- Очувати локални идентитет: Просторни и архитектонски елементи морају рефлектовати специфичности културе и традиције заједнице.
- Флексибилност у дизајну: Простори који се могу прилагодити различитим активностима и навикама становника омогућавају њихову дугорочну употребу.
- Подршка инклузији: Савремена махала мора бити дизајнирана тако да укључи све друштвене групе, посебно маргинализоване, како би постала платформа за социјалну правду.

4.5. Савремена махала као будућност урбанизма

Савремена махала представља модел који одговара на многе савремене урбане изазове, укључујући:

- Ревитализацију отуђених урбаних зона: Напуштени простори могу се трансформисати у друштвено активне зоне кроз примену принципа махале.
- Ријешавање проблема гентрификације: Кроз партиципативно планирање, махала може обезбиједити приступачност становања и спријечити социјалну сегрегацију.
- Баланс између глобалног и локалног: Иако је савремена махала укоријењена у локалним традицијама, она истовремено може служити као универзални модел за градове широм свијета.

5. ЗАКЉУЧАК

Савремена махала представља интегративни модел који спаја архитектонске, социјалне и еколошке аспекте урбаног живота. Полазећи од традиционалних вриједности махале, као што су блиске заједнице, функционална хијерархија простора и еколошка одрживост, овај концепт нуди рјешења за савремене урбане изазове попут отуђења, недостатка јавних простора и деградације животне средине.

Савремена махала показује како простор може постати платформа за изградњу заједништва, истовремено подржавајући индивидуалне потребе и социјалну инклузију. Њена примјена у различитим урбаним контекстима може ревитализовати друштвене односе и обновити осјећај припадности. Поред тога, овај модел доприноси очувању културног идентитета и промовише иновативне, одрживе приступе дизајну и планирању простора.

Као што су показали бројни примјери из свијета, попут „Суперблокова“ у Барселони или еко-насеља у

Амстердаму, могућност адаптације традиционалних урбанистичких принципа у савремени контекст постаје све значајнија. Овај рад служи као позив за даља истраживања и примјену концепта савремене махале у локалним и глобалним оквирима, са циљем стварања одрживих и друштвено повезаних заједница.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Pašić, A. Osmanski period (1463–1878) Urbano okruženje. Arhitektura Bosne i Hercegovine, стр. 4.
- [2] Slavuj, L. (2012). Evaluacija kvalitete urbanoga susjedstva – prednosti i nedostaci neposrednoga životnog prostora. Sociologija i prostor, 50(2), 183–201. <https://hrcak.srce.hr/file/132085>
- [3] Anioł, W. (2019, January 1). Quality of life and public space in the processes of urban renewal—selected concepts and debate topics. Journal, 44(1), 11–29. <https://doi.org/10.31971/16401808.44.1.2019.1129>
- [4] Pandžić, J. (2016). Proturječnosti stambenih politika u razvijenim državama EU-a. Sociologija i prostor, 54(3), 219–246. <https://hrcak.srce.hr/file/252947>
- [5] Ibrahim, F. I., & Nizarudin, N. D. (2019, June 1). Human Interaction Theory for Sustainable City. IOP Publishing, 268(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012046>

Кратка биографија:

Kratka biografija:



Зорана Михаић рођена је у Требињу 1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура – Савремена махала, одбранила је 2024. год.
контакт: zoranamihic8@gmail.com



Др Милена Кркљеш рођена је у Новом Саду 1979. године. Дипломирала је 2002, магистрирала 2007. године, докторирала 2011. године на Факултету техничких наука у Новом Саду. У звање редовног професора изабрана је на Департману за архитектуру и урбанизам 2021. године.

**PRIRODA KAO INSPIRACIJA U REVITALIZACIJI INDUSTRIJSKOG NASLEĐA
TERMoeLEKTRANE****NATURE AS INSPIRATION IN THE REVITALIZATION OF INDUSTRIAL HERITAGE
OF THE THERMAL POWER PLANT**

Tamara Radan, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast– ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – *Femnomenološko istraživanje zasnovano na aktuelnim društvenim i ekološko-energetskim pitanjima kroz postizanje različitih konteksta fizičkog oprostorenja pomenutih pomenutih problema u okviru teme rekonstrukcije i revitalizacije termoelektrane "Snaga i svetlost".*

Ključne reči: *Industrijsko nasleđe, Kulturni spomenici, Revitalizacija, Zdravstvena tipologija, Proces projektovanja alternativnih pristupa*

Abstract – *Phenomenological research based on current social and ecological-energy issues through the achievement of different contexts of the physical expansion of the mentioned problems within the theme of reconstruction and revitalization of the thermal power plant "Power and light"*

Keywords: *Industrial heritage, Cultural monuments, Revitalization, Health typology, Ecology, the process of designing alternative approaches*

1. UVOD

Zagađenost vazduha u Beogradu, izazvana radom toplana i ložišta koja koriste neobnovljive izvore energije, predstavlja jedan od ključnih ekoloških problema današnjice. U blizini nekadašnje termoelektrane „Snaga i svetlost“ nalazi se toplana „Dunav“, što je značajno doprinelo narušavanju ekoloških uslova u starom i gusto naseljenom jezgri opštine Stari grad. Blizina ova dva objekta podstakla je ideju o osmišljavanju urbanističkog rešenja koje predviđa pošumljavanje celog zahvaćenog područja, uključujući i unutrašnjost napuštene termoelektrane, gde bi bila formirana botanička bašta. Ovaj inovativni pristup simbolično je inspirisan procesom fotosinteze, tokom kojeg biljke koriste ugljen-dioksid iz vazduha i uz pomoć hlorofila proizvode kiseonik. Glavno polazište je priroda,

2. REVITALIZACIJA

Industrijsko nasleđe često predstavlja izazov u urbanističkom planiranju i arhitekturi, ali takođe nudi i jedinstvenu priliku za prenamenu, gde stari industrijski objekti dobijaju novu funkciju i značaj.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bila dr Jelena Atanacković-Jeličić

Industrijski kompleksi, fabrike i skladišta, koji su često smešteni u ključnim urbanim područjima, poseduju specifičnu arhitekturu i strukturu koja može biti prilagođena različitim savremenim potrebama. Prenamena ovih objekata ne samo da čuva istorijske i kulturne vrednosti, već i revitalizuje zanemarene delove grada, dajući im novi život [1].

2.1. Brutalistička arhitektura: Smela izjava u betonu

Industrijski objekti svedoče o čitavoj jednoj epohi razvoja civilizacije i kao takvi predstavljaju značajno istorijsko nasleđe [2].

3. TERMoeLEKTRANA "SNAGA I SVETLOST"

Termoelektrana, [3], izgrađena između 1930. i 1932. godine, imala je ključnu ulogu u snabdevanju električnom energijom tokom industrijalizacije Beograda. Smeštena pored Dunava, u blizini Dunavskog keja i marine Dorćol, termoelektrana je bila deo šireg plana za unapređenje energetskog sistema grada. Prestala je sa radom 1969. godine, nakon čega je neko vreme bila napuštena. Njena arhitektura, primer međuratnog modernizma, i tehnička infrastruktura značajno su doprinosili urbanom razvoju Beograda. Predstavljala je ikonu svoga vremena. Godine 2005. kompleks je proglašen za spomenik kulture, simbolizujući istorijski napredak u oblasti energetike i industrije. Danas termoelektrana predstavlja vredno svedočanstvo industrijskog nasleđa i kulturno-istorijsku vrednost koja privlači pažnju stručnjaka i javnosti.



Slika 1. Termoelektrana "Snaga i svetlost" [3].

4. PRIRODA

Zapadna medicina često koristi farmakoterapiju za brzo rešavanje simptoma, ali taj pristup može uzrokovati nuspojave, zavisnost i ignorisanje uzroka problema. Sve veći interes za tradicionalnu medicinu i holističke pristupe proizilazi iz nedostataka ovog modela. U Srbiji je

Zakonom o zdravstvenoj zaštiti iz 2005. godine tradicionalna medicina izjednačena sa zapadnom, obuhvatajući dokazane metode dijagnostike, lečenja i rehabilitacije. Tradicionalna medicina uključuje terapije zasnovane na prirodnim metodama poput lekovitog bilja, mineralnih voda i manuelnih tehnika, koje su u skladu sa savremenom medicinom. Integrativna medicina nastoji spojiti zapadnu i tradicionalnu medicinu u holistički pristup lečenju, što sve više podržavaju stručnjaci. Iako u Srbiji ne postoji razvijen sistem tradicionalne medicine, vekovima su postojale narodne prakse lečenja bazirane na ishrani i prirodnim resursima. Cilj ovakvih pristupa je isceljenje i samoisceljenje kroz povezivanje tela i duha.

5. EKOLOGIJA I ODRŽIVOST

Savremena civilizacija suočava se s izazovima održivog razvoja, balansirajući ekonomski rast, očuvanje prirodnih resursa i ekološku stabilnost. Održivi razvoj podrazumeva usklađivanje ekonomskog, socijalnog i ekološkog napretka kako bi se zadovoljile potrebe sadašnjih i budućih generacija. Ključni ciljevi su postizanje ekonomskog rasta bez inflacije i prekomernog zaduživanja, eliminacija siromaštva i očuvanje prirodnih resursa. Ekološka kriza, koja uključuje uništavanje šuma, zagađenje zemljišta i prekomernu eksploataciju resursa, zahteva globalnu borbu za ekološko-ekonomsku ravnotežu. Istraživački centri imaju ključnu ulogu u razvoju inovativnih tehnologija koje omogućavaju efikasnije korišćenje resursa, kao što su IT rešenja u poljoprivredi. Kroz primenu nauke o materijalima, veštačke inteligencije i biotehnologije, cilj je povećati prinose uz smanjenje investicija i očuvanje životne sredine. Uprkos naporima državnih i nevladinih organizacija, ekološka situacija se pogoršava. Potrebna je hitna integracija nauke i tehnologije kako bi se rešili problemi poput efekta staklene bašte, zagađenja i smanjenja biodiverziteta. Budućnost održivosti zavisi od globalne saradnje i implementacije inovativnih rešenja.

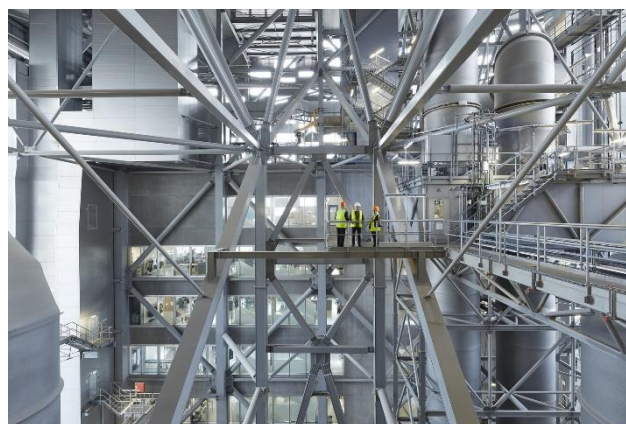
6. STUDIJA SLUČAJA

Revitalizacija industrijskog nasleđa kroz primenu kulturnih, kreativnih i poslovnih programa rezultirala je brojnim uspešnim projektima, od kojih će tri biti prikazana kao studije slučaja.

6.1 Primeri revitalizacije industrijskih objekata

CopenHill, projekat Bjarke Ingels Group (BIG), kombinuje industrijsku funkcionalnost sa društvenim i ekološkim ciljevima, postajući simbol urbane transformacije i borbe protiv klimatskih promena. Ova fabrika za preradu otpada u energiju godišnje konvertuje 440.000 tona otpada u dovoljno energije za grejanje i napajanje 150.000 domova. Pored industrijske funkcije, CopenHill ima krov od 16.000 m² sa ski stazom, stazama za šetanje, zidovima za penjanje i rekreativnim prostorima, promovirajući koncept "hedonističke održivosti" – održivost koja poboljšava kvalitet života. Fasada objekta od aluminijumskih panela nije samo estetska, već i funkcionalna, omogućavajući aktivnosti poput planinarenja i skijanja. CopenHill koristi napredne tehnologije za smanjenje emisija i generisanje energije, postavljajući nove standarde u ekološki odgovornom industrijskom dizajnu [4]. Projekat je deo ambicije

Kopenhaga da postane prvi ugljenično neutralan grad do 2025. godine, simbolizujući održivost kroz inovativnu arhitekturu i društvenu odgovornost. CopenHill je više od fabrike – to je društveni i kulturni centar koji integriše tehnologiju, prirodu i javni prostor, redefinišući industrijsku arhitekturu i inspirišući buduće generacije.



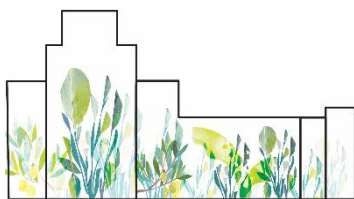
Slika 4. Copenhil unutrašnjost [4].

7. PROJEKAT REVITALIZACIJE SNAGE I SVETLOSTI

Industrijska arhitektonska baština se smatra važnim materijalnim svedočanstvom industrijske prošlosti evropskih zemalja, a njena regeneracija se koristi kao sredstvo za jačanje lokalnog, regionalnog i nacionalnog identiteta [5].

7.1 Koncept projekta

Projekat obnove predviđa transformaciju istorijske termoelektrane u centar za rehabilitaciju i zdravlje, sa istraživačkim fokusom na prirodne metode lečenja i očuvanje ekoloških vrednosti. Poštovanjem industrijskog identiteta građevine i oslanjanjem na prirodni proces fotosinteze razvijen je koncept revitalizacije glavnog objekta termoelektrane, osmišljen kao „struktura unutar strukture“. Ovaj princip organizacije različitih sadržaja, ključnih za funkcionisanje zdravstvenog centra, omogućio je formiranje etaža koje se oslanjaju na postojeći konstruktivni sistem, bez dodirivanja fasadnih zidova. Na taj način obezbeđena je optimalna visina za rast biljaka i nesmetan protok sunčeve svetlosti ka zelenilu u botaničkoj bašti, koja zauzima prizemlje objekta. Korisnicima unutrašnjeg prostora pružena je prilika da istovremeno dožive spoj stare i nove strukture. Nova, „unutrašnja“ struktura izrađena je od lakih i vitkih elemenata, koji se nalaze u kontrastnom odnosu prema zatečenim konstruktivnim elementima. Kombinacija stakla i drugih materijala ispune omogućava fleksibilnu igru između otvorenih i zatvorenih prostora, zadovoljavajući različite nivoe privatnosti koje zahtevaju tipologije na etažama. Stvaranjem prizemne zelene oaze značajno doprinosi ekološkom unapređenju čitavog područja, istovremeno obezbeđujući zdravstvenom lečilištu odgovarajući prostor za uzgajanje biljaka koje se mogu koristiti u proizvodnji lekova. Ovaj pristup naglašava sklad između očuvanja industrijskog nasleđa i primene savremenih arhitektonskih rešenja. Koncept revitalizacije termoelektrane spaja funkcionalnost, vizuelnu transparentnost i harmoničnu integraciju prošlosti i savremenog arhitektonskog izraza.



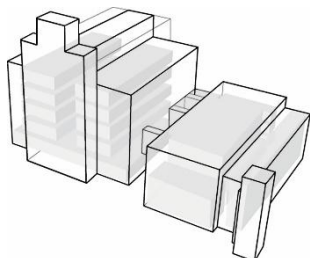
Slika 2. Slikovit prikaz glavnog polazišta koncepta-
Priroda kao inspiracija, priroda kao naš dom;



Slika 3. Prizemlje glavnog objekta;

7.2 Program - Struktura – Organizacija

Projekat se zasniva na holističkom pristupu zdravlju, koristeći prirodne metode lečenja poput melema, čajeva i biljnih terapija, koje su bezbedne i efikasne za poboljšanje zdravlja. Centar nudi pacijentima fizičku, mentalnu i duhovnu ravnotežu, dok je bašta sa raznovrsnim biljkama centralni deo objekta, namenjena proizvodnji preparata. Laboratorije u okviru centra proizvode lekove, kozmetiku i dodatke ishrani, koristeći prirodne i ekološke sirovine, sa posebnim fokusom na autohtone biljke Balkana. Arhitektura objekta organizovana je oko „zelenog srca“, stvarajući logičnu povezanost između funkcionalnih prostora i različitih starosnih grupa. Održivost je ključni aspekt projekta, sa sistemima za reciklažu otpada, obnovljive izvore energije i smanjenje ugljeničnog otiska. Centar takođe funkcioniše kao edukativna platforma, organizujući radionice i seminare o prirodnim lekovima, održivoj poljoprivredi i ekološkim inovacijama.



Slika 4. Dijagramski prikaz programske organizacije;

7.3 Materijalizacija - Enterijer

Predloženo rešenje revitalizuje industrijsko nasleđe pretvarajući termoelektoranu u holistički zdravstveni centar. Unutrašnjost je prilagođena novim funkcijama uz korišćenje održivih materijala poput drveta, bambusa, recikliranog betona i metala. Renovacija uključuje solarne

panele i biljne fasade za smanjenje ugljeničnog otiska i poboljšanje energetske efikasnosti. Ekološki materijali poput belog hrasta i jute doprinose harmoniji enterijera, dok čelične konstrukcije naglašavaju prostor. Ovaj pristup osigurava ekološku održivost, bolju izolaciju i kvalitet vazduha.



Slika 5. Vizuelni prikazi ambijenta botaničke bašte;

7.5 Ekološki centar

Revitalizovana termoelektrana „Snaga i Svetlost“ postaje multifunkcionalni centar posvećen zdravlju, ekologiji i održivom razvoju. Osim zdravstvenih funkcija, prostor će služiti kao ekološki centar za edukaciju o održivim praksama poput permakulture, reciklaže i energetske efikasnosti. Projekat integriše održivi dizajn, očuvanje prirodnih resursa i simbiozu arhitekture s okolinom. Kroz radionice, predavanja i interaktivne sadržaje, posetioci će moći da usvoje nova znanja o ekologiji i održivosti. Planirana je i izgradnja laboratorija za reciklažu i proizvodnju prirodnih preparata, čime se doprinosi stvaranju novih sirovina i očuvanju resursa. Ovaj centar spaja očuvanje kulturno-istorijskog nasleđa sa savremenim rešenjima u zdravstvu i ekologiji. Kao simbol inovacije, zgrada doprinosi boljem kvalitetu života građana i podstiče ekološku svest. Organizacijom edukativnih programa centar jača ekološke vrednosti u urbanim sredinama. Njegov značaj leži u povezivanju tradicije i inovacije za održivu budućnost Beograda i Srbije. Na taj način, „Snaga i Svetlost“ postaje model za transformaciju urbanih prostora kroz integraciju prirode, zdravlja i kulture.

8. ZAKLJUČAK

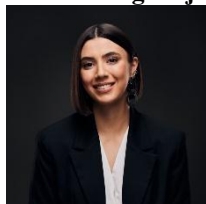
Uz savremeni način života, često se zanemaruje značaj istorijskih i arhitektonskih projekata u gradovima, dok se pažnja usmerava na prenaseljavanje i ekonomiju. Unapređenje urbanih prostora može se ostvariti kroz spontane inicijative lokalnih zajednica, umesto kapitalno intenzivnih planova. Revitalizacija javnih i industrijskih prostora, inspirisana prirodnim procesima regeneracije, omogućava održivi razvoj uz poštovanje kulturnog i prirodnog nasleđa. Projekat „Snaga i Svetlost“ simbolizuje ovu filozofiju kroz prenamenu u zdravstveni centar i istraživački institut, fokusiran na prirodno lečenje i održive tehnologije. Time se prošlost ovih prostora transformiše u nove centre zdravlja i inovacija, dok priroda ostaje ključna inspiracija. Revitalizacija ovakvih objekata ne samo da obogaćuje urbani identitet, već

otvara dijalog o skladnom odnosu čoveka i prirode. Na kraju, ovakav pristup gradovima pokazuje kako sinergija kulture, prirode i tehnologije može biti osnova za održivu budućnost.

9. LITERATURA

- [1] M. Pearson, S. Sullivan, *“Looking after Heritage Places”*, Melbourne, Melbourne University Press, 1995.
- [3] <https://sada.rs/prenamena-u-arhitekturi-odrzivi-pristup-ocuvanju-kulturnog-nasleda/> (pristupljeno u septembru 2024.)
- [4] <https://beogradskonasledje.rs/arhiva-2/termoelektrana-snaga-i-svetlost> (pristupljeno u septembru 2024.)
- [4] <https://www.archdaily.com/925966/copenhill-the-story-of-bigs-iconic-waste-to-energy-plant>(pristupljeno u septembru 2024.)
- [5] D. Simonović, T. Vujičić *“Značaj valorizacije i reaktivacije industrijskog nasljeđa xx vijeka za kulturni identitet republike Srpske”*, Banja Luka, str.23, Decembar 2014.

Kratka biografija:



Tamara Radan rođena u Zrenjaninu 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2024. godine.

kontakt: radantamara77@gmail.com

KOMPLEKS EDUKATIVNOG MUZIČKOG KULTURNOG CENTRA U NOVOM SADU
EDUCATIONAL MUSIC CENTER COMPLEX IN NOVI SADSanja Zeljković, Jelena Atanacković-Jeličić; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – *Ovaj rad se bavi istraživanjem različitih pristupa u shvatanju rajskog vrta kroz više istorijskih epoha, uključujući njihove filozofske, religijske i estetske aspekte. Zadatak projekta je oblikovanje prostora koji predstavlja harmoničan spoj prirode, meditacije i arhitekture, osmišljen kao utočište za opuštanje i unutrašnju ravnotežu.*

U relaciji sa savremenom arhitekturom i fokusom na savremenog čoveka, formira se struktura Spa-zen centra, oslanjajući se na istraživanje japanske tradicionalne arhitekture, zen filozofije i estetskih principa koji definišu japanske SPA centre. Prostor kombinuje tradiciju i inovaciju, odgovarajući na potrebe savremenog načina života.

Ključne reči: *Projektovanje, Japan, SPA-ZEN centar*

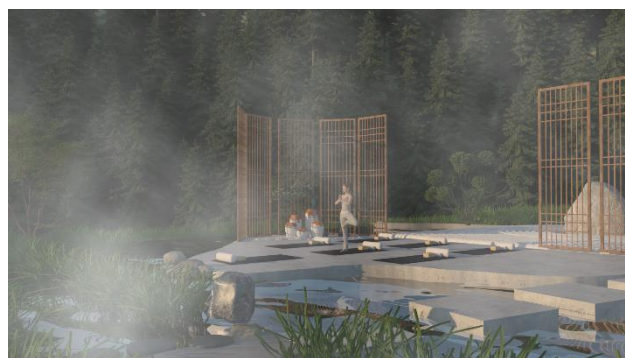
Abstract – *This paper explores different approaches for understanding the concept of the paradise garden through various historical epochs, including their philosophical, religious, and aesthetic aspects. The goal of the project is to design a space that represents a harmonious blend of nature, meditation, and architecture, conceived as a sanctuary for relaxation and inner balance. The structure of the Spa-Zen center is formed in relation to contemporary architecture and with a focus on the modern individual; it is based on the exploration of traditional Japanese architecture, Zen philosophy, and aesthetic principles that define Japanese spa centers. The space combines tradition and innovation, resonating with the needs of modern life.*

Keywords: *Architectural design, Japan, Spa-zen center*

1. UVOD

Rad započinje istraživanjem rajskih vrtova kroz istoriju, analizirajući njihov razvoj, filozofske i religijske aspekte, kao i estetske principe koji su oblikovali ovu vrstu prostora. Kroz ovaj istorijski okvir, rad se dalje razvija kombinovanjem tih tradicionalnih pristupa sa ličnim vizijama rajskog vrta u savremenom dobu. Na taj način nastaje koncept prostora koji, usmeravajući se ka savremenim potrebama čoveka, integriše prirodu,

meditaciju i arhitekturu u jedinstvenu celinu. Ovaj proces omogućava formiranje savremenog spa-zen centra koji se, kroz pažljivo osmišljene elemente kao što su voda, kamen i drveće, koristi za postizanje fizičke i duhovne obnove.



Slika 1. 3D prikaz kompleksa spa-zen centra

2. RAJSKI VRT KROZ ISTORIJU

Koncept rajskog vrta, kao simbola savršenstva i duhovne harmonije, ima duboke korene u različitim kulturama i religijama širom sveta. Od antičke Mesopotamije i Vavilona [2] kako je napisano delu „Arhitektura od preistorije do postmodernizma” [1] do grčke, rimske i egipatske civilizacije, rajski vrtovi su predstavljali idealizovani prostor gde čovek i priroda žive u savršenoj ravnoteži. U Bibliji, Rajski vrt je mesto u kojem su Adam i Eva živeli u skladu sa Bogom, dok u islamskoj tradiciji predstavlja mesto blaženstva i nagrade za vernike.

U antičkim civilizacijama [1], kao što su Egipat i Persija, rajski vrtovi su bili ne samo mesta lepote, već i moći i duhovnosti vladara. Rimski i grčki vrtovi, sa svojim arhitektonskim rešenjima, simbolizovali su i estetsku vrednost i duhovnu inspiraciju. Ovaj koncept je nastavio da se razvija i u renesansi, gde su italijanski vrtovi postali primeri simetrije i harmonije.



Slika 2. Semiramidini viseći vrtovi. [2]

NAPOMENA:

Ovaj prilog je proistekao iz naučno-istraživačkog Master rada, pod mentorstvom Prof. Dr Jelene Atanacković Jeličić

U istoriji umetnosti, rajski vrt je često bio predstavljen kao idealizovani pejzaž koji poziva na razmatranje duhovnih i moralnih pitanja. Mnoga dela prikazuju različite percepcije rajskog vrta na slici 3 je prikazana slika „The garden of Eden”. Od slikarstva do savremenih arhitektonskih rešenja, ova tema je inspirisala brojne umetnike i arhitekte. Danas, rajski vrt nastavlja da živi u dizajnu i filozofiji, kao prostor koji kombinuje prirodu, meditaciju i duhovni mir, i služi kao inspiracija za stvaranje unutrašnjih oaza mira u savremenom svetu.



Slika 3. „The Garden of Eden” Thomas Cole [3]

Istraživanje koje se sprovodi u okviru master rada sa temom „Rajski vrt” predstavlja pokušaj da se nekada idealno mesto savremenim tehnikama, kombinacijom elemenata i njihovim efektima na pirinčanim poljima prilagodi potrebama današnjeg korisnika.

3. KULTURA KUPANJA I ZEN FILOZOFIJA

Kultura kupanja i Zen filozofija predstavljaju dva različita, ali povezana aspekta japanske tradicije. Zen filozofija [5] je apstraktna i fokusira se na prosvetljenje i unutrašnju ravnotežu, dok je kultura kupanja konkretna i svakodnevna, obuhvatajući rituale kao što su onsen i ofuro.



Slika 4. Onsen – Japan [4]

Iako na prvi pogled deluju različito, oba imaju zajednički cilj – postizanje fizičkog i duhovnog čišćenja. Onsen koji

je prikazan na slici prikazan na slici 4, i ofuro nude prostor za opuštanje i obnovu tela, dok Zen filozofija pruža put ka unutrašnjem miru. Kombinovanjem ova dva elementa, japanski SPA centri omogućavaju postizanje harmonije i balansa na svim nivoima, fizičkom i duhovnom. Kultura kupanja, uz Zen filozofiju, stvara spoj tradicije i modernog života, pružajući prostor za refleksiju i duhovno čišćenje..

4. KOMPLEKS SPA-ZEN CENTRA

SPA Zen centar je prostor osmišljen kao sinteza fizičkog opuštanja i duhovne introspekcije. Temeljno zasnovan na japanskoj arhitekturi i filozofiji, centar kombinuje elemente prirode i minimalizam kako bi stvorio harmoničan prostor za regeneraciju tela i uma. Arhitektura objekta pažljivo je prilagođena okolini, koristeći materijale koji omogućavaju prirodni susret između unutrašnjih prostora i spoljnog pejzaža. Centar poštuje svoju okolinu, integrirajući prirodu i stvarajući atmosferu ravnoteže, što korisnicima omogućava potpuni oporavak i unutrašnju harmoniju.

4.1 KONCEPT

Koncept projekta temelji se na prilagođavanju objekta terasastim poljima pirinča, koja, iako oblikovana ljudskim delovanjem, deluju kao da su prirodno nastala. Ova slojevita topografija iskorišćena je za kreiranje arhitektonskog rešenja koje poštuje postojeći pejzaž i uvodi harmoničnu integraciju sa prirodom. Organizacija prostora prati podelu na odvojene nivoe, gde svaki nivo ima specifičnu funkciju i doprinosi celokupnom iskustvu. Dizajn nivoa omogućava povezivanje fizičkog i duhovnog opuštanja, a fluidna povezanost između prostora osigurava intuitivno kretanje kroz kompleks. Ovo rešenje naglašava balans između arhitekture i prirodnog konteksta, pružajući korisnicima priliku za introspekciju i unutrašnji mir. Harmoničan spoj funkcionalnosti i estetske jednostavnosti kreira ambijent koji podstiče ravnotežu tela, uma i duha.

4.2 KONTEKST

Objekat se smešta na pirinčana polja u Japanu, specifičan pejzaž koji je kroz ljudsku aktivnost oblikovan u terasaste nivoe. Kroz ovaj kontekst, objekat je oblikovan u skladu sa prirodnim rasporedom terena, pri čemu su prostori podeljeni na nivoe, poštujući topografsku podelu samog predela.



Slika 5. Situacija kompleksa

Koncept projekta duboko je ukorenjen u specifičnostima konteksta lokacije, koja nije samo inspirisala osnovnu ideju, već je u velikoj meri odredila i samu strukturu kompleksa što je prikazano na slici 5. . Prirodne i kulturne temelj za oblikovanje prostora koji ne narušava postojeći pejzaž, već ga harmonično nadopunjuje.

Ovakav pristup omogućio je stvaranje arhitektonskog rešenja koje poštuje i naglašava suštinsku povezanost između izgrađenog i prirodnog. Svaki aspekt dizajna prati ovu logiku, čime je postignut sklad između funkcionalnosti i estetske jednostavnosti, dok se prostor neprimetno uklapa u svoje okruženje. Na ovaj način, kontekst ne funkcioniše samo kao okvira za projekat, već i kao aktivni učesnik u oblikovanju ideje, strukture i odnosa između različitih zona kompleksa. Celokupan dizajn odražava harmoniju između čovekove intervencije i prirode, pružajući korisnicima ambijent koji promoviše opuštanje, introspekciju i povezivanje sa okruženjem.

4.3 STRUKTURA I FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA

Objekat je projektovan kao kompleks podeljen na dve ključne zone, koje su oblikovane u skladu sa specifičnim funkcijama i potrebama korisnika, te omogućavaju maksimalnu harmoniju između fizičkog i duhovnog opuštanja. Struktura objekta je pažljivo usklađena sa prirodnim karakteristikama okoline, uz poštovanje tradicionalnih japanskih principa pejzažne arhitekture.



Slika 6. Podela kompleksa na zone

1. Niža zona – SPA centar

Na najnižem nivou objekta smešten je SPA centar, koji je udaljen od ostatka prostora, stvarajući izolovanu oazu za fizičko opuštanje i obnovu. Na slici 6 je niži deo odnosno spa centar prikazan bordo bojom. Ovaj prostor je dizajniran kao mirno utočište, sa svim potrebnim sadržajem za uživanje u relaksaciji i regeneraciji, uključujući saune, termalne bazene, masažne prostorije i mirne sobe. U ovoj zoni, korisnici mogu potpuno uživati u opuštanju bez distrakcija, dok se fokusira na obnavljanje tela.

2. Viša zona – Zen centar

Viša zona kompleksa posvećena je Zen centru, koji simbolizuje duhovnu obnovu i introspekciju. Ovaj deo

objekta obuhvata prostore za meditaciju, jogu i grupne aktivnosti, stvarajući prostor za unutrašnji mir i balans. Viša zona odnosno zen centar je prikazan bež bojom na slici 6. Namena ovog prostora nije da podstiče osamljivanje, već da omogući korisnicima da pronađu smirenje i unutrašnju ravnotežu, bilo kroz solo praktike, bilo kroz zajedničke aktivnosti.

Prostori su pažljivo dizajnirani kako bi omogućili fizičko i duhovno opuštanje, dok se povezuju kroz specifične funkcionalne zone, kao što su prostorije za masaže, koje spajaju telesno i duhovno iskustvo.

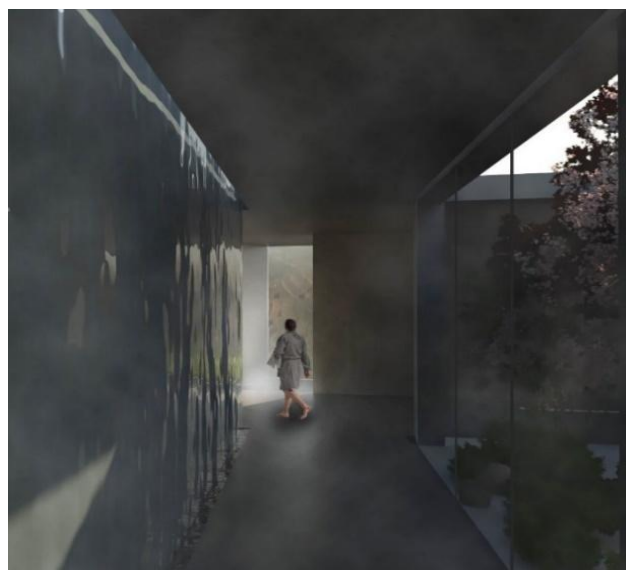
Fluidna povezanost između zona - podela kompleksa na ove dve zone omogućava fluidnu povezanost i prirodni prelaz između različitih funkcija prostora. Iako su zone odvojene na temelju funkcionalnih potreba, njihov dizajn i raspored omogućavaju jednostavan i prirodan prolaz kroz kompleks.

Korisnici mogu kretati kroz različite prostore u skladu sa sopstvenim potrebama, bilo da se upuštaju u fizičko opuštanje, duhovnu obnovu ili balans između ova dva aspekta.



Slika 7. Ambijentalni prikaz tople sobe

Prostor je osmišljen kao park, sa pažljivo postavljenim stazama i prostorima koje stvaraju atmosferu harmonije i integracije sa okolnim pejzažem.



Slika 8. 3D prikaz atmosfere u spa centru

4. MATERIJALIZACIJA

Projekat spa-zen centra osmišljen je u skladu sa estetikom japanske tradicije gradnje, čiji su osnovni principi harmoničan odnos sa prirodom, estetski minimalizam i funkcionalnost. Japanski enterijeri karakterišu jednostavne linije, prirodni materijali slika 9, i pažljivo osmišljen raspored prostora, što stvara balans između čovekovih potreba i okruženja. U ovom projektu, materijali poput betona, drveta, tatamija, vode, peska i stakla ne samo da definišu strukturu, već unose elemente mira i introspekcije. Beton, kao temelj modernih arhitektonskih praksi, odražava trajnost i čvrstinu, dok drvo simbolizuje povezanost sa prirodom i unosi toplinu u prostor. Tatami, tradicionalni element japanskih enterijera, evocira duh prošlih epoha, pružajući osećaj udobnosti i minimalizma. Voda i pesak, elementi karakteristični za japanske vrtove, doprinose stvaranju meditativne atmosfere, dok staklo omogućava prozirnost i otvara prostor prema spoljnjem svetu.

Japanski minimalizam u arhitekturi ne predstavlja samo estetski pravac već i filozofiju [6] koja se temelji na uklanjanju suvišnog i stvaranju prostora koji je istovremeno funkcionalan i smirujući. Ovaj stil, prisutan u spa-zen centru, reflektuje koncept “ma” – praznine koja omogućava protok energije i osećaj balansa, čineći ovaj prostor utočištem za fizičku i duhovnu obnovu.



бетон



дрво



стакло



татами



вода



песак

Slika 9. Prikaz materijalizacije

5. ZAKLJUČAK

Okvir ovog rada temelji se na istraživanju međusobno povezanih principa spa centra, zen filozofije i harmonije sa prirodom, ali i sa samim sobom. Lokacija na kojoj je objekat postavljen oblikuje, u smislu svojih specifičnosti, sam koncept projekta, postavljajući temelje za dizajn koji odgovara njenim jedinstvenim karakteristikama. Savremena interpretacija rajskog vrta kroz spa centar je odličan pokazatelj proživljavanja univerzalnog preistorijskog koncepta u nove prostore koji nastaju na temeljima prethodnih epoha

6. LITERATURA

- [1] „Arhitektura od preistorije do postmodernizma” Marvin Traktenberg i Izabel Hajman
- [2] <https://armstronginstitute.org/1054-the-hanging-gardens-of-nineveh> (pristupljeno u junu 2024.)
- [3] <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/692358> (pristupljeno u junu 2024.)
- [4] <https://luxnomade.com/asia/onsens/> (pristupljeno u novembru 2024.)
- [5] „Zen budizam” D.T. Suzuki
- [6] „Japandi: The Fusion of Japanese and Scandinavian Styles”, Johansson

Sanja Zeljković je rođena 30.06.2000. u Novom Sadu.



Završila je Gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj” 2019. godine, nakon čega upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer Arhitektura i urbanizam. Diplomski rad je odbranila 2023. godine. Master rad je odbranila 2024. godine.

kontakt:

sanzazeljkovic00@gmail.com

**STANOVANJE SA ATELJEOM I VRTOM - NADOGRADNJA ZGRADE
U NOVOM SADU****APARTMENT WITH STUDIO AND GARDEN – BUILDING EXTENSION IN NOVI SAD***Tijana Krnjajić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Predlog projektovanja dogradnje i dizajniranja unutrašnjeg prostora sadrži prikaz istraživačkog i projektantskog procesa rada koji slede jedan iz drugog i nadovezuju se. Istraživački rad predstavlja osnovnu podlogu koncepta projektovanja.

Glavne reči: projektovanje, enterijer, dizajn, atelje, zeleni krov, bašta

Abstract – The proposal for the design of the extension and the design of the interior space contains a description of the research and design work process.

Keywords: design, interior design, architecture, atrium, green roof, garden

1. UVOD**1.1. Opis izabrane teme**

Tema master rada je projektovanje i dizajn enterijera ateljea, smeštenog na krovu zgrade. Ovaj prostor predstavlja inovativno rešenje koje kombinuje funkcionalnost, estetiku i povezanost sa okolinom. Postoji više razloga za odabir ove teme. Kako se već navelo, pored povezanosti sa prirodom, razlog je i fleksibilnost i prilagodljivost, jer krovni prostori, često, nude raznorazne mogućnosti koje običan čovek ne uviđa iz prve, a okruženje starijih zgrada mu, svakako u tome ne pomaže. U dobu povećane svesti o klimatskim promenama i potrebi za održivim razvojem, projektovanje ateljea na krovu može uključivati i elemente zelene arhitekture, kao što su solarni paneli, biljni krovovi ili sistemi za prikupljanje kišnice. Pored svih navedenih razloga za projektovanje ovako zanimljive tipologije, veoma bitna stavka je i njegova estetska vrednost. Ovaj projekat istražuje sve mogućnosti dizajna i arhitekture, kombinujući, pre svega, funkcionalnost sa estetikom, čime se stvara inspirativan i privlačan prostor koji može da doprinese vizuelnom identitetu zgrade.

1.2. Opšti podaci o projektnom zadatku

Tema zadatka je dogradnja koja se nalazi na krovu postojećeg objekta, tako da neometano postoji, zasebno funkcioniše, a opet, daje neku lepšu sliku već lepog kraja Novog Sada. Objekat, pre svega, treba da sadrži prostor za kreativno stvaranje, a sve druge prostorije su dodate po izboru i želji projektanta. Dvostrana orijentacija je, možda, i najveća prednost ovog projekta,

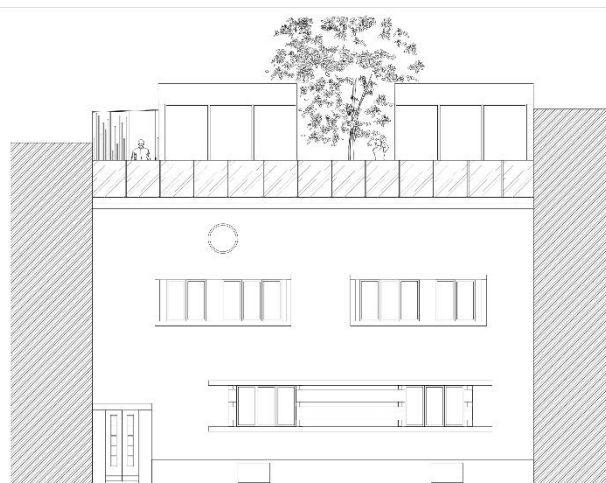
jer omogućava pogled na svaku stranu sveta, iz bilo koje tačke u prostoru, što je veoma specifično za stambenu jedinicu. Vizure, koje se prožimaju unutar prostora, daju beskrajne mogućnosti za uživanje i iskorišćavanje svakog dela dana, dok brisoleji, koji su postavljeni na staklene panele dve fasade, daju potrebnu zaštitu od sunca, ukoliko je to potrebno, a sa spoljašnje strane, prave ritam na fasadi koja deluje kao da je konstantno u pokretu.

1.3. Cilj

Ciljevi izbora teme projektovanja i dizajna enterijera ateljea na krovu zgrade, su razni. Prve svega, to je inovacija u urbanoj arhitekturi. U moru istih rešenja, koje srećemo na ovim prostorima, biti drugačiji i kreativniji je uvek izazov. Pokazati kako neiskorišćeni krovni prostor može da se pretvori u kreativni atelje, uvek je dobar odgovor dosadnoj urbanizaciji.

Pored inovacije, održivi, „zeleni“ dizajn je dosta bitan. Uključiti ekološke principe u projektovanje, ističući važnost održive arhitekture, predstavlja istovremeno i težak i lak zadatak, čiji rezultat ima za cilj da pokaže kako estetski privlačan dizajn može da bude u skladu sa funkcionalnim potrebama korisnika, istovremeno poštujući principe projektovanja ekološki prihvatljive arhitekture.

Cilj je, takođe, istražiti kako, atelje na krovu, može da poboljša životnu sredinu u gradovima, pružajući prostor za kreativnost i opuštanje.



Fotografija 1. – prikaz nadogradnje u kontekstu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Ivana Miškeljin, red. prof.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

2.1. Opis lokacije

Lokacija zgrade, na kojoj se nalazi dogradnja je, kao što je već navedeno, ulica Maksima Gorkog, a kućni broj je 31. Zgrada je sagrađena '60-ih godina prošlog veka i nalazi se u mirnijem delu ulice [1].

Orijentisana je u pravcu sever-jug, odnosno fasada, na kojoj se nalazi ulaz u zgradu, je južna i gleda na ulicu. U svom okruženju ima dosta zelenila, kao i javni parking, a strana koja gleda na dvorište zgrade je privatnija i odiše kućnom atmosferom. Kako je ulica, sama po sebi mirna, barem u ovom delu, veoma je prijatna, kako za porodični život, tako i život nekog mladog umetnika koji traži spokoj i inspiraciju. Blizina okolnih žižnih tačaka ovog grada, čini ovu lokaciju idealnom za život i stvaranje.

2.2. Objekat na kojem se vrši dogradnja

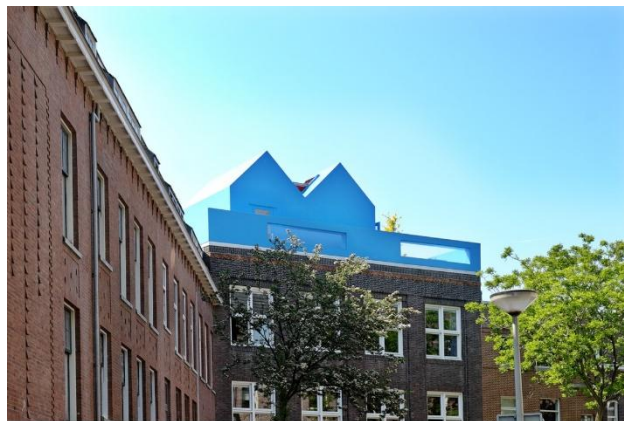
Zgrada pod brojem 31, u ulici Maksima Gorkog, prostire se na parceli ukupne površine od 128m², a sam objekat čine prizemlje i sprat. Kako je niža od susednih zgrada koje je okružuju, raditi dogradnju, na njoj, nije predstavljalo problem ni kada je u pitanju spratnost. Pripada jugoslovenskom periodu, iako ne znamo tačnu godinu nastanka.



Fotografija 2. – izabrani objekat (izvor – lična arhiva)

3. ANALIZA ARHITEKTONSKOG PROGRAMA

Odabrane studije slučaja, imaju za cilj da prikažu različite pristupe rešavanju dogradnje na postojeći objekat, rešavanje problema staklenih fasada, odnosno količine svetla i sunca koji prodiru u sam objekat, tokom dana, kao i postojanje prohodnih zelenih krovova i vrtova, na krovu stambene jedinice.



Fotografija 3. – MVRDV „Didden Village“ (izvor – mvrdiv.com)

Na fotografiji 3 nalazi se primer iz Roterdama od studija MVRDV. Na vrhu postojeće istorijske zgrade i ateljea, ističe se upečatljiv plavi dodatak koji daje kontrast sa krovnom linijom. Ova dogradnja je povezana sa postojećim stanom, koji se nalazi ispod i ima za cilj isključivo proširenje postojećeg prostora.

Ovakav vid dodatka, na postojeći objekat, može se posmatrati kao prototip za dalju mogućnost povećanja gustine naseljenosti, unutar postojećeg grada [2].



Fotografija 4. – Stambena zgrada u ulici Klaudio Koeljo - Arenas Basabe Palacios (izvor - arenasbasabepalacios.com)

Na fotografiji br. 4 nalazi se stambena zgrada u Madridu, u Španiji. Pažljivim dizajniranjem, došlo se do toga da zgrada ističe najviši mogući nivo i kvalifikaciju u pogledu energetske efikasnosti. Drugim rečima, izbor elemenata i materijala za svaku fasadu je istražen i osmišljen, sa posebnim akcentom na izbor materijala za termičku izolaciju, u kombinaciji sa visoko kvalitetnom stolarijom. Doprinos drvenih brisoleja na fasadi je, naravno, veoma značajan, jer pruža zaštitu od sunčeve svetlosti, čime se održava privatnost korisnika, a istovremeno omogućava najlepše poglede na grad [3].

Iz analiza postojećih izvedenih objekata, na osnovu svoje pozicije ili arhitektonskog karaktera, došli smo do izvesnih informacija, koje su nam potrebne prilikom projektovanja zadatog prostora.

Analize su rađene tako da je svaki od navedenih objekata, specifičan na sebi svojstven način. Takođe, svaki od ovih objekata, sadrži u sebi barem jedan princip, dizajna koji je odgovarao na zadatu temu, ako ne i više njih, tako da se, kroz svaki od tih primera, može nešto saznati i primeniti u projektovanju ateljea. Novoprojektovani objekat sadrži nešto iz analiziranih primera kako bi, iz svakog od njih, izvukao ono najbolje i implementirao u novi prostor.

4. IDEJA – šahovska polja

Osnova, koja naizgled podseća na šahovsku tablu definiše kako karakter, tako i kretanje kroz prostor. Svaki modul, odnosno, deo ovog prostora, je zasebna celina koja ima određenu svrhu i funkciju, ali zajedno, čineći ovaj prostor, funkcionišu neometano. Prostor teče i nadovezuje se.



Fotografija 5. – izometrija novoprojektovanog ateljea

5. UREĐENJE ENTERIJERA

Atelje je isprojektovan od lake metalne konstrukcije, skeletnog tipa, sa ispunama od staklenih panela velikog formata, koji mogu da se pomeraju, kako bi se omogućilo provetravanje prostora. Sa jedne strane se dodiruje sa slepom fasadom susedne zgrade dok je, sa druge strane, napravljen prolaz do ulaza u atelje. Obe fasade su slepe i zidane su od pune opeke. Dizajn enterijera je koncipiran tako da ima, takoreći, „pune“ i „prazne“ segmente u okviru osnove koja, naizgled, podseća na šahovsku tablu. Odnos prostorija je jednak, a kada se stakleni paneli otvore, stiče se utisak jednog velikog koherentnog

prostora sa zelenim oazama. Akcenat je oduvek bio na harmoničnom odnosu između objekta i prirodnog okruženja. Pri projektovanju, svetlost treba da naglasi vezu između arhitekture i prirode, omogućavajući korisnicima da osećaju prostornu fluidnost. Ono menja i transformiše prostor [4]. Vođeni činjenicom da je objekat orijentisan na dve strane – severnu i južnu, a dve fasade urađene u staklu, dosta sunca je prisutno tokom čitavog dana. Postavljeni su drveni brisoleji sa strana koje gledaju na ulicu i na dvorište zgrade. Oni prate fasadu, ali i potrebe korisnika, tako da svako njihovo pomeranje i otvaranje, čini ovaj objekat interesantnijim.

6. ZAKLJUČAK

Dodavanje novog objekta, na postojeći krov, omogućava ažuriranje eksterijera kuće ili zgrade. Može da poboljša privlačnost samog objekta, čineći ga većim, uravnoteženijim ili čak savremenijim. Projektovanjem krovne bašte, terase ili balkona dodaje se upotrebljiv spoljašnji prostor koji poboljšava kvalitet života, pružajući privatni zeleni beg od betonske realnosti.



Fotografija 6. – 3d prikaz ateljea

7. LITERATURA

- [1] Donka Stančić, Miloš Arsić, Slobodanka Babić, Branko Bešlin, Jasmina Jakšić, Predrag Medović, Olga Mikić, „Umetnička topografija Novog Sada“, (Matica Srpska, Novi Sad, 2014.g.)
- [2] mvrdrv.com
- [3] arenasbasabepalacios.com
- [4] Ranko Radović, Savremena arhitektura: između stalnosti i promena ideja i oblika (Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka i Stilos Art, 1998. g.)

Kratka biografija:



Tijana Krnjajić rođena je 1993. u Novom Sadu. Nakon završene srednje jezičke, Karlovačke gimnazije, upisuje osnovne akademske studije na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu i završava ih 2023. godine. Diplomski brani iz oblasti projektovanja enterijera koktel bara u Novom Sadu. Master studije brani 2025.

ANALIZA STANJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U ZEMLJAMA ZAPADNOG BALKANA**ANALYSIS OF TRAFFIC SAFETY CONDITIONS IN THE WESTERN BALKAN COUNTRIES**

Bojana Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Cilj ovog sistematskog pregleda literature je analiza istraživanja o bezbednosti saobraćaja u zemljama Zapadnog Balkana, izuzimajući Srbiju, za period od 2015. do 2024. godine. Obrada 32 primarne studije obuhvata ključne aspekte poput analize rizika, korišćenja novih tehnologija, uticaja infrastrukturnih projekata i razvoja strateških politika za unapređenje saobraćajne bezbednosti u Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, Hrvatskoj, Severnoj Makedoniji i Sloveniji. Pregled ističe zajedničke izazove u regionu, kao što su potreba za boljom regulativom i efikasnijim sprovođenjem zakona.

Ključne reči: bezbednost saobraćaja, zapadni Balkan, analiza rizika, infrastruktura

Abstract – The aim of this systematic literature review is to analyze traffic safety research in the Western Balkan countries, excluding Serbia, for the period from 2015 to 2024. A total of 32 primary studies were reviewed, covering key aspects such as risk analysis, the use of new technologies, the impact of infrastructure projects, and the development of strategic policies to improve traffic safety in Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Croatia, North Macedonia, and Slovenia. The review highlights common challenges in the region, such as the need for better regulation and more effective law enforcement.

Keywords: traffic safety, Western Balkans, risk analysis, infrastructure

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja predstavlja jedan od najvažnijih aspekata javnog zdravlja i upravljanja infrastrukturom širom sveta. Sa porastom broja motornih vozila i složenošću saobraćajnih sistema, izazovi u pogledu poboljšanja bezbednosti na putevima postaju sve izraženiji. Ove promene utiču ne samo na kvalitet života, već i na ekonomske pokazatelje zemalja. Takođe, rastuća urbanizacija i dinamični razvoj transportnih mreža dodatno komplikuju procese planiranja i implementacije efektivnih mera bezbednosti. Stoga, napor za poboljšanje bezbednosti saobraćaja ostaju ključna tema u mnogim istraživanjima, budući da imaju direktan uticaj na opšte blagostanje i ekonomsku stabilnost.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Stefanović, red. prof.

Struktura rada je sledeća: u drugom delu je predstavljen pregled stanja u oblasti, u trećem delu je prikazana metodologija sistematskog pregleda literature, u okviru koje je dat prikaz planiranja i sprovođenja pregleda, kao i ekstrakcija podataka i dobijeni rezultati. Na kraju, četvrti deo donosi diskusiju i zaključke, ističe ograničenja istraživanja i predlaže smernice za buduća istraživanja.

2. PREGLED STANJA U OBLASTI

Istraživanje bezbednosti saobraćaja često se usmerava na pojedinačne aspekte, kao što su broj nesreća, posledice po učesnike u saobraćaju i efektivnost različitih mera bezbednosti [2]. Ipak, nedostatak sveobuhvatnog pregleda koji uključuje poređenje bezbednosti saobraćaja u različitim zemljama i regionima i dalje predstavlja značajnu prazninu u literaturi. Ovo istraživanje nastoji da popuni tu prazninu analizom bezbednosti saobraćaja u zemljama regiona (Hrvatska, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Severna Makedonija, Slovenija), sa posebnim akcentom na poređenje politika i izazova u primeni mera bezbednosti.

Glavni izazovi sa kojima se region suočava uključuju nepotpune ili zastarele podatke o saobraćajnim nesrećama, nedovoljnu koordinaciju između različitih institucija, kao i variranje u primeni mera bezbednosti između zemalja. Takođe, tehnološki napredak i dostupnost savremenih modela za praćenje i analizu nesreća igraju važnu ulogu u definisanju strategija za smanjenje broja saobraćajnih nezgoda i povećanje bezbednosti na putevima.

Ova studija koristi sistematski pregled literature da bi istražila ključne aspekte poboljšanja bezbednosti saobraćaja u regionu, analizirajući politike, izazove i efektivnost različitih mera.

3. METODOLOGIJA

Za izradu ovog sistematskog pregleda literature korišćena je procedura Barbare Kičenhem. Prema Kičenhem, sistematski pregled literature može se sažeti u tri glavne faze: planiranje pregleda, sprovođenje pregleda i izveštavanje o pregledu. Pregled literature fokusira se na skup istraživačkih pitanja, kao i na kriterijume uključivanja i isključivanja (inkluzije i ekskluzije). [3]

3.1. Planiranje pregleda

U fazi planiranja pregleda literature, neophodno je identifikovati potrebu za izvođenjem pregleda na

određenu temu. Potreba za sistematskim pregledom literature može se utvrditi pregledom postojećih pregleda u toj konkretnoj oblasti istraživanja, sledeći smernice koje je predložila Kičenhem.[3] Nije pronađen sistematski pregled literature koji se bavi bezbednošću saobraćaja u kontekstu zemalja Zapadnog Balkana.

Formulisana su sledeća istraživačka pitanja:

- IP 1. Koje su ključne politike i strategije za unapređenje bezbednosti saobraćaja u zemljama regiona (Hrvatska, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Severna Makedonija, Slovenija)?
- IP 2. Koji su izazovi sa kojima se suočavaju zemlje regiona u implementaciji mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja?
- IP 3. Kako se stope saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica razlikuju među zemljama regiona?
- IP 4. Kakva je efikasnost različitih politika i intervencija u unapređenju saobraćajne bezbednosti u zemljama regiona?
- IP 5. Koji su ključni faktori uspeha u smanjenju broja saobraćajnih nezgoda u pojedinim zemljama regiona?

Za ovaj pregled literature korišćene su sledeće baze podataka:

- Scopus
- Web of Science

Scopus je najveća zbirka sažetaka i citatnih baza recenzirane literature, uključujući naučne časopise, knjige i zbornike radova. Pruža sveobuhvatan pregled globalnih istraživanja u nauci, tehnologiji, medicini, društvenim naukama, umetnosti i humanističkim naukama. Scopus nudi alate za praćenje, analizu i vizualizaciju istraživanja [4].

Web of Science je platforma koja se sastoji od više baza podataka za pretragu literature, dizajniranih da podrže naučna i akademska istraživanja. Omogućava korisnicima da prikupljaju, analiziraju i šire informacije na jednostavan način [5].

Termini za pretragu definisani za pretragu u ovim bazama podataka su prikazani u nastavku:

("traffic safety" OR "road safety" OR "traffic accidents" OR "road accidents" OR "traffic regulation" OR "road regulation")

AND

("Croatia" OR "Montenegro" OR "Bosnia and Herzegovina" OR "North Macedonia" OR "Slovenia")

AND

("policy" OR "implementation" OR "analysis")

Kriterijumi inkluzije:

- KI1 Geografska oblast: Radovi koji se fokusiraju na bezbednost saobraćaja u zemljama regiona (Hrvatska, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Severna Makedonija, Slovenija).
- KI2 Vrsta studije: Empirijske studije, analize politika, evaluacije sprovedenih mera i studije koje se bave implementacijom i efektivnošću saobraćajnih politika.
- KI3 Vremenski okvir: Radovi objavljeni u poslednjih 9 godina.

-KI4 Tema: Studije koje se bave aspektima bezbednosti saobraćaja, kao što su saobraćajne nesreće, prevencija, sigurnosne mere, infrastruktura i uticaj različitih politika na bezbednost saobraćaja.

-KI5 Tip publikacija: Recenzirani članci, konferencijski radovi, studije sa konkretno analiziranim podacima o saobraćajnoj bezbednosti.

Kriterijumi ekskluzije:

-KE1 Geografska ograničenja: Studije koje pokrivaju isključivo druge zemlje van regiona.

-KE2 Nepovezanost sa temom: Radovi koji ne obrađuju konkretne aspekte bezbednosti saobraćaja, već npr. urbanizam, transportni sistemi bez posebnog osvrta na bezbednost.

-KE3 Stariji radovi: Radovi koji su stariji od 9 godina.

-KE4 Teorijski radovi bez empirijske podloge**: Studije koje su isključivo teorijske i ne sadrže relevantne podatke ili analize o saobraćajnim nesrećama i merama bezbednosti.

-KE5 Pristup: Radovi koji nisu otvorenog pristupa (open access).

3.2. Sprovođenje pregleda

Tokom faze pregleda literature, primarne studije koje ispunjavaju unapred definisane kriterijume za inkluziju i ekskluziju su identifikovane i dokumentovane u tabeli. Prvi korak je podrazumevao uspostavljanje kriterijuma u okviru protokola pregleda. Proces pretraživanja i rezultati su predstavljeni u tabeli, što odražava sistematski pristup odabiru relevantnih istraživanja za studiju.

U prethodnom poglavlju definisani su kriterijumi za inkluziju i ekskluziju, kao i upit korišćen za pretragu baza podataka. Nakon primene ove procedure, dobijeno je ukupno 255 rezultata. Tokom selekcije, prvo je filtrirano prema datumu objavljivanja i pristupa (odbačeni su radovi pre 2015. godine i radovi bez potpunog pristupa). Zatim su radovi uvezeni u Mendeley za upravljanje referencama, gde je uklonjeno 25 duplikata. Čitanjem sažetaka i primenom kriterijuma, odbačeno je još 25 radova. Na kraju, čitanjem celih radova odbačeno je 10 studija, što je dovelo do konačnog broja od 32 primarne studije.

3.3. Ekstrakcija i kompresija podataka

Korišćenjem ekstrakcije podataka, studije odabrane u prethodnim fazama sistematskog pregleda literature su sažete i prikazane u sledećem odeljku. Tabele i grafikoni pružaju vizuelni prikaz odabranih radova na osnovu kriterijuma za ekstrakciju podataka. Sve analizirane studije su sprovedene u poslednjih devet godina.

Trendovi u broju studija su sledeći:

Od 2015. godine, broj radova je bio mali, ali je postepeno rastao, što ukazuje na povećano interesovanje i aktivnost u istraživanju.

Od 2018. do 2020. godine, broj radova se smanjivao, što može biti rezultat manje aktivnosti ili promene fokusa u istraživanjima.

Nakon 2020. godine, vidimo značajan porast broja radova, naročito u 2021. i 2022. godini, što ukazuje na obnovljenu aktivnost i interesovanje u oblasti.

Poslednje godine, 2023. i 2024., pokazuju smanjenje broja radova, ali i dalje u skladu sa prethodnim trendovima.

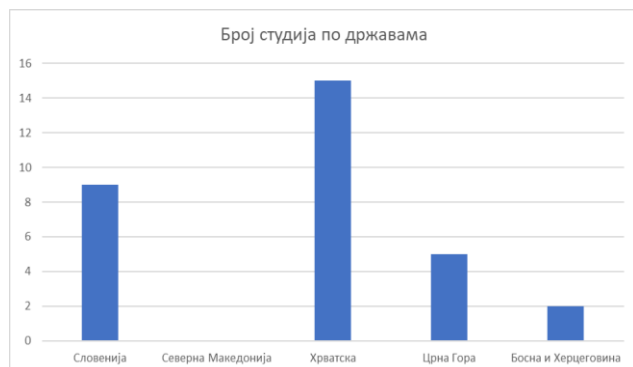
Slika1 pokazuje grafik koji prati ove podatke i vizualizuje kako se broj studija menja tokom vremena. Korišćenje linijskog grafikona može pomoći u identifikaciji trendova i perioda sa većim ili manjim interesovanjem za temu.



Slika 1 Broj primarnih studija po godinama

Prema podacima, najveći broj studija (26) potiče iz časopisa i čini 81,2% ukupnog broja primarnih studija, dok je broj studija iz konferencijskih listova znatno manji i sa 6 radova čini 18,8% ukupnog broja.

Što se tiče raspodele studija prema državama, Hrvatska dominira sa najviše studija, što ukazuje na aktivnu istraživačku zajednicu u oblasti bezbednosti saobraćaja. Slovenija je na drugom mestu, dok Crna Gora, Bosna i Hercegovina i Severna Makedonija imaju manji broj studija, što sugeriše na varijacije u istraživačkoj aktivnosti među državama. Slika2 jasno pokazuje prethodno navedene podatke.



Slika2 Broj studija po državama

Prema analiziranim podacima, različiti aspekti istraživanja o bezbednosti saobraćaja su distribuirani na sledeći način:

Tehnička rešenja i ljudski faktori su najzastupljeniji, svako sa 18,8% u ukupnom broju studija. Ovo ukazuje na značaj istraživanja tehnoloških inovacija i uticaja ljudskih grešaka na bezbednost na putevima.

Bezbednost dece je obuhvaćena u 12,5% studija, što pokazuje da postoji značajan interes za zaštitu najmlađih učesnika u saobraćaju.

Infrastrukturni i ekološki faktori takođe čine 18,8% studija, što odražava važnost uticaja infrastrukture i životne sredine na saobraćajnu bezbednost.

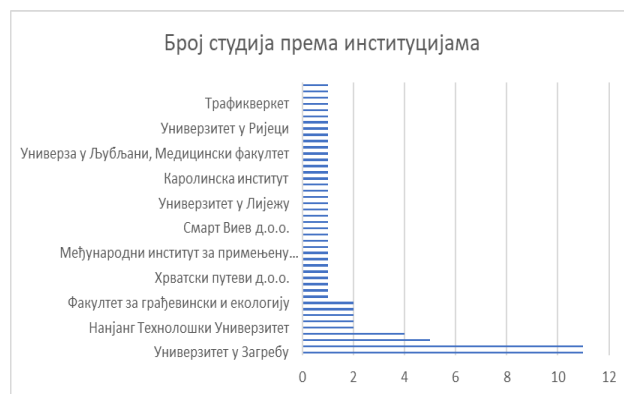
Komparativne studije, koje čine 15,6% od ukupnog broja, fokusiraju se na upoređivanje različitih pristupa i politika u različitim zemljama.

Uticaj ispravnosti i broja vozila je istraživao u 6,3% studija, što može ukazivati na manju istraživačku pažnju posvećenu ovom aspektu.

Strategije upravljanja bezbednošću zauzimaju 9,4% studija, što ukazuje na značaj istraživanja politika i mera za poboljšanje bezbednosti saobraćaja.

Ovi aspekti pokrivaju širok spektar tema i pokazuje različite oblasti interesa u istraživanju saobraćajne bezbednosti.

Slika3 prikazuje broj studija prema univerzitetima i institucijama i na njoj se može videti da najveći broj radova potiče sa Univerziteta u Zagrebu i njegovog Fakulteta za transportne i saobraćajne nauke, koji zajedno čine značajan deo ukupnih studija. Univerzitet u Mariboru i Univerzitet Crne Gore takođe doprinose znatnim brojem radova, ali znatno manje u odnosu na Zagreb. Ostale institucije, uključujući međunarodne i regionalne univerzitete i organizacije, imaju manje pojedinačne doprinose, sa uglavnom jednim ili dva rada po instituciji.



Slika 3 Broj studija prema institucijama

Što se tiče raspodele studija prema naučnim oblastima, društvene nauke i inženjering predstavljaju najzastupljenije oblasti u istraživanjima. Medicina, računarske nauke i ekologija takođe imaju značajan doprinos, ali sa manjim udelima u poređenju sa vodećim oblastima. Ostale oblasti, poput energije, ekonomije i materijalnih nauka, doprinose manjim brojem studija. Ova raspodela pokazuje multidisciplinarni pristup istraživanjima sa dominacijom tehničkih i društvenih nauka, ali i važnost zdravstvenih i ekoloških pitanja u kontekstu saobraćajne bezbednosti. Na slici 4 mogu se videti dobijeni rezultati u formi grafika.



Slika 4 Raspodela studija prema oblasti pripadanja

4. DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

U ovom odeljku analizirani su rezultati sistematskog pregleda literature u vezi sa bezbednošću saobraćaja u regionu koji obuhvata Hrvatsku, Crnu Goru, Bosnu i Hercegovinu, Severnu Makedoniju i Sloveniju.

Odgovori na istraživačka pitanja:

KPI 1: Ključne politike u regionu fokusirane su na modernizaciju infrastrukture, edukaciju učesnika u saobraćaju i primenu savremenih tehnologija za nadzor. Hrvatska i Slovenija se ističu u unapređenju putne infrastrukture i upotrebi automatizovanih sistema, dok Crna Gora i Bosna i Hercegovina naglašavaju kampanje za podizanje svesti i edukaciju mladih vozača.

KPI 2: Izazovi u implementaciji bezbednosnih mera uključuju nedostatak finansijskih sredstava, birokratske prepreke i lošu koordinaciju među institucijama. Bosna i Hercegovina se suočava sa problemima u održavanju infrastrukture, dok Crna Gora ima poteškoće u koordinaciji različitih nadležnih tela.

KPI 3: Postoje značajne razlike u stopama saobraćajnih nezgoda među zemljama. Hrvatska i Slovenija beleže niže stope nezgoda zbog bolje infrastrukture i usklađenosti sa EU standardima, dok Crna Gora i Severna Makedonija imaju više problema sa nezgodama koje uključuju mlade vozače.

KPI 4: Efikasnost politika zavisi od integracije saobraćajnih strategija sa društvenim i ekonomskim razvojem. Slovenija i Hrvatska pokazuju veću povezanost između saobraćajnih politika i održivog razvoja, dok Bosna i Hercegovina i Severna Makedonija trebaju dodatna ulaganja u modernizaciju infrastrukture i bolje upravljanje podacima.

KPI 5: Ključni faktori uspeha uključuju političku podršku, koordinaciju među institucijama, adekvatno finansiranje i upotrebu savremenih tehnologija. U Hrvatskoj i Sloveniji su tehnologije za detekciju brzine i video nadzor pokazale uspeh, dok je u Crnoj Gori važna saradnja sa međunarodnim organizacijama.

Ovaj sistematski pregled literature o stanju bezbednosti saobraćaja u regionu (Hrvatska, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Severna Makedonija, i Slovenija) otkrio je ključne trendove i izazove. Analiza pokazuje da se u svim analiziranim zemljama sprovode aktivnosti za poboljšanje bezbednosti saobraćaja, ali se različite strategije primenjuju na različite načine.

Podaci i studije ukazuju na značajne napore u razvoju i implementaciji politika za poboljšanje saobraćajne bezbednosti. Iako su neki od pristupa uspešni, prisutni su izazovi poput nedostatka koordinacije, ograničenih resursa i potrebe za inovacijama. Upotrebom savremenih tehnologija i integracijom novih modela mogu se postići bolji rezultati u smanjenju nezgoda i unapređenju bezbednosti na putevima.

Rezultati pregleda naglašavaju potrebu za stalnim unapređenjem mera i politika, kao i uključivanjem svih zainteresovanih strana u donošenje odluka. Sveobuhvatni pristupi, koji obuhvataju tehnološke inovacije, fleksibilne

modele i integrisane strategije, ključni su za uspešno upravljanje bezbednošću saobraćaja.

S obzirom na kompleksnost izazova u regionu, kontinuirani rad na poboljšanju politika, primeni novih tehnologija i jačanju koordinacije među institucijama je neophodan za postizanje značajnih napredaka u bezbednosti saobraćaja i sigurnijem okruženju na putevima.

5. LITERATURA

- [1] R. Vujadinović, J. Š. Jovanović, A. Plevnik, L. Mladenović, and T. Rye, "Key challenges in the status analysis for the sustainable urban mobility plan in podgorica, montenegro," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 3, pp. 1–28, 2021, doi: 10.3390/su13031037.
- [2] S. Šurdonja, V. Dragčević, and A. Deluka-Tibljaš, "Analyses of maximum-speed path definition at single-lane roundabouts," *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, vol. 5, no. 2, pp. 83–95, 2018, doi: 10.1016/j.jtte.2017.06.006.
- [3] B. Kitchenham, "Procedures for Performing Systematic Reviews," *Keele, UK, Keele Univ.*, vol. 33, Aug. 2004.
- [4] Anon Scopus - an overview | ScienceDirect Topics
- [5] Anon Scopus | Abstract and citation database | Elsevier

UVODENJE SEKTORA ZA LJUDSKE RESURSE U RAZVOJNI FOND VOJVODINE**INTRODUCTION OF THE HUMAN RESOURCES DEPARTMENT IN THE DEVELOPMENT FUND OF VOJVODINA**Sara Gavrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi predlogom za uvođenje sektora za ljudske resurse u Razvojni fond Vojvodine. Rad analizira ključne procese u upravljanju ljudskim resursima, uključujući regrutaciju, selekciju, onboarding, razvoj i zadržavanje zaposlenih, kao i offboarding i alumni programe. Fokus je na značaju profesionalnog upravljanja kadrovima, što bi povećalo efikasnost, zadržavanje talenata i unapredilo organizacionu kulturu fonda.

Ključne reči: Ljudski resursi (HR), sektor za ljudske resurse, onboarding, zadržavanje zaposlenih, razvoj zaposlenih, offboarding, alumni programi, Razvojni fond Vojvodine.

Abstract – This paper addresses the proposal for introducing a human resources department in the Development Fund of Vojvodina. It analyzes key HR processes such as recruitment, selection, onboarding, employee development, retention, offboarding, and alumni programs. The focus is on the importance of professional workforce management aimed at improving efficiency, talent retention, and enhancing the organizational culture of the fund.

Keywords: Human Resources (HR), the HR sector, onboarding, employee retention, employee development, offboarding, alumni programs, Development Fund of Vojvodina.

1. UVOD

Ljudski resursi igraju ključnu ulogu u uspehu svake organizacije, jer upravo zaposleni svojim znanjima, veštinama i angažovanjem doprinose ostvarivanju strateških ciljeva. Efikasno upravljanje ljudskim resursima postaje sve važnije u savremenom poslovnom okruženju koje je obeleženo ubrzanim tehnološkim promenama, globalizacijom i rastućom konkurencijom. U ovom kontekstu, uvođenje sektora za ljudske resurse u organizacije koje se tradicionalno nisu oslanjale na ove prakse može značajno unaprediti njihovu operativnu efikasnost i konkurentsku prednost. Razvojni fond Vojvodine, kao jedna od ključnih institucija za podršku privrednom razvoju u regionu, trenutno funkcioniše bez formalno uspostavljenog HR sektora. U Fondu, procesi kao što su privlačenje i zadržavanje talenata, onboarding novih zaposlenih, kao i razvoj postojećih kadrova, sprovode se bez centralizovane koordinacije i strateškog pristupa.

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bila dr Jelena Čulibrk, vanredni profesor

Odsustvo sektora za ljudske resurse otežava implementaciju modernih praksi upravljanja zaposlenima, što dugoročno može negativno uticati na produktivnost, inovativnost i održivost same organizacije.

2. LJUDSKI RESURSI – OSNOVNI POJMOVI**2.1. Pojam i značaj ljudskih resursa u organizacijama**

Termin "ljudski resursi" odnosi se na ljude unutar organizacije, njihov potencijal, veštine i doprinos postizanju ciljeva organizacije. Upravljanje ljudskim resursima obuhvata procese regrutacije, selekcije, obuke, razvoja i zadržavanja zaposlenih. Ljudski resursi su ključni za kreiranje pozitivne organizacione kulture i povećanje produktivnosti kroz inovacije i efikasnost [1]. Organizacije se oslanjaju na kvalitetne i motivisane zaposlene kako bi ostvarile konkurentnost na globalnom tržištu. Menadžment ljudskih resursa igra centralnu ulogu u postizanju organizacionih strategija i odgovara na izazove globalizacije i tržišnih promena.

2.2. Upravljanje ljudskim resursima

Pojam upravljanja ljudskim resursima (Human Resource Management) postaje relevantan u teoriji i praksi početkom 1990-ih, kada se ljudski faktor počinje posmatrati kao objekat upravljanja [1]. Upravljanje ljudskim resursima se pozicionira unutar sfere vođenja ljudi u organizaciji i oslanja se na ključne aspekte organizacionog ponašanja, kao što su motivacija, interpersonalni odnosi, socijalizacija u organizaciji i organizaciona kultura [2]. Za efikasno upravljanje ljudskim resursima potrebna su specifična teorijska znanja, kao i specifične metode i procesi koji omogućavaju optimalno iskorišćavanje i razvoj ljudskog potencijala [1].

2.3. Uloga sektora za ljudske resurse u modernizaciji poslovanja

U današnjem dinamičnom poslovnom okruženju, organizacije se suočavaju sa izazovima koji zahtevaju stalnu modernizaciju. Tehnološke inovacije, globalizacija i promena radnih navika prisiljavaju kompanije da prilagođavaju svoje strategije kako bi ostale konkurentne. Sektor za ljudske resurse (HR) igra ključnu ulogu u upravljanju ljudskim kapitalom i podršci tim promenama [3]. Jedan od glavnih doprinosa HR sektora je razvoj strategija za privlačenje i zadržavanje talenata, koristeći digitalne alate i društvene mreže. Pored toga, HR unapređuje organizacionu kulturu koja podstiče inovativnost, saradnju i učenje, što doprinosi modernizaciji poslovnih procesa. Takođe, HR sektor igra važnu ulogu u

digitalnoj transformaciji kroz obuku zaposlenih za rad u digitalnom okruženju i upravljanje promenama. Na kraju, HR podržava održivost kroz promociju raznolikosti, inkluzije i ekološki odgovornih praksi. HR sektor, kroz ove aktivnosti, ne samo da podržava promene, već aktivno oblikuje modernizaciju i konkurentnost organizacije [3].

3. RAZVOJNI FOND VOJVODINE: PREGLED

3.1. Istrorijjat Razvojnog fonda Vojvodine

Razvojni fond Vojvodine ključni je instrument za ekonomski razvoj i unapređenje životnog standarda u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini. Osnovan s ciljem podrške poljoprivredi i malim i srednjim preduzećima, fond je tokom godina prošao kroz različite faze prilagođavanja političkim i ekonomskim promenama. Tokom tranzicije iz socijalističkog u tržišni sistem 1990-ih, fond se reformisao kako bi odgovorio na potrebe privatnog sektora. Danas, pored tradicionalne podrške poljoprivredi, Fond je fokusiran na inovacije, tehnologiju i održivi razvoj, pružajući povoljne kredite za različite projekte, uključujući podršku preduzetnicima i tehnološke inovacije. Glavna misija Fonda je finansiranje razvojnih projekata po povoljnijim uslovima od tržišnih, dok vizija uključuje postizanje statusa ključnog stuba održivog razvoja privrede Vojvodine.

3.2. Organizaciona struktura

Organizaciona struktura Razvojnog fonda Vojvodine je podeljena na više sektora i službi, koje omogućavaju efikasno upravljanje različitim aspektima poslovanja. Na vrhu strukture nalazi se Nadzorni odbor, koji donosi ključne odluke, dok savetnik i pomoćnik direktora pomažu u strateškom planiranju i upravljanju. Sektori uključuju kreditni sektor, sektor kontrole rizika, sektor finansija i računovodstva, sektor pravnih poslova, marketing sektor i sektor za imovinu. Svaki sektor ima specifične službe sa jasno definisanim odgovornostima, koje pokrivaju oblasti poput odobravanja kredita, kontrole rizika, finansijskog planiranja, pravnih poslova, marketinga i upravljanja imovinom. Ova organizacija omogućava specijalizaciju i efikasno poslovanje Fonda.

3.3. Značaj uvođenja sektora za ljudske resurse u Razvojni fond Vojvodine

Uvođenje sektora za ljudske resurse u Razvojni fond Vojvodine predstavlja strateški korak ka modernizaciji poslovanja, poboljšanju organizacione kulture i postizanju dugoročnih ciljeva. Sektor za ljudske resurse može unaprediti procese zapošljavanja, selekcije i razvoja zaposlenih, osiguravajući privlačenje i zadržavanje talentovanih stručnjaka. Takođe, ovaj sektor igra ključnu ulogu u izgradnji pozitivne organizacione kulture, motivaciji zaposlenih i upravljanju promenama. Efikasno upravljanje ljudskim resursima doprinosi povećanju produktivnosti, lojalnosti i konkurentne prednosti organizacije [4]. Ulaganje u ljude osigurava održivost i uspeh Razvojnog fonda Vojvodine.

4. KLJUČNI PROCESI U SEKTORU ZA LJUDSKE RESURSE

Uspostavljanje sektora za ljudske resurse podrazumeva efikasno upravljanje svim fazama životnog ciklusa

zaposlenih u organizaciji. Životni ciklus zaposlenog obuhvata niz faza kroz koje prolazi svaki zaposleni u okviru organizacije, od privlačenja i regrutacije, preko razvoja i zadržavanja, do napuštanja organizacije i alumni faze. Ovaj koncept omogućava organizacijama da razviju ciljne strategije upravljanja ljudskim resursima na svakoj od tih faza, čime se postiže veći nivo angažovanosti i lojalnosti zaposlenih [5]. Svaka od ovih faza je usko povezana sa ključnim procesima u sektoru za ljudske resurse, a njihova uspešna implementacija obezbeđuje da zaposleni prolaze kroz sve faze ciklusa na način koji doprinosi ostvarivanju strateških ciljeva organizacije.

4.1. Regrutacija i selekcija

Regrutacija je proces identifikovanja i privlačenja potencijalnih kandidata za radna mesta u organizaciji. U Razvojnem fondu Vojvodine, regrutacija treba da bude usmerena na privlačenje stručnjaka koji su u stanju da doprinesu misiji i ciljevima organizacije. Transparentan i strukturisan proces selekcije omogućava izbor najboljih kandidata na osnovu objektivnih kriterijuma, kao što su tehničke veštine, radno iskustvo i sposobnost prilagođavanja kulturi organizacije. Efikasna regrutacija i selekcija mogu smanjiti fluktuaciju tako što će obezbediti da se zaposle kandidati koji su ne samo kvalifikovani, već i motivisani da ostanu u organizaciji na duži rok [1].

4.2. Onboarding

Onboarding je proces kojim se novozaposleni integrišu u organizaciju. Ovaj proces osigurava da novi zaposleni brzo razumeju svoja zaduženja, organizacionu kulturu i očekivanja. Dobro strukturisan onboarding smanjuje stres prilikom prilagođavanja i pomaže novim zaposlenima da što brže postanu produktivni članovi tima. Uvođenje mentorstva tokom onboardinga pomaže u jačanju veza između novih zaposlenih i iskusnih članova tima [5]. HR odeljenje igra ključnu ulogu u pripremi, koordinaciji i obuci tokom onboardinga. Ono je odgovorno za obezbeđivanje potrebne dokumentacije, organizaciju uvodnih programa, sprovođenje obuka i pružanje kontinuirane podrške novim zaposlenima kroz mentorstvo i resurse. HR stručnjaci su često prvi kontakt za nove zaposlene, što dodatno naglašava njihovu ulogu u stvaranju pozitivnog iskustva tokom onboardinga [5]. Istraživanja pokazuju da organizacije koje ulože vreme i resurse u stvaranje strukturiranog i podržavajućeg onboarding procesa imaju veće šanse da zadrže talente i ostvare poslovni uspeh [6].

4.3. Razvoj zaposlenih

Razvoj zaposlenih je suštinski proces za postizanje dugoročnih ciljeva organizacije i unapređenje njene efikasnosti. Kroz kontinuirano unapređenje znanja i veština, zaposleni postaju sposobniji, što direktno utiče na rast produktivnosti i konkurentnosti na tržištu. Organizacije koje ulažu u razvoj svojih zaposlenih ostvaruju bolje rezultate, jer zaposleni postaju motivisaniji i lojalniji, smanjujući fluktuaciju i troškove vezane za regrutaciju [2]. Jedan od glavnih razloga za značaj razvoja zaposlenih je povećanje angažovanosti i zadovoljstva. Kada zaposleni vide da im se pružaju prilike za profesionalni rast, postaju posvećeniji i spremniji da doprinesu organizaciji. Ovo se takođe odražava na

izgradnju pozitivne organizacione kulture i zadržavanje talenata. U dinamičnom poslovnom okruženju, organizacije koje nude mogućnosti za obuku i karijerni napredak imaju veće šanse da privuku i zadrže kvalifikovane stručnjake. Ulaganje u razvoj zaposlenih donosi dugoročne koristi, jer osigurava da organizacija može efikasno odgovarati na buduće izazove. Takođe, razvoj zaposlenih pomaže u izgradnji efektivnih lidera i jača upravljanje promenama unutar organizacije. Ključni elementi razvoja zaposlenih uključuju identifikaciju potreba za obukom, planiranje i implementaciju programa, kao i mentorstvo i podršku. Prednosti razvoja zaposlenih su višestruke, uključujući povećanu produktivnost, poboljšanu retenciju zaposlenih i jačanje konkurentске prednosti. Na kraju, razvoj zaposlenih je ključan za izgradnju poverenja i lojalnosti unutar organizacije, čime se stvara stabilna radna snaga posvećena dugoročnom uspehu.

4.4. Zadržavanje zaposlenih

Zadržavanje zaposlenih predstavlja jedan od ključnih izazova sa kojima se suočavaju sve organizacije, uključujući i Razvojni fond Vojvodine. U savremenom poslovnom okruženju, gde je talenat postao ključna prednost, zadržavanje kvalifikovanih i motivisanih zaposlenih od suštinskog je značaja za dugoročni uspeh i stabilnost organizacije. Zadržavanje zaposlenih je ključno za stabilnost i uspeh Razvojnog fonda Vojvodine. Kroz primenu odgovarajućih strategija, kao što su razvoj zaposlenih, stvaranje pozitivne radne kulture i obezbeđivanje konkurentnih paketa kompenzacija, organizacija može zadržati svoje najbolje kadrove. Ulaganje u zadržavanje zaposlenih nije samo pitanje smanjenja troškova, već i unapređenja organizacione efikasnosti i postizanja dugoročnih ciljeva [4].

4.5. Offboarding

Offboarding je proces formalnog napuštanja organizacije od strane zaposlenih. Dobro strukturisan offboarding proces uključuje završne intervjue, prenos znanja i evaluaciju odlaska, čime se osigurava da se organizacija iz ovih odlazaka može učiti i unapređivati. Kada zaposleni odluči da napusti svoju poziciju u organizaciji, ključni izazov za poslodavce je da obezbede da ovaj prelazni period bude što manje stresan i zbunjujuć za sve uključene strane [7]. Ključni elementi offboardinga uključuju planiranje, komunikaciju, administrativne korake i evaluaciju. Efikasno upravljanje ovim procesom pomaže u očuvanju integriteta organizacije i stvaranju pozitivnog okruženja za sve strane. U svetu s povećanom mobilnošću zaposlenih, značaj dobro organizovanog offboarding procesa ne može se dovoljno naglasiti [2]. Ovaj proces doprinosi održavanju dobrih odnosa sa bivšim zaposlenima, čime se otvara mogućnost za buduću saradnju [1].

4.6. Alumni programi

Alumni programi se fokusiraju na održavanje kontakta sa bivšim zaposlenima koji mogu doprineti daljem razvoju organizacije kroz razmenu znanja, preporuke ili čak povratak na radna mesta u budućnosti. U savremenom poslovnom svetu, gde je konkurencija za talentovane zaposlene sve veća, bivši zaposleni predstavljaju dragocen

resurs. Njihovo razumevanje organizacione kulture i poslovnih procesa omogućava im da zadrže vezu s kompanijom, čak i nakon odlaska, čime postaju izvor korisnih preporuka i novih poslovnih prilika. Razvojni fond Vojvodine može kroz ove programe graditi mrežu kontakata koja bi bila od koristi za buduće projekte i poslovni razvoj [5].

5. PREDLOZI ZA IMPLEMENTACIJU

5.1. Postepena implementacija

Postepena implementacija sektora za ljudske resurse omogućava organizaciji da smanji operativne rizike i olakša prilagođavanje promenama. Prva faza podrazumeva analizu potreba i prioriteta u upravljanju ljudskim resursima, što omogućava fokus na specifične izazove poput zadržavanja zaposlenih ili regrutacije. Edukacija menadžmenta i zaposlenih igra ključnu ulogu u ovom procesu, obezbeđujući promenu pristupa i usvajanje novih praksi. Postepeno uvođenje smanjuje otpor zaposlenih prema promenama, omogućava evaluaciju i prilagođavanje svake faze, i postavlja temelje za dugoročnu uspešnost i unapređenje organizacione kulture [8].

5.2. Pilot projekti

Pilot projekti predstavljaju ključni korak u postepenoj implementaciji sektora za ljudske resurse (HR). Njihova svrha je omogućiti organizaciji da testira nove HR prakse u manjem obimu, kako bi minimizirala rizike i troškove neuspešnog uvođenja promena [8]. Primena pilot projekata obuhvata testiranje novih procesa kao što su onboarding, sistemi za upravljanje učinkom, i digitalni alati za internu komunikaciju. Kroz ovaj pristup, organizacija može dobiti povratne informacije i prilagoditi procese pre šire primene. Evaluacija pilot projekata zasniva se na jasnim metrikama koje omogućavaju menadžmentu da proceni uspešnost pre nego što se uvedu promene na nivou cele organizacije.

5.3. Edukacija menadžmenta i zaposlenih

Edukacija menadžmenta i zaposlenih ključna je za uspešnu implementaciju sektora za ljudske resurse (HR). Menadžment mora razumeti ulogu HR sektora, primeniti nove procese i razviti veštine liderstva i komunikacije. Takođe, obuka o upravljanju konfliktima je neophodna za rešavanje izazova tokom promena. S druge strane, zaposleni moraju biti informisani o novim HR praksama, imati prilike za razvoj karijere, kao i obuku za korišćenje digitalnih alata [8]. Kontinuirana edukacija obezbeđuje da su svi akteri u organizaciji spremni za dugoročnu primenu novih strategija, čime se poboljšava organizaciona kultura i zadovoljstvo zaposlenih.

5.4. Kontinuirano praćenje i evaluacija

Kontinuirano praćenje i evaluacija su ključni za uspešnu implementaciju sektora za ljudske resurse (HR). Ovi procesi omogućavaju organizacijama da redovno prate napredak, identifikuju izazove i prilagode strategije za optimalno funkcionisanje HR sektora [1]. Kontinuirano praćenje uključuje redovne procene svih HR funkcija, što pomaže u identifikaciji prepreka, praćenju učinka zaposlenih i zadovoljstva zaposlenih. Evaluacija podrazumeva analizu prikupljenih podataka kako bi se ocenjivala efikasnost HR sektora kroz kvantitativne i

kvalitativne metode, uz upoređivanje sa ključnim pokazateljima uspeha (KPI). Na osnovu rezultata, organizacija može prilagoditi HR strategije, optimizovati resurse i unaprediti motivaciju zaposlenih. Kroz ove procese, menadžment može brzo reagovati na izazove i osigurati da HR funkcije doprinose poboljšanju organizacione kulture i produktivnosti.

6. ZAKLJUČAK

Uvođenje sektora za ljudske resurse u Razvojni fond Vojvodine predstavlja ključnu inicijativu koja može značajno unaprediti organizacione performanse i konkurentnost na tržištu. Kroz formalizaciju i optimizaciju ključnih HR procesa, kao što su regrutacija i selekcija, onboarding, zadržavanje i razvoj zaposlenih, Fond bi stvorio efikasnije i produktivnije radno okruženje.

Proces regrutacije i selekcije omogućio bi Fondu da privuče i identifikuje najbolje kandidate, koristeći savremene metode i alate, čime bi osigurao da svaka nova zaposlena osoba doprinosi dugoročnim ciljevima organizacije. Uvođenje strukture za onboarding bi značajno poboljšalo iskustvo novozaposlenih, olakšavajući im prilagođavanje i omogućavajući bržu integraciju u radni tim, što direktno utiče na njihovu produktivnost i angažovanost. Kroz adekvatne strategije za zadržavanje zaposlenih, Fond bi mogao da smanji fluktuaciju radne snage i osigura veći stepen lojalnosti, koristeći programe koji podstiču profesionalni razvoj, balans između privatnog i poslovnog života, kao i druge inicijative koje promovišu dugoročnu angažovanost. Razvoj zaposlenih, kroz obuke, mentorstvo i prilike za napredovanje, omogućio bi stalno unapređenje veština i sposobnosti zaposlenih, čime bi se povećala njihova efikasnost i spremnost da se suoče sa izazovima modernog poslovnog okruženja. Uvođenje formalnog procesa napuštanja kompanije (offboarding) obezbedilo bi da se rastanak sa zaposlenima odvija na profesionalan način, uz minimiziranje negativnih efekata na tim i organizaciju. Kroz alumni programe (happy leavers), Fond bi mogao održavati kontakte sa bivšim zaposlenima, čime bi stvorio potencijalnu mrežu podrške, saradnje i potencijalnih povratnika.

Ovi procesi, uz podršku sektora za ljudske resurse, stvorili bi čvrste temelje za dugoročni uspeh Razvojnog fonda Vojvodine. Integracija savremenih HR praksi omogućila bi Fondu da postane fleksibilniji, inovativniji i prilagodljiviji tržišnim promenama, osiguravajući održivu budućnost organizacije i ostvarivanje njenih strateških ciljeva.

7. LITERATURA

- [1] G. Dessler, "Human Resource Management," 16th ed., Pearson Education, 2021.
- [2] M. Armstrong, "Human Resource Management Practice: Improving Organizational Performance," London: Kogan Page, 2020.
- [3] I. Petrović, "Upravljanje ljudskim resursima: Teorija i praksa," Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, 2020.
- [4] D. Torrington, L. Hall, C. Atkinson, and S. Taylor, "Human Resource Management," 5th ed., 2002.
- [5] J. Bersin, "The Employee Lifecycle: How To Manage Talent At Every Stage," Deloitte Insights, 2020.

[6] T. N. Bauer, "Onboarding New Employees: Maximizing Success," SHRM Foundation's Effective Practice Guidelines Series, 2010.

[7] R. Kramer, "The Role of Communication in Employee Offboarding: Best Practices and Strategies," Organizational Behavior Journal, 2021.

[8] J. Bratton and J. Gold, "Human Resource Management: Theory and Practice," 6th ed., Palgrave Macmillan, 2017.

Kratka biografija:



Sara Gavrić rođena je u Novom Sadu 1999. godine. Završila je srednju ekonomsku školu "Svetožar Miletić" u Novom Sadu, a potom 2023. godine diplomske studije na Fakultetu tehničkih nauka. Stekla je zvanje Diplomirani inženjer menadžmenta - projektni menadžer.

Master rad iz oblasti Inženjerski menadžment - menadžment ljudskih resursa na istom fakultetu 2024. god. kontakt:

saragavric999@gmail.com

RAZVOJ LIDERSTVA ZA EFIKASAN TIMSKI RAD U OSNOVNIM ŠKOLAMA

LEADERSHIP DEVELOPMENT FOR EFFECTIVE TEAMWORK IN ELEMENTARY SCHOOLS

Jovana Kojdić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – *Osnovni cilj ovog rada jeste da se predstave karakteristike savremenih modela obrazovnog liderstva koji utiču na formiranje efikasnih timova u školama, prvenstveno onih koji postoje u školskoj praksi. Prvi deo rada odnosi se na pregled teorijskih razmatranja i rezultata empirijskih istraživanja pedagoškog, transformacionog i distribuiranog liderstva u školskom okruženju, kao i razmatranja timova u školama. Drugi deo rada posvećen je analizi ankete kojom je obuhvaćeno 40 ispitanika. Ovaj rad analizira razvoj liderstva za efikasan timski rad u osnovnim školama. Rezultati istraživanja predstavljaju osnov za bolje razumevanje i veću posvećenost razvoju lidera i samog odnosa između lidera i timova u školama i povećanju odgovornosti svih zaposlenih u cilju uspeha škola i napretka celokupnog društva.*

Glavne reči: *Liderstvo, timski rad, liderstvo u obrazovanju, efikasnost timskog rada*

Abstract – *The main goal of this paper is to present the characteristics of modern models of educational leadership that influence the formation of effective teams in schools, primarily those that exist in school practice. The first part of the paper refers to the review of theoretical considerations and results of empirical research on pedagogical, transformational and distributed leadership in the school environment, as well as consideration of teams in schools. The second part of the paper is devoted to the analysis of the survey, which included 40 respondents. This paper analyzes leadership development for effective teamwork in elementary schools. The results of the research represent the basis for a better understanding and greater commitment to the development of leaders and the very relationship between leaders and teams in schools and increasing the responsibility of all employees with the aim of the success of schools and the progress of the entire society.*

Keywords: *Leadership, teamwork, leadership in education, effectiveness of teamwork*

1. UVOD

Fenomen liderstva je star koliko i civilizacija, a koren reči koji se odnosi na pravo značenje liderstva se može naći u staropersijskom, u značenju ići, putovati.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Jelena Čulibrk, vanredni profesor

Ići, putovati znači namerno menjati mesto, ideju, zadatak, doživljaj. Lider nije samo „vođa puta“, on je podjednako usmeren i na put i na ostale putnike, na probleme i efekte, na emocije i aktivnosti.

Školski lideri unapređuju obrazovna postignuća učenika kroz snažan uticaj na motivaciju nastavnika i radne uslove u njihovim školama [1]. Iako je uočena potreba za kvalitetnim liderima u obrazovanju, još uvek su nedovoljno poznata liderska ponašanja koja rezultiraju željenim ishodima. U suštini, liderstvo je ključno za savladavanje izazova u današnjem poslovnom svetu i obrazovanju, jer omogućava prilagodljivost i napredak. Nastavnici su poput vođa koji ne samo da poučavaju, već i inspirišu i podržavaju učenike na njihovom putovanju učenja. Njihova sposobnost da usmeravaju, motivišu i angažuju učenike ima ogroman uticaj na kvalitet nastave i školsku atmosferu. Različiti stilovi liderstva nastavnika doprinose raznolikosti i bogatstvu učenja, stvarajući prostor za svakog učenika da se razvija na svoj način. Stoga, istraživanje i razumevanje efektivnih liderskih pristupa postaje ključno za postizanje uspeha u obrazovanju i stvaranju inspirativnog okruženja za učenje.

2. LIDERSTVO

2.1. Definicija liderstva

Liderstvo se definiše kao „proces motivisanja drugih da preuzmu delovanje u pravcu grupnog cilja“. Odnosno „proces kojim pojedinac utiče na grupu da bi postigli određeni cilj“ malo šira definicija bi mogla biti „proces uticaja na delovanje organizovane grupe u njihovim aktivnostima definisanja i ostvarenja cilja.“ Lideri u obrazovnim ustanovama danas, više nego ikada treba da rade na jačanju svojih liderskih pozicija, nezavisno da li preferiraju transformaciono, pedagoško ili distribuirano liderstvo, jer kvalitet rada ustanova koje vode u velikoj meri zavisi od znanja, veština i stavova koje ih čine kompetentnim i na ovom polju. Liderstvo, osim što se definiše kao proces koji inspiriše i podržava druge ka ostvarenju zajedničkih ciljeva, predstavlja i put kojim lideri prate svoje kolege u postizanju uspeha. Ovo naglašava važnost međusobnog poverenja i podrške među članovima tima, kao i potrebu za jasno postavljenim ciljevima koji ih motivišu. Liderstvo, dakle, nije samo stvar pojedinca, već i rezultat timskog rada i međusobne interakcije unutar organizacije. Kroz razvoj tehničkih, humanističkih i konceptualnih veština, lideri grade mostove poverenja i saradnje, omogućavajući svakom članu tima da doprinese zajedničkom uspehu na svoj način.

2.2. Liderstvo u obrazovanju

Liderstvo u obrazovanju igra ključnu ulogu u oblikovanju i unapređenju kvaliteta obrazovnog sistema. Ono podrazumeva sposobnost da se vode škole, obrazovne institucije i sistemi na način koji podstiče napredak, inovacije i uključivanje svih učesnika u obrazovnom procesu. U oblasti obrazovanja, veliki značaj ima liderstvo u obrazovanju, odnosno, od nastavnika, pedagoga, direktora se više ne očekuje samo obavljanje primarnih poslova u vezi sa nastavom i učenjem, već i učestvovanje u izgradnji i razvoju škola, kao i pedagoške ustanove, čiji je cilj sem prenošenja znanja i izgradnja ličnosti samog učenika. Dva najpoznatija modela liderstva u školi su pedagoško (instrukciono) i transformaciono (Hallinger, 2003). Pedagoško liderstvo je specifičan oblik liderstva u obrazovanju, fokusiran prvenstveno na unapređenje nastavnog procesa i učenja, sa naglaskom na podršku i razvoj učenika i nastavnika. Hallinger [2] [3] kao tri komponente pedagoškog liderstva navodi *definisanje misije škole, rukovođenje nastavom i kreiranje pozitivne školske klime*. Savremena shvatanja proširuju koncept pedagoškog liderstva i naglašavaju njegovu povezanost sa organizacionim nadzorstvom.

Transformaciono liderstvo je najčešće korišćen model, usmeren je na transformaciju škole u efektivnu organizaciju. Kod transformacionog liderstva je najbitnije da lideri pridobiju članove organizacije da veruju u njihovu viziju uspeha, ali naravno da interes organizacije bude na prvom mestu. Transformaciono liderstvo čine četiri osnovne dimenzije: idealizovani uticaj, inspirativna motivacija, intelektualna stimulacija i individualizovano uvažavanje. Idealizovani uticaj podrazumeva da sledbenici uče ugledajući se na osobine i ponašanja lidera [4]. Osnovne razlike između transformacionog i pedagoškog liderstva tiču se nivoa promena u školi [2]. Transformacioni lideri su orijentisani na građenje profesionalnih zajednica kroz isticanje potreba nastavnika i kroz povezivanje ciljeva škole sa ličnim ciljevima nastavnika [5]. Neki autori smatraju da su razlike između predstavljenih modela obrazovnog liderstva prenaplaćene. Distribuirano liderstvo je ono koje nije usmereno na direktora već stavlja fokus na profesionalne grupe i pojedince unutar kolektiva. Distribuirano liderstvo u obrazovanju omogućava školama da budu fleksibilnije, inovativnije i otpornije. Distribuirano liderstvo može dovesti do veće efikasnosti u vođenju škole. Kroz raspodelu zadataka i odgovornosti, poslovi se brže završavaju, a školski lideri mogu se fokusirati na strateške odluke, dok drugi članovi tima preuzimaju operativne zadatke.

3. TIMSKI RAD

3.1. Koncept efikasnog timskog rada

Timski rad je veoma važan aspekt rada škole. To nije samo sakupljanje teretskih znanja već aktivno učestvovanje u procesu nastave, kao i funkcionisanja škole. Timski rad jeste zajedničko, sinhronizovano angažovanje stručnjaka

(osoba) različitih ili istih profesija na istom zadatku. Kroz timski rad, nastavnici, administrativno osoblje i školsko rukovodstvo mogu zajednički raditi na postizanju zajedničkih ciljeva, što rezultira boljim obrazovnim ishodima za učenike i poboljšanjem školske kulture. Efikasni timski rad podrazumeva saradnju, otvorenu komunikaciju, međusobno poverenje i zajedničko rešavanje problema.

Timski rad između nastavnog osoblja i školskog rukovodstva je ključan za efikasno funkcionisanje škole. Rukovodstvo pruža viziju i smernice, dok timovi nastavnika i administrativno osoblje rade na implementaciji tih ciljeva. Efikasan timski rad u školi nije samo organizacija ljudi, već zajednički napor usmeren ka postizanju zajedničkih ciljeva. Timovi se oslanjaju na međusobnu podršku, razmenu ideja i rešavanje problema zajedno. Direktori imaju ključnu ulogu u formiranju timova i obezbeđivanju uslova za njihov uspeh, a osećaj zajedništva unutar tima ključan je za postizanje ciljeva. Važno je negovati međusobno razumevanje i poštovanje među članovima tima kako bi radili efikasno i uspešno. Timovi omogućavaju efikasnije rešavanje problema kroz zajedničko planiranje i razmenu ideja. Osnovna svrha timskog rada u školama je poboljšanje obrazovnog procesa, postizanje bolje organizacije i razvoj podržavajućeg školskog okruženja. U školama se formiraju stručni timovi za:

- Samovrednovanje rada škole,
- Školsko razvojno planiranje,
- Tim za zaštitu dece od nasilja, zlostavljanja i zanemarivanja,
- Tim za izradu Školskog programa,
- Tim za inkluzivno obrazovanje,
- Učenički parlament, ali i mnogi drugi timovi u zavisnosti od problema, situacije, lokalne zajednice u kojoj škola deluje.

Efikasno funkcionisanje timova omogućava školi da brže i efikasnije odgovori na izazove i potrebe svoje zajednice, stvarajući dinamično i podržavajuće obrazovno okruženje.

4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

4.1. Predmet istraživanja

Istraživanje se fokusira na uticaj različitih stilova liderstva na saradnju među nastavnicima i timovima u našoj školi, koja ima 50 zaposlenih. U timu su visokoobrazovani nastavnici, srednje obrazovane higijeničarke, kao i stručnjaci koji se bave zaštitom od nasilja i decom sa posebnim potrebama. Pedagog i direktori blisko sarađuju sa socijalnim službama, što dodatno jača podršku učenicima. Ključne karakteristike uspešnog liderstva, poput komunikacionih veština i emocionalne inteligencije, biće istražene kako bi se otkrilo šta motiviše timove. Takođe, proučiće se kako školska kultura i vrednosti oblikuju liderstvo, kao i izazovi s kojima se lideri susreću, poput nedostatka resursa. Istraživanje će koristiti kombinaciju anketa, intervju a i studija slučaja, omogućavajući dublje razumevanje timske dinamike i unapređenje praksi koje poboljšavaju školsku klimu.

4.2 Hipoteze istraživanja

Primarna hipoteza: Postoji značajna pozitivna povezanost između stilova liderstva u osnovnim školama i efikasnosti timskog rada među nastavnicima. U školi sa 50 zaposlenih, raznoliki stilovi liderstva mogu doprineti boljoj saradnji, posebno u timovima za zaštitu od nasilja i decu sa posebnim potrebama.

Sekundarna hipoteza 1: Nastavnici koji dobijaju podršku u razvoju liderskih vještina pokazuju veću efikasnost u timskom radu. U školi, podrška u razvoju liderstva može pomoći nastavnicima da bolje vode svoje timove i unaprede saradnju.

Sekundarna hipoteza 2: Školska kultura koja promovira saradnju i zajedničko donošenje odluka jača efikasno liderstvo. U školi gde direktori i pedagog rade sa socijalnim službama, otvorena komunikacija može poboljšati timsku dinamiku.

Sekundarna hipoteza 3: Škole sa snažnim liderstvom među nastavnicima imaju bolju komunikaciju i koheziju. U školi sa 50 zaposlenih, razvijeni stilovi liderstva mogu omogućiti jaču povezanost i jasniju komunikaciju unutar timova.

Sekundarna hipoteza 4: Iako postoje izazovi u razvoju liderstva, njihovo prevazilaženje značajno poboljšava timski rad. U ovoj školi, lideri se suočavaju sa raznim preprekama, ali strategije za njihovo prevazilaženje mogu stvoriti jače timove i efikasniji rad.

4.3. Instrument istraživanja

Prilikom istraživanja korišćena je metoda ispitivanja reprezentativnog uzorka anketiranjem. Upitnik se sastojao od tvrdnji sa skalom stavova Likertovog tipa, kod kojih je ispitanik birao jednu od ponuđenih alternativa odgovora, onu koja najviše odgovara njegovom konkretnom stavu i mišljenju. Svaki stav je imao pet modaliteta odgovora: *Ne slažem se*, *Delimično se ne slažem*, *Nisam siguran/na*, *ne znam*, *Delimično se slažem* i *Slažem se*. Korišćeni upitnik, kao osnovni instrument ankete, koncipiran je namenski za potrebe istraživanja, a u skladu sa ciljevima i hipotezom rada. Ispitivanje je obavljeno direktno, što znači da su ispitanici bili unapred obavješteni o činjenici da se podvrgavaju ispitivanju, ali nisu detaljno obavješteni o temi i ciljevima ispitivanja, kako bi se izbegli socijalno poželjni odgovori. Upitnik su popunjavali nastavnici i osoblje škole, gde su se pitanja odnosila na transformaciono liderstvo i efikasnost timova.

4.4. Uzorak istraživanja

Uzorak čine zaposleni iz organizacija javnog sistema. Na odabir je uticala i voljnost i predusretljivost ispitanika da učestvuju u ovom istraživanju. Uzorak je prigodno sačinjen od ukupno 40 ispitanika, od toga 31 ispitanika muškog pola, odnosno 77,5% i 9 ispitanika ženskog pola odnosno 22,5%. U starosnoj grupi od 36-45 godina je bilo

13 ispitanika, odnosno 32,5%, u starosnoj grupi iznad 56 godina 10 ispitanika, odnosno 25%, u starosnoj grupi od 46-55 godina 8 ispitanika, odnosno 20%, u starosnoj grupi od 26-35 godina 7, odnosno 17,5% i u starosnoj grupi do 25 godina 2 ispitanika, odnosno 5%. Kod obeležja radnog staža ispitanika najviše je zastupljena grupa od 6-15 godina, koju čine 14 ispitanika, odnosno 35%, koja je veća od učestalosti grupe 16-25 godina (10, 25%), kao I grupe preko 26 godina (10, 25%) koje imaju iste podatke, značajno veća od učestalosti grupe do 5 godina (6, 15%). Kod obeležja nivo obrazovanja najviše je bio zastupljen nivo obrazovanja VSS koji je imalo 25 ispitanika, odnosno 62,5%, koji je bio značajno veći od učestalosti nivoa obrazovanja SSS koji je imalo 11 ispitanika (27,5%), a značajno veći od učestalosti nivoa obrazovanja magistar nauka koji je imalo 3 ispitanika (7,5%) i značajno veći od učestalosti nivoa obrazovanja doktor nauka koji je imalo 1 ispitanika (2,5%). Kod obeležja tip obrazovanja najviše je bio zastupljen tip obrazovanja ostali tipovi obrazovanja, koji je imalo 16 ispitanika, odnosno 40%, čija zastupljenost je bila značajno veća od učestalosti tipa obrazovanja društveno-humanističke struke (12; 30%), značajno veća od učestalosti tipa obrazovanja prirodno-matematičke struke (6; 15%), i tipa obrazovanja tehničko-tehnološke struke (6; 15%), koji imaju iste podatke.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Hipoteze istraživanja su bile ispitane u ovom poglavlju o razvoju liderstva za efikasan timski rad u osnovnim školama. U školi sa 50 zaposlenih, koja obuhvata visokoobrazovane nastavnike, srednje obrazovane higijeničarke i timove za zaštitu od nasilja i decu sa posebnim potrebama, jasnoća u ciljevima može značajno doprineti produktivnosti i ostvarivanju zajedničkih ciljeva. Manja zastupljenost nesigurnosti ili neslaganja ukazuje na stabilnu atmosferu koja može dodatno podsticati timsku saradnju. Uloga direktora i pedagoga, koji sarađuju sa socijalnim službama, takođe je važna u održavanju pozitivnog okruženja, jer podržavaju jasnu komunikaciju i zajednički rad ka postavljenim ciljevima. Rezultati ukazuju na potrebu za dodatnim radom na motivaciji i inspiraciji kako bi se postiglo potpuno usklađivanje u viziji budućnosti; ukazuju na pozitivnu dinamiku unutar tima, gde većina zaposlenih pokazuje posvećenost unapređenju, dok je broj skeptičnih ili nesigurnih članova minimalan; rad na motivaciji i jačanju zajedničkog duha, kako bi se postigla potpuna usklađenost i podstakla veća motivacija unutar tima; značajno doprinosi jačanju poverenja i saradnje unutar grupe; sugerišu da većina članova tima oseća da svojim ponašanjem i radom pružaju vredne uzore, iako možda ne u potpunosti, sugerišu da većina članova tima smatra da njihovi lideri i kolege postavljaju uzoran primer kroz svoje ponašanje i rad; ukazuju na efektivnost strategija za izgradnju timskog duha, što može doprineti povećanju produktivnosti i pozitivnoj dinamici unutar grupe; sugerišu veoma pozitivan uticaj na zajedništvo i efikasnost unutar tima; ohrabrujući su za liderstvo, jer pokazuju da njihovi naponi u promovisanju zajedničkog

rada imaju pozitivan efekat na timsku efikasnost i atmosferu; ukazuju na pozitivne efekte napora usmerenih na jačanje timske kohezije i međusobne saradnje; ukazuju na to da većina zaposlenih u školi oseća postojanje visokih očekivanja u svom radnom okruženju; ukazuju na to da su visoki standardi prepoznati i široko prihvaćeni među članovima tima, što može dodatno motivisati zaposlene da teže izvrsnosti i unaprede svoje performanse; ukazuju na pozitivnu atmosferu u timu, gde su uzajamno poštovanje i pažnja prema osećanjima kolega duboko ukorenjeni, što može doprineti stvaranju podržavajućeg i harmoničnog radnog okruženja; ukazuju na vrednovanje pažnje i empatije, čime se stvara harmonično radno okruženje; naglašavaju sklonost tima ka istraživanju i inovacijama; oslikavaju pozitivan trend unutar tima; ukazuju na pozitivnu sklonost ka kreativnom razmišljanju i preispitivanju statusa quo; sugerišu da tim vrednuje izvrsnost; značajno doprinose motivaciji i angažovanosti zaposlenih, jačajući timski duh i efikasnost; ukazuju na prisutnost ideje stalnog usavršavanja, ali i na izazove u njenoj implementaciji; pokazuju solidan nivo poverenja i otvorenosti, ali istovremeno sugerišu prostor za unapređenje kako bi svi članovi tima imali potpuno poverenje u međusobnu komunikaciju; sugerišu da tim većinom doživljava rad u zajedništvu kao motivišući; ukazuju da većina tima oseća značajnu posvećenost zajedničkoj misiji; pokazuju da tim ima čvrsto uverenje u svoje sposobnosti, ali i otvorenost za dalji razvoj i usavršavanje.

6. ZAKLJUČAK

Zaključak ovog istraživanja potvrđuje ključnu ulogu liderstva u osnovnim školama i njegovu sposobnost da transformiše obrazovni proces. Liderstvo, koje ima svoje korene u staropersijskom izrazu za „putovanje“, danas se ne odnosi samo na vođenje ka cilju, već i na brigu o svim učesnicima u obrazovnom procesu – učenicima i nastavnicima. U savremenom obrazovnom okruženju, efikasno liderstvo je od suštinskog značaja za upravljanje promenama koje donose tehnološki i društveni napreci, te za obezbeđivanje visokog kvaliteta obrazovanja. Ovim istraživačkim radom pokazali smo i značaj timskih lidera i timskog liderstva u školama. Dobar timski lider ima ključnu ulogu kod stvaranja tima, selektovanja članova tima i stvaranjem odgovarajuće timske atmosfere. Ukoliko se u samom početku uspostavi dobro timsko liderstvo tim će moći nesmetano da se razvija, a njegov učinak i efikasnost će biti na visokom nivou. Rezultati istraživanja pokazuju da lideri u školama imaju ključnu ulogu u oblikovanju i unapređenju obrazovnog procesa. Liderstvo u obrazovanju obuhvata ne samo upravljanje resursima, već i stvaranje inspirativnog i podržavajućeg radnog okruženja. Efikasni lideri, koji koriste stilove kao što je transformacijsko liderstvo, uspevaju da motivišu i angažuju svoje timove, što direktno doprinosi poboljšanju kvaliteta nastave i većoj angažovanosti učenika. Postavljanjem jasnih ciljeva, ohrabriranjem otvorene komunikacije i pružanjem kontinuirane podrške, ovi lideri stvaraju pozitivnu radnu klimu i podstiču timsku saradnju. Zaključno, efikasno liderstvo u školama ne samo da doprinosi ostvarivanju obrazovnih ciljeva, već i stvara atmosferu koja podržava inovativnost i saradnju. Ovo istraživanje naglašava potrebu za daljim istraživanjima i

razvojem praksi koje mogu dodatno unaprediti liderstvo i timsku dinamiku u osnovnim školama. Razumevanje i primena efikasnih liderskih pristupa može značajno doprineti sveukupnom razvoju obrazovnog sistema i unapređenju obrazovnih rezultata, pružajući time bolju osnovu za rast i uspeh svih učesnika u obrazovnom procesu. Zaključak rada potvrđuje da je razvoj liderstva u osnovnim školama presudan za uspešan i efikasan timski rad, a samim tim i za sveukupno unapređenje obrazovnog procesa i stvaranje pozitivnog školskog okruženja.

7. LITERATURA

- [1] Leithwood, K., Harris, A., & Hopkins, D. (2008). Seven strong claims about successful school leadership. *School Leadership and Management*, 28(1), 27-42
- [2] Hallinger, P. (2003). Leading educational change: Reflections on the practice of instructional and transformational leadership. *Cambridge Journal of Education*, 33(3), 329-352.
- [3] Hallinger, P. (2005). Instructional leadership and the school principal: A passing fancy that refuses to fade away. *Leadership and Policy in Schools*, 4(3), 221-239.
- [4] Siangchokyoo, N., Klinger, R. L., & Campion, E. D. (2020). Follower Transformation as the Linchpin of Transformation Leadership Theory: A Systematic Review and Future Research Agenda.
- [5] Urick, A., & Bowers, A. J. (2014). What are the different types of principals across the United States? A latent class analysis of principal perception of leadership. *Educational Administration Quarterly*, 50(1), 96-134.

Kratka biografija:



Jovana Kojdić rođena je u Novom Sadu 1997. god. Završila je SSŠ „Dr Radivoj Uvalić“ u Bačkoj Palanci, a potom 2022. godine osnovne studije iz oblasti Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad iz oblasti Inženjerski menadžment – menadžment ljudskih resursa na istom fakultetu 2024. god. kontakt: jovana.kojdic1@gmail.com

**DIGITALNA TRANSFORMACIJA I SOFTVERSKO REŠENJE AUTOMATIZACIJE
ADMINISTRATIVNIH POSLOVA U UGOSTITELJSTVU****DIGITAL TRANSFORMATION AND SOFTWARE SOLUTION FOR AUTOMATION OF
ADMINISTRATIVE TASKS IN HOSPITALITY INDUSTRY**

Natalija Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je pojam digitalne transformacije kao ključni aspekt modernizacije poslovanja. Digitalna transformacija obuhvata primenu savremenih tehnologija kako bi se unapredili poslovni procesi, povećala efikasnost i omogućilo bolje upravljanje resursima. Takođe, u radu su prikazana neka od postojećih softverskih rešenja za unos faktura. Istraživački deo rada bavi se analizom trenutnog procesa unosa faktura, izazovima i greškama koje nastaju pri unosu, kao i ispitivanjem potrebe za automatizacijom ovog procesa.

Ključne reči: digitalna transformacija, automatizacija, ugostiteljstvo, softverska rešenja

Abstract – This paper presents the concept of digital transformation as a key aspect of business modernization, encompassing the application of modern technologies to improve business processes, increase efficiency, and enable better resource management. Additionally, the paper discusses several existing software solutions for invoice entry. The research section focuses on analyzing the current invoice entry process, the challenges and errors that arise during data entry, and the potential need for automating this process.

Keywords: digital transformation, automation, software solutions, hospitality

1. UVOD

Digitalna transformacija postala je neophodan proces u savremenom poslovanju, a tehnologija se ističe kao ključni faktor koji oblikuje konkurentnost, efikasnost i održivost kompanija. U dinamičnom sektoru ugostiteljstva, koji se suočava sa izazovima upravljanja operacijama, obimom administrativnih poslova i očekivanjima gostiju, automatizacija administrativnih zadataka postaje imperativ za postizanje konkurentne prednosti.

Implementacija softverskih rešenja za fakturisanje, praćenje zaliha i finansijsko upravljanje značajno poboljšava efikasnost. Tehnologije kao što su veštačka inteligencija (AI) i blockchain omogućavaju smanjenje

troškova i grešaka. Automatizacija unosa faktura putem QR kodova i integracija sa ERP sistemima donosi revolucionarne promene, olakšavajući donošenje strateških odluka zasnovanih na ažuriranim podacima.

Ovaj rad istražuje kako digitalna transformacija može unaprediti upravljanje administrativnim poslovima u ugostiteljstvu, fokusirajući se na trenutne izazove i mogućnosti unapređenja kroz digitalizaciju. Istraživanje obuhvata studije slučaja i primere dobre prakse, uz preporuke za implementaciju digitalnih alata.

**2. DIGITALNA TRANSFORMACIJA U
UGOSTITELJSTVU**

Digitalna transformacija predstavlja značajnu promenu postojećih poslovnih modela kroz integraciju digitalnih tehnologija u sve aspekte poslovanja, što rezultira fundamentalnim promenama u isporuci vrednosti korisnicima. Ovaj proces ne samo da stvara nove tokove prihoda, već i generiše nove konkurentne prednosti [1]. Ključni aspekti digitalne transformacije uključuju kulturološke promene koje zahtevaju od organizacija da preispitaju svoje stanje i da se prilagode neuspehu kao sastavnom delu uspeha [2]. Za uspešnu digitalnu transformaciju, neophodno je pratiti nekoliko ključnih koraka:

- **Priprema IT tima** – Razvijanje temeljnih znanja u agilnim praksama i DevOps-u.
- **Podsticanje inovacija i investicija** – Prikupljanje ideja i povratnih informacija radi usklađivanja sa rastom i efikasnošću.
- **Razvijanje temelja za digitalno izvršenje** – Stvaranje programa za podatke koji podržavaju razvoj digitalnih usluga.
- **Podsticanje digitalne kulture** – Privlačenje ranih prihvatilaca i vođenje organizacije ka digitalnom razvoju [2].

**3. PORESKA UPRAVA I POVEZANOST SA
SOFTVERIMA U UGOSTITELJSTVU**

Razvoj turizma i ugostiteljstva u Evropi i svetu zahteva prilagođavanje savremenim zahtevima kroz unapređenje usluga i korišćenje novih tehnologija [3]. Uvođenje inovacija u ugostiteljstvu često je sporo zbog niske akumulativnosti [4], a pravilnici o opremi ponekad nisu u skladu sa tehničkim rešenjima [5]. Automatizacija poslovnih procesa, uključujući sisteme za upravljanje

NAPOMENA:

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

poslovnim procesima (BPMS), omogućava efikasno upravljanje i razmenu informacija.

Savremeni zahtevi uključuju e-fiskalizaciju, koja obavezuje ugostiteljske objekte na evidentiranje prometa u realnom vremenu putem elektronskih uređaja. Takođe, sistem instant plaćanja (IPS) omogućava brze i sigurne transakcije, dok QR kodovi olakšavaju proces plaćanja i pružaju visok nivo bezbednosti za kupce i trgovce.

4. SOFTVERSKA REŠENJA ZA AUTOMATIZACIJU U UGOSTITELJSTVU

Tržište nudi širok spektar softverskih rešenja za ugostiteljstvo, što može otežati izbor pravog rešenja. Ključni kriterijumi pri odabiru uključuju tehničku podršku, praćenje performansi, sposobnost sistema da zadovolji poslovne potrebe, potencijal za razvoj i cenu. Tehnička podrška je od suštinskog značaja jer se korisnici mogu suočiti sa problemima prilikom implementacije i korišćenja softvera. Praćenje performansi od strane proizvođača omogućava unapređenje rešenja na osnovu iskustava korisnika u stvarnom vremenu.

Fleksibilnost i prilagodljivost sistema su ključni, a softver treba da podržava širok spektar poslovnih procesa, uključujući planiranje, upravljanje zalihama i analitiku. Potencijal kontinuiranog razvoja rešenja odražava sposobnost softverske firme da unapređuje svoje proizvode, što je ključno za krajnje korisnike. Cena obuhvata inicijalne troškove, kao i troškove instalacije i održavanja, što je važno prilikom donošenja odluka o investicijama.

Softver za ugostiteljstvo, kao što su **Garson POS**, **Octopos**, **BMaster** i **Sky POS**, postali su neizostavni alati u modernom poslovanju restorana i kafića. Ovi sistemi omogućavaju efikasno upravljanje narudžbinama, fiskalizaciju i analitiku, čime se poboljšava korisničko iskustvo i optimizuju poslovni procesi. Mogućnosti personalizacije softvera pružaju restoranima slobodu prilagođavanja menija, popusta i promocija prema specifičnim zahtevima.

Garson POS se ističe intuitivnim korisničkim interfejsom i fleksibilnošću, podržavajući više od 1000 različitih ugostiteljskih objekata, uključujući kafiće, restorane i hotele. **Octopos** nudi modularnost koja omogućava prilagođavanje prema vrsti objekta i obuhvata različite funkcionalnosti, od robno-materijalnog poslovanja do dostave. **BMaster** omogućava efikasno upravljanje e-fakturama i značajno doprinosi smanjenju grešaka u poslovanju, dok **Sky POS** olakšava komunikaciju između osoblja i obezbeđuje bržu uslugu.

Prema istraživanju Ivanovića i Jovanovića [6], automatizacija procesa, kao što je korišćenje POS sistema, značajno poboljšava radne procese i smanjuje vreme čekanja, čime se povećava zadovoljstvo gostiju. Ulaganje u kvalitetan softver za automatizaciju postaje ključno za

unapređenje operativne efikasnosti i konkurentnosti ugostiteljskih objekata.

5. PROCES MANUELNOG UNOSA FAKTURA U BMASTER PROGRAMU

Unos faktura u BMaster programu sprovodi se manuelnim putem kroz nekoliko ključnih koraka. Proces započinje proverom dokumenata prilikom prijema robe, gde se fizički komadi upoređuju sa podacima na otpremnici. Nakon verifikacije, otpremnice se prosleđuju osobi zaduženoj za unos faktura, najčešće menadžeru restorana.

Korisnik otvara BMaster aplikaciju i prijavljuje se. Nakon prijave, bira sekciju za unos faktura prema tipu proizvoda (hrana ili piće) i odabire mesto dodavanja robe na skladište. Modul za unos omogućava integraciju podataka o nabavci direktno u sistem.

Unos podataka zahteva preciznost i obuhvata informacije kao što su datum prijema, naziv dobavljača, oznaka dokumenta, valuta plaćanja, naziv artikla, količina i ukupna cena s PDV-om. Ovaj proces je podložan greškama, pa je neophodna interna provera podataka, uključujući usklađivanje sa originalnom fakturom.

Nakon završetka unosa, dokument se čuva u programu, a sistem automatski ažurira zalihe. Manuelni proces unosa zahteva visok nivo pažnje, jer svaka greška može dovesti do neusaglašenosti između fizičkih zaliha i podataka u sistemu.

U restoranu, korišćenje platformi kao što su Scan4Menu i Moj Jelovnik omogućava gostima da skeniraju QR kodove, čime se proces naručivanja sinhronizuje sa sistemom za upravljanje zalihama, smanjujući potrebu za manuelnim unosom i ubrzavajući operacije [7].

6. ISTRAŽIVANJE

U ovom poglavlju predstavljena je metodologija istraživanja procesa unosa faktura u BMaster softveru unutar ugostiteljskih objekata. Istraživanje se fokusira na identifikaciju izazova postojećeg sistema i predlaganje rešenja kroz automatizaciju. Središte pažnje je na ručnom unosu faktura, uz analizu mogućnosti za implementaciju novih tehnologija koje bi mogle unaprediti efikasnost procesa. Glavni cilj istraživanja je pružiti uvid u trenutne izazove s kojima se korisnici suočavaju tokom unosa faktura i predložiti rešenja za poboljšanje efikasnosti putem tehnologija kao što su QR kodovi i automatizovani sistemi.

Metodologija istraživanja obuhvatila je definisanje ciljeva, odabir uzorka ispitanika, konstrukciju upitnika, kao i prikupljanje i analizu podataka. Istraživanje je sprovedeno putem anketa na uzorku od 30 ispitanika, koji su vlasnici, menadžeri, šefovi i knjigovođe u ugostiteljskim objektima u Srbiji. Korišćenje istraživačkog upitnika povećalo je pouzdanost studije zahvaljujući doslednosti postavljenih pitanja. Prednosti anonimnog i elektronskog upitnika uključuju nisku cenu, visoku dostupnost i smanjenje pristrasnosti.

Upitnik se sastojao od 24 pitanja podeljenih u četiri dela. Prva sekcija pokriva osnovne informacije (pol, godine starosti, pozicija, iskustvo), dok su druge sekcije usmerene na trenutni proces unosa faktura i percepciju automatizacije. Veći deo ispitanika čine osobe ženskog pola (53,3%), dok muški ispitanici čine 46,7%. Najviše ispitanika je u starosnoj grupi od 26 do 35 godina (50%). Najveći broj ispitanika obavlja menadžerske poslove

(40%), dok 88,9% ispitanika navodi da se unosom faktura bavi jedna osoba.

U drugom delu istraživanja, 70% ispitanika koristi manuelni unos, dok 30% koristi delimično automatski unos. Šezdeset procenata ispitanika smatra da je potrebno između 3 i 7 minuta za unos jedne fakture, dok 46,7% ukazuje na učestalost grešaka. Česti problemi uključuju zaboravljene ili duple uplate, pogrešne količine i cene.

Na osnovu prikupljenih rezultata, moguće je izvesti nekoliko ključnih zaključaka o efikasnosti softverskih rešenja za unos faktura u ugostiteljskim objektima. **BMaster** je najčešće korišćeno rešenje (53,3% ispitanika), dok su troškovi implementacije i održavanja identifikovani kao najveća mana. Unos faktura obavlja menadžer u 66,7% slučajeva, dok je ručni unos dominantan način, što ukazuje na rizik od grešaka. Automatizacija unosa faktura identifikovana je kao ključno unapređenje koje bi značajno doprinelo efikasnosti rada. Većina ispitanika izrazila je spremnost da investira u softverska rešenja koja omogućavaju automatizaciju, naglašavajući potrebu za modernizacijom procesa kako bi se smanjilo vreme unosa i minimizovale greške.

7. BUDUĆI TRENDVI U AUTOMATIZACIJI UGOSTITELJSTVA

Brzi napredak tehnologije transformiše poslovne procese u ugostiteljstvu. Ključni trendovi uključuju integraciju veštačke inteligencije (AI), blockchain tehnologije, poboljšanje cloud rešenja i primenu Internet of Things (IoT) uređaja. AI omogućava personalizaciju usluga i optimizaciju operacija, čime se povećava lojalnost gostiju. Chatbotovi i virtuelni asistenti ubrzavaju interakciju, dok AI algoritmi predviđaju potražnju i optimizuju zalihe.

Blockchain postaje važan za sigurnost transakcija i sledljivost zaliha, smanjujući rizik od prevara i obezbeđujući transparentnost u lancu snabdevanja. Cloud rešenja omogućavaju centralizovano vođenje podataka bez potrebe za lokalnim serverima, dok IoT uređaji automatski prate zalihe i smanjuju mogućnost zastoja u radu. Ove tehnologije donose smanjenje troškova, veću sigurnost podataka i povećano zadovoljstvo gostiju, usmeravajući budućnost ugostiteljstva ka integraciji inovativnih rešenja koja unapređuju poslovanje [8].

8. POSLOVNI PREDLOG

Poslovni predlog je ključni dokument koji pruža konkretne preporuke za unapređenje poslovnih procesa. Ovaj predlog, zasnovan na analizi trenutnog stanja u ugostiteljstvu, fokusira se na uvođenje automatizovanog sistema za unos faktura putem QR kodova. Cilj je povećanje efikasnosti, smanjenje operativnih troškova, minimizacija grešaka i poboljšanje upravljanja zalihama i finansijama.

Implementacija automatizovanog sistema donosi ne samo tehničke promene, već i organizacione i pravne izazove, što ovaj predlog sagledava iz više aspekata. Uvođenje QR kodova za fakture omogućava automatsko skeniranje i unos podataka, čime se smanjuje vreme obrade i rizik od grešaka. Svaka faktura bi bila opremljena jedinstvenim QR kodom koji sadrži sve relevantne informacije o transakciji,

uključujući naziv artikla, količinu, cenu, PDV stopu i datum transakcije.

8.1. Kreiranje jedinstvenog QR koda za fakture

Jedinstveni identifikator fakture, QR kodovi, su od ključne važnosti jer omogućavaju automatsko skeniranje i direktan unos podataka u softver. Algoritmi za kreiranje QR kodova integrišu sve navedene podatke u kompaktan format koji se može skenirati za trenutni unos podataka u sistem. Istraživanje sprovedeno 2023. godine pokazalo je da 65% menadžera u ugostiteljstvu smatra da je integracija QR kodova u POS sisteme unapredila operativnu efikasnost, smanjujući vreme obrade faktura i rizik od grešaka [9].

8.2. Tehnički koraci automatizacije

Proces automatizacije unosa faktura putem QR koda zahteva nekoliko ključnih tehničkih koraka:

- **Generisanje QR koda:** Softversko rešenje generiše QR kod prilikom kreiranja fakture, koji sadrži sve relevantne podatke.
- **Integracija sa ERP/poslovnim softverom:** QR kod mora biti kompatibilan sa ERP sistemima i specijalizovanim softverima. Ovo zahteva prilagođavanje softverskog interfejsa.
- **Skeniranje i automatski unos:** Nakon prijema fakture, zaposleni skenira QR kod, a softver automatski unosi podatke u sistem.
- **Ažuriranje poslovnih podataka:** Softver automatski ažurira zalihe i finansijske podatke, smanjujući rizik od grešaka i kašnjenja.
- **Testiranje i implementacija:** Pre upotrebe, neophodno je detaljno testirati sistem kako bi se osigurala tačnost i usklađenost sa pravnim regulativama.

8.3. Integrisane strane

Automatizacija zahteva koordinaciju između više ključnih aktera:

- **Dobavljači:** Potrebno je da imaju softverske sisteme sposobne da generišu QR kodove prema standardima ugostiteljskih objekata.
- **Ugostiteljski objekti:** Moraju biti opremljeni softverom koji omogućava skeniranje QR kodova.
- **ERP/poslovni softver:** Moraju biti integrisani sa QR tehnologijom kako bi obradili podatke sa faktura.
- **Poreska uprava:** Fiskalni računi moraju biti usklađeni sa zakonskim regulativama.

8.4. Pravni faktori

Implementacija zahteva rešavanje pravnih izazova, posebno u vezi sa fiskalizacijom i zaštitom podataka:

- **Zakonski propisi o fiskalizaciji:** QR kodovi moraju sadržavati sve potrebne podatke za obračun PDV-a.
- **Pravila o zaštiti podataka:** Neophodno je obezbediti zaštitu podataka prema važećim propisima, kao što je GDPR.

- **Poreska regulativa:** Poreska uprava mora odobriti korišćenje QR kodova u fiskalnim transakcijama.

8.5. Kompleksnost implementacije

Automatizacija je tehnički i organizaciono složena i zahteva pažljivo planiranje:

- **Tehnička kompleksnost:** Integracija različitih softverskih sistema je zahtevna.
- **Prilagodavanje softvera:** Postojeći softver mora biti ažuriran kako bi mogao prepoznati QR kodove.
- **Sigurnost podataka:** Enkripcija i zaštita podataka su prioritet.

8.6. Prednosti automatizacije

Prednosti automatizacije unosa faktura putem QR koda uključuju:

- **Brža obrada podataka:** Automatizovani unos smanjuje vreme obrade.
- **Smanjenje grešaka:** Eliminacijom ručnog unosa smanjuje se rizik od grešaka.
- **Povećana produktivnost:** Zaposleni se fokusiraju na ključne poslovne aktivnosti.
- **Tačnije upravljanje zalihama i finansijama:** Automatsko ažuriranje omogućava preciznije upravljanje resursima.

9. ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija predstavlja ključni faktor za poboljšanje operativne efikasnosti u ugostiteljstvu, sektoru koji se suočava sa sve većim izazovima vezanim za brzinu i kvalitet usluga. Ručni unos podataka, naročito u procesima fakturisanja i upravljanja zalihama, dovodi do grešaka, usporava operacije i povećava operativne troškove.

Implementacija automatizovanih softverskih rešenja, kao što su sistemi za automatsko skeniranje faktura putem QR kodova i integracija sa ERP sistemima, donosi značajne prednosti. Ova rešenja smanjuju greške, ubrzavaju administrativne procese i poboljšavaju preciznost podataka.

Kroz analizu postojećih problema u upravljanju administrativnim poslovima, ovaj rad pokazuje da automatizacija ne samo da unapređuje efikasnost rada, već omogućava i strateško donošenje odluka zasnovano na pouzdanim i ažuriranim informacijama. Automatizovani sistemi ne samo da smanjuju administrativno opterećenje zaposlenih, već i omogućavaju bolje upravljanje zalihama, smanjenje troškova i povećanje produktivnosti.

Budući pravci istraživanja trebali bi se usmeriti na primenu veštačke inteligencije (AI) u analizi podataka prikupljenih putem QR kodova, što može omogućiti dublje uvide u poslovne procese, poput prognoze potrošnje i optimizacije zaliha. Takođe, upotreba blockchain tehnologije za unapređenje transparentnosti i sigurnosti finansijskih transakcija predstavlja perspektivan pravac razvoja. Blockchain može osigurati veću sigurnost podataka o

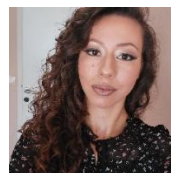
zalihama i finansijama, što je posebno značajno u ugostiteljstvu, gde su tačnost i pouzdanost ključni.

Integracija ovih tehnologija će oblikovati budućnost ugostiteljstva, omogućavajući brzi i efikasan odgovor na tržišne izazove i unapređenje korisničkog iskustva, što će dugoročno doprineti konkurentskoj prednosti ugostiteljskih objekata.

10. LITERATURA

- [1] B. Lalić, M. Savković, "Predavanja iz predmeta: Digitalna transformacija u industrijama," Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2022. (Preuzeto sa: <https://sova.uns.ac.rs/>)
- [2] I. Sacolick, *Driving Digital: The Leader's Guide to Business Transformation Through Technology*, Amacom, 2017.
- [3] A. Kovačević, "Usluge u ugostiteljstvu", 2. izdanje, Meridijan, Beograd, 2001.
- [4] A. Kovačević i M. Nikolić, "Organizacija ugostiteljskih preduzeća", Meridijan, Beograd, 1999.
- [5] M. Nikolić, "Pravilnici o opremi u ugostiteljstvu", Meridijan, Beograd, 1996.
- [6] S. Ivanović i J. Jovanović, "Impact of Automation on Hospitality Management: A Review of Current Trends," *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 2021.
- [7] <https://scan4menu.com> (pristupljeno u septembru 2024.)
- [8] J. Lee, "The influence of user experience on software adoption in the hospitality industry," *Service Industries Journal*, Vol. 42, no. 7-8, pp. 570-586, 2022.
- [9] J. Smith, "Integrating QR Codes in POS Systems: Operational Efficiency Insights," *Journal of Hospitality Management*, vol. 110, pp. 45-56, 2023.

Kratka biografija:



Natalija Ilić rođen je u Prištini 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta – Projektni menadžment odbranio je 2024.god.
kontakt: nataliic98@gmail.com

**ANALIZA I UNAPREĐENJE POSLOVANJA PRUŽAOCA LOGISTIČKIH USLUGA
(LOGISTIČKOG OPERATERA)****ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE LOGISTICS SERVICE PROVIDER'S
BUSINESS (LOGISTICS OPERATOR)**

Jelena Dragičević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – U ovom radu date su teorijske osnove koje bliže definišu pojmove transporta i logistike. Detaljno je predstavljena kompanija koja je bila predmet analize i praktične primene određenih metoda, njen nastanak, razvoj i transformacija koju je pretrpela razvijajući se od lokalnog lučkog operatera do pružaoca raznih logističkih usluga kao deo međunarodne grupacije.

Ključne reči: Transport, logistika, intermodal

Abstract – In this paper, theoretical foundations are given that more closely define the concepts of transport and logistics. The company was presented in detail, which was the subject of analysis and practical application of certain methods, its origin, development and transformation it underwent, developing from a local port operator to a provider of various logistics services as part of an international group.

Keywords: Transport, logistics, intermodal

1. UVOD

U fokusu ovog rada svakako je logistika koja predstavlja jednu od najznačajnijih funkcija u preduzeću obzirom da predstavlja integrisanu podršku. Ova oblast se u poslednjih dvadesetak godina značajno razvila i dokazala svoju funkciju u mnogo većoj meri nego što je to bio slučaj u poslednjih sto godina. Jasno je da se u ovoj oblasti nalaze značajni potencijali koji omogućavaju efikasno i racionalno odvijanje poslovnih procesa sa stanovišta troškova, uz istovremeno podizanje kvaliteta usluga kojim se osigurava dugogodišnje poverenje korisnika usluga.

2. TRANSPORT**2.1. Istorijat transporta**

Na razvoj transporta uticalo je i samo povećanje interesovanja ljudi za putovanjima i upoznavanjem drugih mesta. Ovo je olakšano i pronalaskom kompasa što je ljudima omogućilo lakši pristup udaljenim delovima sveta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr. Stevan Milisavljević

Dodatni podsticaj u razvoju raznih vrsta zaprežnih vozila omogućili su ratovi i velika osvajanja

2.2. Transportni sistemi i transportna usluga

Od razvijenosti transportne infrastrukture zavisi i kvalitet transportne usluge. Osnovu transportne infrastrukture čine određeni elementi među kojima su najučestaliji [1] :

1. Saobraćajnice (drumska ili putna mreža, železničke pruge, plovni putevi);
2. Građevinski objekti (aerodromi, luke, kolodvori, rečna pristaništa, dalekovodi, mreže niskog napon, kablovski vodovo jake struje, trafo-stanice, stanične zgrade i skladišta);
3. Stabilni uređaji veza odnosno objekti telekomunikacijskog sistema (telefonske, telegrafске, signalno-sigurnosne linije i slično)

2.3. Izbor vidova transporta

Teretni Izbor vida transporta zavisi od [2] :

- Prirode robe
- Raspoloživosti/ princip prevoznika
- Cene
- Tranzitnog vremena
- Sigurnosti robe
- Državne regulative
- Bezbednosti
- Ostalih aspekata integrisane logistike i transporta
- Kapaciteta

2.4. Vrste transporta

Postoje sledeći vidovi transporta:

- Železnički transport
- Drumski transport
- Vodni transport
- Cevovodni transport
- Vazdušni transport.

2.5. Kombinovani i integralni transport

Svaki od vidova transporta ima određene prednosti i nedostatke, što inicira korišćenje nekoliko različitih vidova transporta, kako bi se proizvod isporučio na krajnje odredište. Ovde se koristi kombinovani transport koji podrazumeva udruživanje i kombinaciju više modela

transporta kako bi se pružila adekvatna i pravovremena usluga.

3. LOGISTIKA

3.1. Pojam i značaj logistike

Logistička društva i obrazovne institucije daju i prve definicije fizičke distribucije i logistike. Definicija glasi : Fizička distribucija je termin koji se upotrebljava u proizvodnji i prometu da označi široki interval aktivnosti, koje se bave efikasnim kretanjem gotovih proizvoda od završetka proizvodne linije do potrošača, a u nekim slučajevima obuhvata i kreativne sirovine od izvora nabavke do početka proizvodne linije [3] .

3.2. Istorijski razvoj logistike

Prve pojave pojma logistike potiču još iz antičkog doba, kada se logistika uporedo razvijala sa razvojem sistema za računanje. Njene prve primene bile su isključivo u trgovini. Čuveni Grčki filozof Aristotel bio je prvi logističar.

4. SNIMAK STANJA

4.1. Nastanak i istorijski razvoj

Gradske vlasti u Novom Sadu odlučile su, 1963. godine, da za izgradnju teretnog pristaništa i skladišta dodele na trajno i besplatno korišćenje zemljište veličine 45 hektara, 58 ari i 61 kvadratnih metara na prethodno određenoj lokaciji na Kanalu DTD.

4.2. O kompaniji- globalno

Kompanija „LO“ posluje kao treći najveći operater kontejnerskih terminala na svetu a sve pod kontrolom Vlade Dubajja. Kompanija upravlja geografski raznolikom mrežom trgovine što klijentima pruža mogućnost pristupa nekim od najprometnijih proizvodnih centara na svetu kao i potrošačkim tržištima..

4.3. O kompaniji- lokalno

„LO“ Novi Sad se nalazi u centralnom delu pokrajine Vojvodine, na severu Republike Srbije, u gradu Novom Sadu, na 1254-tom kilometru leve obale reke Dunav. Izuzetan položaj na raskršću rečnog Koridora VII i kopnenog Koridora X čini ovo područje međunarodnim saobraćajnim i transportnim čvorištem. Dobar geografsko-saobraćajni položaj luke, udaljene 0,3 kilometra od železničkog koridora X i 3 kilometara od drumskog koridora X, omogućava zadovoljenje potreba domaćeg privrednog okruženja i učešće u međunarodnim tokovima roba, uz razvoj multimodalnog transporta.

4.4. Održivost kompanije

„LO“ je multinacionalna kompanija koja ulaže kontinuirane napore u cilju održavanja dobrih veza sa okolinom i okruženjem u kojem posluje. Postoji svesnost da je od velikog značaja obezbediti dugoročne, prijateljske odnose koji će doprineti rastu i razvoju kako same kompanije tako i zajednice u celini.

5. INVESTICIJE I RAZVOJNI PLANOVI

Kako je luka preduzeće u koje se godinama nije ulagalo, neophodne su značajne investicije u lučku infrastrukturu kao i suprastrukturu. Osnovni cilj ovih ulaganja jeste modernizacija kompletnog procesa kao i objekata, alata, mašina, sve u cilju obezbeđenja pružanja kvalitetne, konkurentne i pravovremene usluge. Prostora za poboljšanje ima dosta te je neophodno utvrditi prioritete po kojima će se investirati u lučko područje.

6. KONKURENCIJA

Osnovni biznis novosadske luke jeste pretovar žitarica te na drugom mestu pretovar i pakovanje veštačkog đubriva. U nastavku su prikazane luke koje se smatraju direktnim konkurentima, luka Bogojevo, luka Bačka Palanka i luka Pančevo.

7. DIJAGRAM UZROK-POSLEDICA (ISHIKAWA DIJAGRAM)- TEORIJSKE OSNOVE I PRIMENA

7.1. Definicija dijagrama uzrok-posledica

Išikava dijagram je prvi put upotrebljen 1953. godine. Kaori Išikava je upotrebio dijagram da bi mogao da rezimira mišljenje drugih inženjera unutar postrojenja gde je predmet diskusije bio problem kvaliteta. Zbog njegove ogromne korisnosti, korporacije širom Japana su počele da ga redovno primenjuju sa ciljem ispitivanja potencijalnih uzroka određenih problema. Važno je istaći da se ova metoda ne primenjuje samo u Japanu već širom sveta.

7.2. Primena dijagrama uzrok-posledica

Veliki procenat prihoda LO generiše iz aktivnosti koje su vezane za pretovar žitarica (oko 50%) kao i pretovar i pakovanje veštačkog đubriva (skoro 30%). Veštačko đubrivo i žitarice su u direktnoj sprezi i oba tržišta su u velikoj meri povezana; kao što je bio slučaj i ranije, i ovde imamo situaciju da poremećaj na jednom tržištu znači direktan poremećaj na drugom.

8. SWOT ANALIZA

8.1. Definicija SWOT analize

Strategija organizacije opisuje način na koji će ona ostvariti ciljeve, imajući u vidu pretnje i pogodnosti okruženja kojem pripada, kao i slabosti i potencijale organizacije. Strategija obezbeđuje osnovno razumevanje procesa pomoću kojih će organizacija postati konkurentna. Tri osnovne determinante strategije su:

- Spoljašnje okruženje
- Unutrašnja situacija u organizaciji i
- Ciljevi koje treba ostvariti

Naziv SWOT potiče od verzala engleskih reči:

S (Strengths), što znači snage

W (Weaknesses), što znači slabosti

O (Opportunities), što znači šanse

T (Threats), što znači pretnje

8.2 SWOT analiza u preduzeću „LO“ (SWOT matrica)

Snage

- Finansijska sigurnost i stabilnost
- Najzanimljivije investiciono područje Vojvodine i Srbije i veliki potencijal u međunarodnoj robnoj razmeni industrijskih i poljoprivrednih proizvoda
- Odlične saobraćajne veze - Na Koridoru 10; udaljenost od Koridora 7 je 1,5 km
- Odlične drumske i železničke veze sa Beogradom i Suboticom (do Beograda 85km; do Subotice 90km; do aerodroma Beograd 70km);
- Smanjenje ukupnih troškova prevoza robe
- Analize tokova robe pokazuju rast istih kao i potrebu za kontejnerizacijom i korišćenjem masovnog prevoza robe ka određenim pravcima
- Konstantan porast u broju prevezenih jedinica u intermodalnom transportu;

Slabosti

- Nedovoljna prilagođenost mobilnih sredstava u drumskom, železničkom i rečnom saobraćaju;
- Zastarena oprema neophodna za manipulaciju robom;
- Nema praćenja tržišta sa aspekta generatora intermodalnih tokova
- Komplikovana granična procedura;
- Nedovoljna razvijenost informacionih tehnologija za praćenje i upravljanje saobraćajem (ERTMS, GPS, GIS);
- Nepostojanje kvalifikovanog kadra u okviru poslovne jedinice za poslove organizacije kontejnerskog saobraćaja kao i samog terminala
- Nedovoljno razvijen menadžment saobraćaja u okviru lučkog područja
- nedovoljna opremljenost kako bi se izašlo u susret novim tržišnim zahtevima

Prilike

- Povoljan geografski položaj- Evropski koridori 10 i 7 prolaze kroz Srbiju; Veza Evrope i Azije;
- Ne postoji ni jedan terminal u radijusu od 50km;
- Mogućnost pristupa novim tržištima;
- Mogućnost pristupa novim robama;
- Mogućnost pristupa novim uslugama;
- Sporazum o slobodnoj trgovini sa Ruskom Federacijom, Belorusijom;
- Srbija je član CEEFTA;
- Preferencijalni trgovinski status sa zemljama EU i SAD;
- Poreske olakšice za velike investicije;
- Državni podsticaji za velike investicione projekte ;
- Mere EU za promociju intermodalnog transporta u cilju minimiziranja transportnih troškova i unapređenja aktivnosti zaštite životne sredine;
- Izgradnja brze pruge na relaciji Novi Sad-Subotica

Pretnje

- Nedovoljna izgrađenost svih neophodnih institucija;

- Nedovoljno razvijena pravna regulativa koja uređuje oblast intermodalnog transporta;
- Ne postojanje odgovarajuće mreže intermodalnih terminala;
- Povećanje troškova prevoza železnicom kao i kamionom;
- Efekti uticaja COVID 19 pandemije na ekonomiju ;
- Najava za izgradnju novog intermodalnog terminala u Indiji
- Nelojalna konkurencija

8.3 Zaključci i strategije iz SWOT analize

Zaključak da je potrebno iskoristiti geografske i finansijske potencijale za uspostavljanje i razvoj intermodalnog kontejnerskog terminala kao i razvoj pružanja logističkih usluga kako postojećim tako i novim klijentima biće detaljnije prikazan i razrađen u nastavku. Kontejnerski i intermodalni saobraćaj su na svetskom nivou u porastu i postoji globalna inicijativa da se transport optimizuje što je više moguće te da se u maksimalno moguće smanji količina robe koja se prevozi drumom (kamionima).

9. ANALIZA POSLOVANJA LO-A I PREDLOŽENE MERE UNAPREĐENJA

9.1 Intermodalni saobraćaj reka-drum

Najveći deo saobraćajnih tokova na Dunavskom koridoru se i dalje realizuje drumom dok su alternativni oblici transporta poput unutrašnjih vodnih i železničkih jedva u upotrebi. Naročito plovni put Dunava nudi ogromne mogućnosti za prebacivanje saobraćajnih tokova sa drumskog na vodni transport.

9.2 Intermodalni kontejnerski transport železnica-drum

U Srbiji danas imamo velika ulaganja u modernizaciju i rekonstrukciju železničke infrastrukture. Pruga na relaciji Novi Sad - Beograd je u potpunosti rekonstruisana i elektrifikovana što omogućava tranzit brzih vozova na ovoj relaciji i bolju železničku konekciju sa glavnim gradom. Ova pruga puštena je u rad krajem 2022., kako za putnički tako i za teretni saobraćaj. Pomenuti rekonstruisani deo železničke mreže trebalo bi da olakša i ubrza protok kontejnerizovne i druge robe iz drugih luka i terminala kao i da rasterti postojeća uska grla koja postoje na mreži.

10. MERA UNAPREĐENJA- USPOSTAVLJANJE NOVOG KONTEJNERSKOG SERISA NA RELACIJI RIJEKA-NOVI SAD-RIJEKA

Tarifa predstavlja dokument nekog transportnog preduzeća sa definisanim cenama prevoznih usluga po osnovu kojih prevoznik naplaćuje ili pak može naplatiti izvršene ili buduće usluge.

10.1 Multimodalni i intermodalni transport- definicije i prednosti

Generalno, oba predstavljaju vrstu transporta (drumski transport, železnički transport, vazdušni teretni transport, morski itd.). Oni obično uključuju različite vidove

transporta tokom procesa, ali se razlikuju u pogledu ugovora ili sporazuma. Niže su date definicije pojmova intermodalnog i multimodalnog transporta. Pored definicija predočene su i prednosti za obe navedene vrste.

10.2 Definicija multimodalnog transporta

Ključni dokument u ovom procesu je tovarni list kombinovanog transporta (ili multimodalni tovarni list). On opisuje vrstu, količinu i konačno odredište robe koja se transportuje sa jedne lokacije na drugu. Takođe služi kao priznanica čim roba stigne na svoje konačno odredište [4]. Od početne do krajnje destinacije, ugovorni prevoznik izdaje samo jedan tovarni list (teretnicu) jer je odgovoran za kretanje pošiljke kroz svaki deo tranzita.

10.3 Prednosti multimodalnog transporta

- Smanjene ukupnih režijskih troškova
- Efikasnije praćenje
- Smanjeno vreme isporuke

10.4 Definicija intermodalnog transporta

Intermodalni transport takođe podrazumeva nekoliko vidova transporta. Svakim pojedinačnim vidom transporta upravlja određeni operater, a svaki krak transporta definiše se posebnim ugovorima. Intermodalni kontejneri su standardizovane jedinice koje se koriste za ovu svrhu, koje olakšavaju nesmetan prenos robe između brodova, vozova i kamiona bez potrebe za istovarom i pretovarom samog tereta [5].

10.5 Prednosti intermodalnog transporta

- Fleksibilnost i ušteda
- Smanjenje karbonskog otiska
- Poboljšana bezbednost i kontrola

10.6 Troškovi intermodalnog servisa

Prva grupa troškova odnosi se na najam vagona. Cene vagona date su u pregledu, u zavisnosti od vrste vagona koji su predmet najma. Za potrebe kalkulacije, troškovi najma obračunati su na godišnjem nivou s obzirom da je minimalni period najma vagona jedna godina, bez obzira na to da li je servis aktivan ili pauziran/ prekinut. Druga grupa troškova odnosi se na troškove železničke vozarine. Iznos vozarine definisan je po pravcu (jedan smer) i ovaj iznos se plaća železničkom operateru samo kada se servis (železnički transport) organizuje.

10.7 Definisanje i projekcija cena za uslugu intermodalnog servisa

U prethodnom delu rada pomenuti su konkurentski terminali koji posluju u okviru kontejnerske industrije na teritoriji Srbije. Bez obzira na istu delatnost kojom se bavimo, konkurenciju kada je u pitanju možemo svesti na dva terminala u neposrednom okruženju. To su terminal Leget u Sremskoj Mitrovici (kontejnerski terminal sa najvećim obimom pretovara u Srbiji), udaljen oko 40 km od Novog Sada, i terminal Met Trans u Indiji koji je udaljen oko 25 km. Prilikom definisanja cena, pored direktnih troškova koji su vezani za železničkog operatera, kompanija je morala uzeti u obzir i cene najvećih konkurenata u cilju određivanja što konkurentnije cene samog servisa.

10.8 Projektovani prihodi od intermodalnog servisa Rijeka-Novi Sad- Rijeka

Dalja kalkulacija baziraće se upravo na potpuno popunjenom kapacitetu voza (pri uvozom toku), dok je za izvozni tok dogovoreno kalkulirati sa popunjenošću od 60%. Rukovodstvo LO, a smatra da je ovaj procenat realan s obzirom na činjenicu da je izvoz iz Srbije realizovan u znatno manjoj meri nego uvoz.

10.9 Finansijski rezultat i budžetirani prihodi (pre i posle implementacije novog intermodalnog servisa)

U nastavku ove analize predočeni su projektovani prihodi za narednu kalendarsku godinu. Inicijalno su date predviđene količine robe za pretovar koje će biti realizovane u navedenom periodu kao i količine za ostale usluge iz kojih logistički operater generiše prihod. Kako bi se izračunali ukupni prihodi prikazane su i cene pojedinih logističkih operacija (usluga) te kreiran i tabelarni prikaz budžetiranih prihoda za narednu kalendarsku godinu;

11. ZAKLJUČAK

Nakon sprovedenih analiza jasno je da postoji dosta prostora za unapređenje poslovanja kao i za poslovni razvoj kompanije. Težnja da se dodatnim uslugama pruži dodatna vrednost za komitente ove kompanije mora biti u fokusu menadžmenta. Kompanija teži da postane vodeći pružalac pametnih logističkih rešenja, omogućavajući tok trgovine širom sveta. Jedan od stubova poslovanja logističkog operatera jeste održivost što je jasnije iskazano kroz slogan: „Naš svet, naša budućnost“ koji osigurava da kompanija posluje odgovorno, dajući prioritet održivosti i uticaju na ljude, životnu sredinu i zajednice u kojima posluje kako bi osigurali bolju, društveno pravedniju i održiviju budućnost.

12. LITERATURA

- [1] Ferišak B., Medveščak I., Renko F., Sremac D., Šnajder B., „Poslovna logistika“, Zargeb, 1983.
- [2] Stanivuković D., „Logistika-organizacija I menadžment“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003,
- [3] Barac, N. „Upravljanje poslovnim logistikom“, Ekonomski fakultet, Niš, 2000.
- [4] <https://www.transvirtual.com/blog/intermodal-vs-multimodal-shipping-option/> (pristupljeno u septembru 2024.)
- [5] <https://www.transvirtual.com/blog/intermodal-vs-multimodal-shipping-option/1> Regodić, D.: „Logistika 4“, izmenjeno i dopunjeno izd., Univerzitetu Singidunum, Beograd, 2014.

Kratka biografija:



Jelena Dragičević rođena je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta – Menadžmenta kvaliteta i logistike odbranila je 2024.god
Kontakt: jelena.damjanac@gmail.com

ЕВАЛУАЦИЈА ЕФЕКТА ОД АКТИВНОСТИ ИНВЕСТИРАЊА У УСЛОВИМА ПЕРМАКРИЗЕ**EVALUATION OF INVESTMENT EFFECTS IN THE CONDITIONS OF THE PERMACRISIS**

Александар Буковски, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ИНДУСТРИЈСКО ИНЖЕЊЕРСТВО И МЕНАџМЕНТ

Кратак садржај – У овом раду описан је процес доношења одлуке о креирању портфолија инвестирања и мерењу перформанси различитих портфолио алокација у условима који су изразито неповољни и нестабилни по тржиште, а који при томе егзистирају дужи временски период, односно у условима пермакризе.

Кључне речи: Процес одлучивања, портфолио инвестирања, перформансе портфолија инвестирања, пермакриза

Abstract – In this paper, the process of decision-making when creating an investment portfolio and performance tracking of the created portfolio are described, under unfavorable and uncertain conditions that have prolonged effects on the markets, called permacrisis

Keywords: Decision-making, investment portfolio, portfolio performances, permacrisis

1. УВОД

Предмет истраживања овог рада јесте евалуација ефекта од активности инвестирања у условима пермакризе, са посебним акцентом на дефинисање геополитичког и економског стања пермакризе, узроцима који су довели до настанка стања перманентне кризе и факторима који подстичу одрживост таквог стања, као и на перформансе различитих алокација капитала унутар портфолија инвестирања. Методологија овог истраживања базира се на структуралном објашњењу централног појма овог рада, односно ефекта од активности инвестирања у условима пермакризе. Циљ овог рада је да се укаже на утицај пермакризе на ефекте од активности инвестирања. Кроз теоријске основе појмова из сфере инвестирања и управљања активом као и резултате примера реалних алокација, сагледане су перформансе улагања инвеститора у различите врсте активе. Фокус је постављен на квантификовање ризика како појединачне имовине тако и целокупног портфолија, графички приказ кретања приноса и ризика, али и поврат, односно принос портфолија инвестирања.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Владимир Ђ. Ђаковић, ред. проф.

2. ИНВЕСТИРАЊЕ – КОНЦЕПТУАЛНЕ И МЕТОДОЛОШКЕ ОСНОВЕ**2.1. Појам и основне карактеристике процеса и активности инвестирања**

Инвестирање је темељан поступак, односно процедура која се састоји из одређеног броја корака који морају да се реализују, сукцесивно, како би инвестициони субјекат, односно покретач инвестиционог поступка могао да се ослони на валидност и квалитет излазних величина, односно информација о објекту инвестирања које представљају најрелевантнију основу за доношење одлуке о инвестирању. Дакле инвестирање као активност има сукцесиван ток, кораци морају да се реализују одређеним редоследом, један за другим, потом има чиниоце односно субјекта инвестирања и објекта инвестирања, али такође као саставни део своје природе има временски почетак и крај. На основу претходно изнетих чињеница, са апсолутном тачношћу може да се каже да је инвестирање у суштини процес. „Инвестициони процес започиње утврђивањем инвестиционих циљева на основу два основна индикатора: захтеваног приноса и толеранције ризика [1].“

2.2. Економски циклуси – појам и основне карактеристике фазе експанзије и фазе рецесије

Посматрајући економију може се закључити да се светска економија креће у циклусима. Опште су позната два циклуса економије, циклус раста, односно експанзије и циклус пада, стагнације, контракције односно циклус економске регресије. Циклус економске експанзије се може дефинисати на следећи начин: „Експанзија је фаза економског, односно привредног циклуса, где се уочава раст реалног бруто домаћег производа у два узастопна квартала, крећући се од дна ка врху. Експанзија је типично пропраћена растом запослења, ојачаним потрошачким поверењем као и растом тржишта капитала [2].“ Са друге стране, односно супротни појам од појма економске експанзије и фаза у економском циклусу када долази до економске контракције, назива се рецесија. „Рецесија је значајан, високо распрострањен и пролонгиран пад у економској активности. Рецесија се дефинише и као пад у расту реалног бруто домаћег производа, односно негативан раст, два квартала узастопно [3].“

2.3. Процеси инвестирања и фреквентна појава кризних стања

Технолошким развојем и убрзаним протоком информација али и капитала, волатилност ценовних померања, односно распон и брзина ценовних померања активе на финансијском тржишту је све већа за све мањи временски период. Такође, економске прилике како на макроекономском тако и на микроекономском нивоу мењају се повећаним темпом, доносећи честа и фреквентна кризна стања.

Табела 1 – Хронолошки приказ највећих забележених кризних стања у историји економије човечанства

Назив кризног стања	Година појаве кризног стања
Тулип манија	1637.
Кредитна криза Уједињеног Краљевства	1772.
Слом Њујоршке берзе	1929.
Енг. “ОПАС” нафтна криза	1973.
Азијска валутна криза	1997. – 1998.
Енг. “Dot.com” меџур	2001.
Глобална финансијска криза	2007. – 2008.
Криза пандемије енг. „COVID-a“	2020.
Украјинска криза	2022.

2.4. Утицај кризних стања на перформансе инвестирања, процесе инвестирања и преференције субјеката инвестирања

Креирањем позитивних економских ефеката као примарним резултатом процеса инвестирања, субјекат инвестирања преко вршења инвестиционе, финансијске анализе бира одговарајућу активу, пратећи и квантификујући перформансе исте. Поред потенцијала да генерише позитиван економски ефекат, односно поврат, одређена актива има наклоност ка бољим, односно лошијим перформансама у зависности од стања светске економије. Имовина, односно објекат инвестирања који задржава вредност или чак и јача на вредности у стањима економске кризе назива се енг. “Safe haven asset”, односно имовина која представља уточиште капитала у тренутку кризног стања. Насупрот имовини која представља уточиште, енг. “risk on” имовина традиционално и уобичајено генерише боље перформансе, односно поврат у тренутку економске експанзије. У зависности од економског стања, субјекат инвестирања ће доћи до различите одлуке након извршене инвестиционе анализе, алоцирајући већину капитала ка активи која представља отпор кризном стању и задржава вредност током кризних стања, ротирајући средства у ризичнију активу током фазе економске експанзије.

2.5. Појам и основне карактеристике портфолија инвестирања

„Класично, појмовно дефинисање портфолија у случају инвестирања на финансијском тржишту, под портфолиом подразумева скуп две или више хартије од

вредности које су у поседу (власништву) једног инвеститора [4].” Избор активе која ће се наћи у портфолију инвеститора је темељан процес инвестирања који почиње инвестиционом анализом. За разлику од инвестирања у појединачну активу, управљање портфолиом инвестирања захтева активно управљање имовином, односно капиталом алоцираним у активу која чини портфолио инвестирања.

3. РИЗИК У ИНВЕСТИРАЊУ СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ПРОЦЕС ДОНОШЕЊА ОДЛУКА О ИНВЕСТИРАЊУ

3.1. Место улога и значај управљања ризицима

Развојем, односно осавремењивањем процеса анализе и селекције портфолија, а самим тим и процеса инвестирања, акценат се ставља на управљање ризиком, као мером присуства непознанице у процесу инвестирања. Ризик се јавља у виду потенцијалног губитка вредности капитала који је пласиран тј. уложен у одређену инвестицију. Приликом стицања власништва над активом, инвеститор врши размену капитала за активу по одређеној цени.

3.2. VaR – енг. “Value at Risk” као модел управљања ризицима и квантификација резултата примене адекватних статистичко-математичких метода

Метода која квантификује ризик унутар портфолија или за појединачну инвестицију, односно модел управљања ризицима који изражава максималну очекивану вредност коју инвеститор може да изгуби опредељујући се за одређену алокацију, назива се енг. “Value at Risk”, односно вредност под ризиком [5].

3.3. Параметарске и непараметарске методе израчунавања “VaR”-а

Уколико услови за нормалну расподелу нису задовољени, примењују се непараметарске методе за израчунавање “VaR”-а. Параметарска метода која је најраспрострањенија у погледу употребе и научног признања је варијанса-коваријанса метода, док су историјска симулација и Монте Карло симулација две непараметарске методе које се највише користе, историјска симулација је најкоришћенија метода.

3.4. Конгруентност приноса и ризика

Не постоји активност инвестирања која са собом не носи и најмањи ниво ризика са собом. Улагање капитала за потенцијални додатни принос у будућности, а при том одричући се моменталне потрошње и размене слободног капитала за добра или услуге представља само по себи активност са осетном дозом непознанице. Потенцијални, односно очекивани принос одређене активности инвестирања указује на немогућност тврдње да ће се одређени принос са апсолутном сигурношћу десити у будућем периоду и с тога се долази до констатације да су две неодвојиве карактеристике процеса инвестирања ризик и принос и да је немогуће очекивати принос без и најмање дозе ризика.

3.5. Модел вредновања капиталне активе („CAPM“), принос на индивидуалну хартију од вредности и мерење приноса у односу на ризик

Комбинацијом безризичне стопе приноса, волатилности индивидуалне хартије од вредности, односно инвестиције и премије на ризик, тачније мере очекиваног приноса за додатно преузети ризик ван безризичне алокације, модел вредновања капиталне активе исказује очекивани принос на индивидуалну инвестицију, односно награду коју инвеститор може да очекује за додатни ризик. С обзиром да је „CAPM“ математички модел, он има своју формулу за израчунавање:

$$ER_i = r_{fr} + \beta * (ER_m - r_{fr}) \quad (1)$$

Где:

ER_i – Очекивани принос на индивидуалну хартију од вредности

r_{fr} – безризична стопа приноса

β – стопа корелације ценовног померања индивидуалне хартије од вредности и тржишта, односно мера ризика за индивидуалну хартију од вредности

$(ER_m - r_{fr})$ – енг. „*Market risk premium*“ – додатни принос на преузети ризик ван безризичне инвестиције [6]

4. ЕВАЛУАЦИЈА ЕФЕКТА ОД АКТИВНОСТИ ИНВЕСТИРАЊА У УСЛОВИМА ПЕРМАКРИЗЕ

4.1. Пермакриза као неопходност свакодневног живота

Термин „Пермакриза“ је релативно нов термин који осликава свакодневницу живота, обухватајући све сфере живота, економску односно финансијску, социјалну, климатску као и геополитичку. Термин је доспео у интерес аналитичара и стручњака за геополитику, економију и социолошке струје у друштву, током 2022. године, када је термин „Пермакриза“ постао реч године на основу енг. „*Collins*“ речника. Термин „Пермакриза“ је „дужи период нестабилности и несигурности, поготово период који је резултирао низом катастрофалних догађаја [7]“

4.2. Глобална економска криза 2007-2008

Једна од највећих криза 21. века а уједно и криза која је овековечила финансијску сферу нашег друштва у првој деценији тренутног века у којем живимо, јесте Глобална економска криза 2007-2008 године, која је настала комбинованим деловањем низа различитих монетарних и тржишних сила, а у корену настанка кризе од које се значајан број економија држава света није још увек у целости опоравио. Номинално, Глобалну економску кризу, изазвао је догађај у економији, познат под називом „пуцање тржишног мехура“. Тржишни мехур је економски циклус који карактерише рапидан, стрмоглави раст у вредности, односно цени имовине. Овакав неоправдани, неодрживи раст често прати оштра корекција у цени,

односно пад вредности имовине, а тај моменат се назива пуцање тржишног мехура. [8]

4.3. Европска дужничка криза

Након слома светског економског система и Глобалне економске кризе 2007. године и 2008. године, последице пуцања тржишног мехура некретнина и погрешног управљања ризиком, осетиле су се широм света, па самим тим и на територији Европске уније. Криза која се надовезала на Глобалну економску кризу, а која је трајала готово читаву деценију унутар европског монетарног система, назива се Европска дужничка криза.

4.4. Пандемија енг. „COVID 19“

Светски економски систем, који није успео у потпуности да се опорави од Глобалне финансијске кризе, као и Стари континент од дужничке кризе, погођен је наредним кризним стањем које је отпочело избијањем пандемије вируса енг. „*COVID-19*“, фебруара, односно марта 2020. године. Целокупна трговина, транспорт и флукуација становништва, односно тржишна размена између земаља је у потпуности заустављена мерама карантина и социјалне изолације како би се сузбило даље ширење вируса енг. „*COVID-19*“. С обзиром на мере безбедности које су тада биле прописане, а то су мере без непосредног контакта и рестрикције у погледу интернационалног кретања, велики број индустрија био је значајно погођен избијањем пандемије. Највеће последице кризе осетиле су се у туризму и авио транспорту.

4.5. Украјинска криза

Након економског опоравка и велике експанзије током 2021. године у виду четрнаесто процентуалног раста глобалног БДП-а у односу на 2020. годину и достизања историјског максимума у вредности тржишта капитала, који се мери кретањем „*SPX*“ индекса, 25. фебруара 2022. године десио се катастрофални догађај који је покренуо нову економску кризу и допринео знатном скоку инфлације на двоцифрени износ, односно рат између Русије и Украјине.

4.6. Инфлаторна кретања на глобалном нивоу са реперкусијама на инвестиционо окружење у Републици Србији

Када је реч о Србији, месечна стопа инфлације драстично се повећавала у периоду од почетка 2022. године до краја 2023. године. Током јануара 2022. године стопа инфлације у Републици Србији била је 8%, да би се током 2022. године, односно у току Украјинске кризе, попела и на 16%, измерена у јануару 2023. године, тачније годину дана касније.

4.7. Криза банкарског сектора на примеру Америке и Европе

Највећи банкрот, који је уједно и други највећи банкрот унутар банкарског сектора у историји САД-а, јесте био банкрот енг. „*Silicone Valley Bank*“ објављен

10. марта 2023. године. Убрзо након „SVB“, енг. „Signature bank“ са седиштем у Њујорку је такође поднела захтев за банкрот 12. марта 2023. године. Трећи узастопни колапс у банкарском сектору десио се 01. маја 2023. године где је енг. „First Republic Bank“ са седиштем у Сан Франциску изгубила преко 97% вредности акције, односно 70% вредности у једном дану. Када је реч о Европи, најзначајнији колапс се десио такође у марту 2023. године (19.03.2023), када је банка „Credit Suisse“, швајцарски гигант, купљен од стране „UBS“-а за 3.2 милијарде долара.

5. ЕВАЛУАЦИЈА ЕФЕКТА ОД АКТИВНОСТИ ИНВЕСТИРАЊА У УСЛОВИМА ПЕРМАКРИЗЕ – ПРАКТИЧАН ПРИМЕР

Акцент практичног дела рада биће на анализирању перформанси различитих портфолија, односно алокација у току кризних стања, а поготово у периоду избијања пандемије вирусом „COVID-19“, закључно са мартом 2022. године при чему се обухвата и Украјинска криза.

5.1. Перформансе различитих портфолио алокација у условима изразите кризе (март 2020 – март 2022. године)

Временски период за који су узети подаци почиње 02.03.2020. године односно обухвата сам почетак „COVID“ кризе и завршава се 01.03.2022. односно у току почетних дана војног сукоба у Украјини. Дакле, анализа перформанси портфолија обухвата два енг. „Black swan“ догађаја, избијање пандемије и почетак рата у Украјини, са фокусом на утврђивање како репетитивна кризна стања, која се комбинују у стање пермакризе, утичу на перформансе портфолија и која алокације јесте, математички и статистички посматрано оптимална и најбоља у погледу односа награде, приноса, и ризика.

5.2. Поређење перформанси анализираних портфолио алокација

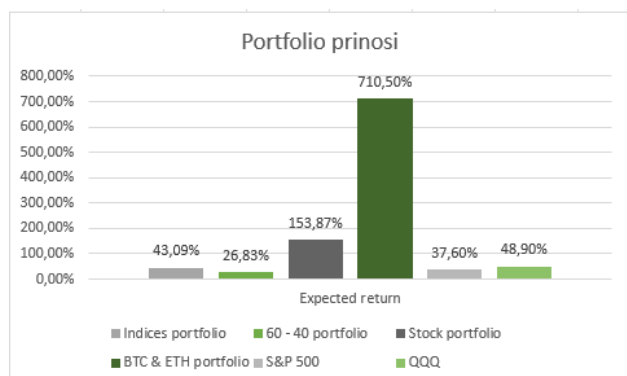


График 5. – Поређење стандардне девијације свих портфолио алокација

6. ЗАКЉУЧАК

У овом делу рада биће изнесена закључна разматрања на тему евалуације ефеката од активности инвестирања у условима пермакризе.

6.1. Квантитативне и квалитативне препоруке

Ризичне инвестиције доводе до изузетно великих приноса, где су у метрици очекивани принос и акумулирани годишњи раст апсолутни победници портфолио инвестирања састављен од криптовалута и акција на највеће компаније са преко 300% очекиваног приноса и преко 100% акумулираног годишњег раста. Такође „Sharpe“ рацио је највећи за ова два портфолија те указује на супериорни однос принос/ризик у анализираном сету портфолија.

6.2. Правци даљих истраживања

Применом статистичких и математичких алата мерења перформанси портфолија може ефикасно да се идентификује која портфолио алокација има супериорне перформансе.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Брзаковић, Т.: „Процес инвестирања и инвестиционе стратегије на тржишту капитала“, Београд, 2005.
- [2] Извор: <https://www.investopedia.com>
- [3] Анђелић Г.Б., Ђаковић В.Ђ.: „Основе инвестиционог менаџмента“, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2017.
- [4] Извор: <https://hbr.org/>
- [5] Извор: <https://www.collinsdictionary.com>
- [6] Извор: <https://www.theatlantic.com>

Кратка биографија: **Александар Буковски** рођен је у Сремској Митровици 1999. год. Мастер рад на Факултету техничких наука је из области Инжењерски менаџмент – Инвестициони менаџмент.
контакт: bukibukovski99@gmail.com

PRIMENA PROJEKTOG MENADŽMENTA U UNAPREĐENJU SPORTA I OMLADINSKE POLITIKE IZ PERSPEKTIVE POKRAJINSKOG SEKRETARIJATA ZA SPORT I OMLADINU**THE ROLE OF PROJECT MANAGEMENT IN ADVANCING SPORTS AND YOUTH POLICY FROM THE PERSPECTIVE OF THE PROVINCIAL SECRETARIAT FOR SPORTS AND YOUTH**

Dane Basta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – Industrijsko inženjerstvo i menadžment

Kratak sadržaj – U ovom master radu je analizirana uloga projektnog menadžmenta u unapređenju sporta i angažovanja mladih iz perspektive Pokrajinskog sekretarijata za sport i omladinu. U radu su korišćene kvalitativne i kvantitativne metode istraživanja, analiza dokumenata, kao i intervjui sa relevantnim stručnjacima i akterima koji su bili uključeni u sportske i omladinske projekte u pokrajini. Istraženi su izazovi u primeni projektnog menadžmenta, a na osnovu dobijenih rezultata predložene su strategije za njegovo unapređenje. Rad takođe daje preporuke za budući razvoj strateških inicijativa i pristupa upravljanju projektima ove vrste.

Ključne reči: Projektni menadžment, strateške inicijative, institucionalna podrška, finansiranje projekata

Abstract – This master's thesis analyzes the role of project management in enhancing sports and youth engagement from the perspective of the Provincial Secretariat for Sports and Youth. The study employs qualitative and quantitative research methods, document analysis, as well as interviews with relevant experts and stakeholders involved in sports and youth projects in the province. The challenges in applying project management practices were explored, and based on the results, strategies for improvement were proposed. The thesis also provides recommendations for the future development of strategic initiatives and approaches to managing such projects.

Keywords: Project management, strategic initiatives, institutional support, project financing

1. UVOD

Projektni menadžment je postao ključna disciplina u unapređenju različitih sektora društva, pa između ostalog, uključujući sport i omladinske aktivnosti. Sa sve većim zahtevima za efektivnim i efikasnim korišćenjem resursa, organizacije koje se bave sportom i omladinom sve više se oslanjaju na metode projektnog menadžmenta za upravljanje kompleksnim projektima.

Uloga Pokrajinskog sekretarijata za sport i omladinu u

podrsci ovih projekata je od izuzetne važnosti za postizanje dugoročnih ciljeva u pogledu podsticanja zdravih navika, razvoja sportskih veština i obezbeđivanja uslova za aktivno učešće mladih u društvu.

Cilj ovog rada je da istraži kako se tehnike i principi projektnog menadžmenta mogu efikasno primeniti u okviru projekata Pokrajinskog sekretarijata, koji se bave razvojem sporta i aktivnosti za mlade. U tom smislu, rad će analizirati konkretne aspekte projektnog menadžmenta, kao što su planiranje, upravljanje resursima, implementacija i evaluacija rezultata projekata. Na taj način će se razmotriti kako projektni menadžment može unaprediti postojeće prakse i obezbediti bolje rezultate u projektima usmerenim ka mladima i sportu.

2. TEORIJSKI OKVIR**2.1. Projekti i upravljanje projektima**

Na prvom mestu, kada se priča o projektima, potrebno je razumeti sam pojam projekta, koji predstavlja privremeni, jedinstveni i složeni poduhvat usmeren ka određenim ciljevima u ograničenom vremenu i sa ograničenim resursima. Projekat ima jasno određen početak i kraj, a rezultat može biti konkretan proizvod, usluga ili metodologija [1]. Ono što je zasigurno jeste da projekti nisu klasične aktivnosti koje se kontinuirano obavljaju u organizacijama radi obavljanja i održavanja poslovanja.

Projekat zapravo podrazumeva aktivnosti koje se sprovedu povremeno, u cilju ostvarenja specifičnih ciljeva. Prema američkom Institutu za upravljanje projektima [2], projekat je privremeni poduhvat, čije su ključne karakteristike privremenost i jedinstvenost, odnosno projekat je privremeni napor za stvaranje jedinstvenog proizvoda, usluge ili rezultata. Na osnovu svega navedenog, može se reći da su osnovne karakteristike projekta privremeno trajanje, jedinstvenost rezultata, postepena razrada, ograničeni resursi, postojanje investitora i neizvesnost.

Svaki projekat se izdvaja po svojoj složenosti, jednkrotnosti i ograničenjima u pogledu vremena, resursa i budžeta [3]. Osim kao metod ostvarenja poslovnih ciljeva, projekti u savremenim organizacijama predstavljaju i odgovor na brze promene tržišta i skraćene cikluse proizvoda, što ih čini ključnim za dugoročni razvoj. Rodni Tarner vidi projekat kao privremenu organizaciju sa zadatkom da donese korisne promene [4], dok Jovanović

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Danijela Gračanin, vanr. prof.

ističe da je to poslovni poduhvat usmeren na konačne ciljeve uz ograničene resurse i vreme [5].

2.2. Tradicionalne, agilne i hibridne metodologije upravljanja projektima

Tradicionalne metodologije zasnivaju se na strukturiranom i linearnom procesu koji uključuje precizno planiranje, detaljnu dokumentaciju i fiksne faze. Ovaj pristup je najpogodniji za projekte koji su slični ranije realizovanim, gde postoji utvrđeni šablon rada. Koristi se kada su zahtevi korisnika jasni i detaljno poznati, sa minimalnim izmenama i malom neizvesnošću. Projekti su karakterisani malom složenosti, minimalnim promenama obima, poznatom tehnološkom infrastrukturu, niskim stepenom rizika i iskusnim timom koji radi sa malo grešaka, uz stabilan i jasan projektni plan.

Agilni pristupi, razvijeni kao reakcija na rigidnost tradicionalnih metoda, pružaju veću fleksibilnost u brzom okruženju poput softvera, što je formalizovano u *Agile Manifesto*-u iz 2001. godine. Ovaj manifest naglašava važnost pojedinaca, interakcije, saradnje sa klijentima i prilagođavanja promenama, umesto rigidnog praćenja plana. Hibridno upravljanje projektima, koje kombinuje tradicionalne i agilne pristupe, sve je zastupljenije u različitim industrijama, omogućavajući bolju adaptaciju potrebama projekta. Ovaj model spaja strukturu tradicionalnog upravljanja sa fleksibilnošću agilnog pristupa, što dovodi do efikasnijeg upravljanja složenim projektima, poboljšanja koordinacije u timovima i povećane satisfakcije korisnika kroz češće povratne informacije [6].

2.3. Faze upravljanja projektima

Prema Institutu za upravljanje projektima [2], životni ciklus projekta obuhvata sledeće faze: iniciranje, planiranje, izvršenje, monitoring i kontrola, i zatvaranje.

Tokom faze iniciranja, razmatraju se i procenjuju ideje za projekat, uključujući isplativost i benefite. Ovde se odlučuje da li će projekat biti realizovan, što je ključno za uspeh. Faza planiranja uključuje detaljno definisanje ciljeva, aktivnosti, resursa i rizika. Planiranje je kritično za uspeh projekta i obezbeđuje sve potrebne resurse, kao i komunikacione kanale sa zainteresovanim stranama. Faza izvršenja podrazumeva realizaciju projekta, gde je projektni menadžer odgovoran za koordinaciju i kontrolu. Tokom ove faze, prate se performanse i preduzimaju korektivne mere ako je potrebno. Faza monitoringa i kontrole obuhvata stalno praćenje napretka projekta i korigovanje odstupanja od plana. Kada su svi zadaci završeni, pristupa se fazi zatvaranja, koja uključuje predaju rezultata, analizu uspešnosti projekta i identifikaciju oblasti za poboljšanje.

2.4. Alokacija resursa i finansijsko upravljanje projektima

Kontrola troškova je jedan od najvažnijih aspekata u finansijskom upravljanju projektom, jer omogućava da se troškovi projekta prate u odnosu na planirani budžet i vremenske okvire. Ova faza podrazumeva redovno praćenje i upoređivanje planiranih troškova sa stvarnim troškovima i brzo reagovanje na svaki nastanak odstupanja. Prema Lukiću [10], kontrola troškova zahteva primenu alata kao što su tabele za praćenje troškova,

finansijski izveštaji i softver za upravljanje budžetom. Neophodno je ustanoviti redovne intervale izveštavanja kako bi finansijski menadžeri mogli da uoče potencijalne probleme na vreme i preduzmu korektivne mere. Jedan od alata koji se često koristi u ovoj fazi je analiza vrednosti za utrošeno, koja omogućava poređenje stvarnog napretka sa planiranim i utvrđivanje trenutnog finansijskog stanja projekta.

Materijalni resursi uključuju opremu, materijale i druge fizičke resurse koji su potrebni za sprovođenje projekta. Efikasna alokacija materijalnih resursa zavisi od tačne procene potrebnih količina i pravovremene nabavke. Jedan od glavnih izazova u ovoj oblasti jeste usklađivanje dinamike nabavke i distribucije resursa sa potrebama projekta, kako bi se izbegla kašnjenja i zastoje [7].

2.5. Upravljanje interesnim grupama na projektu

Upravljanje interesnim grupama na projektu obuhvata sve aktivnosti usmerene na identifikaciju ljudi, grupa ili organizacija koji bi mogli da utiču na projekat ili da budu njime pogođeni, analizu njihovih očekivanja i uticaja, kao i razvoj strategija za njihovo aktivno uključivanje u odluke i izvršenje projekta. Ovo je od vitalnog značaja za uspešnu realizaciju, jer pomaže projektnom timu da bolje razume različite aspekte očekivanja i uticaja koje imaju ove grupe, kao i da uspostavi načine za njihovo uključivanje u proces donošenja odluka i u radne aktivnosti [2].

Današnji projekti se gotovo uvek odvijaju u složenim okruženjima u kojima različite interesne grupe igraju presudnu ulogu. One mogu uključivati klijente, krajnje korisnike, izvođače, konsultante, sindikate, javne institucije, finansijske organizacije i druge, pri čemu je svaka grupa nosilac specifičnih interesa koji mogu direktno uticati na projekat. Istraživanje provedeno među norveškim menadžerima projekata pokazalo je da su klijenti i krajnji korisnici najznačajnije grupe [8].

2.6. Upravljanje programom i portfoliom

Najviši nivo upravljanja u ovoj oblasti je upravljanje portfoliom projekata, odnosno portfolio menadžment [9]. Portfolio predstavlja skup programa, projekata i drugih povezanih aktivnosti koje imaju prioritete i realizuju se radi postizanja strateških ciljeva kompanije. Na ovaj način se optimizuje korišćenje resursa, smanjuju rizici, povećavaju koristi i poboljšavaju performanse organizacije.

Upravljanje programom je proces upravljanja nekoliko povezanih projekata, dok je upravljanje portfoliom upravljanje većim brojem programa sa ciljem unapređenja rada organizacije. Program traje duže i može se odvijati kontinuirano kako bi se postigli dugoročni poslovni ciljevi. Program se sastoji od više međusobno povezanih projekata koji se istovremeno realizuju kako bi se ostvario zajednički cilj. Nerazumevanje razlika između projekata i programa može negativno uticati na performanse organizacije, a otkrivanje tih razlika može transformisati pristup upravljanju budućim inicijativama [9].

Menadžeri projekata moraju razumeti razlike između projekata, megaprojekata, programa i portfolija, jer svaki od njih zahteva različite pristupe upravljanju, veštine i organizacione strukture kako bi se postigao uspeh.

2.7. Upravljanje programom i portfoliom

Evalvacija i vrednovanje projekata predstavljaju ključne aktivnosti u procesu upravljanja projektima, omogućavajući sponsorima, menadžerima i drugim zainteresovanim stranama da procene uspeh projekta, kao i njegov uticaj na ciljeve organizacije. Sa stanovišta sponsora, ovi procesi su naročito važni jer pomažu u određivanju da li su resursi i investicije u projekat doneli očekivane koristi i povraćaj uložених sredstava. Evalvacija podrazumeva sistematsko prikupljanje i analizu podataka tokom i nakon implementacije projekta, kako bi se utvrdilo da li je projekat ostvario svoje ciljeve. Evalvacija može biti procesna, koja se sprovodi tokom realizacije projekta, i završna, koja se sprovodi po okončanju projekta. Procesna evalvacija omogućava pravovremene korekcije u realizaciji projekta, dok završna evalvacija ima za cilj da utvrdi ukupni uticaj i postignuće projekta.

Evalvacija projekata sa stanovišta sponsora je od izuzetnog značaja jer sponsori imaju ključni interes da vide rezultate koji opravdavaju njihove investicije. Evalvacija ne treba da se ograniči samo na merljive rezultate, već treba da uključi i kvalitativne aspekte kao što su uticaj na zainteresovane strane, ugled organizacije i usklađenost projekta sa strateškim ciljevima kompanije [11].

3. ISTRAŽIVAČKI DEO

Pokrajinski sekretarijat za sport i omladinu predstavlja najviši organ vlasti u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini koji se bavi pitanjima mladih, tretirajući probleme mladih u svakoj pojedinačnoj lokalnoj samoupravi i u svakom mestu u Vojvodini kroz sistemski pristup. Pokrajinski sekretarijat za sport i omladinu ima ulogu da prati, podržava i sarađuje sa omladinskim udruženjima, njihovim savezima, kao i lokalnim kancelarijama za mlade, da priprema projekte i predlaže mere za unapređenje položaja mladih.

3.1. Analiza projekata podrške sprovođenju omladinske politike i preporuke za unapređenje

U okviru kalendarske godine koja je bila predmet analize, raspisana su dva konkursa iz ove oblasti. Na prvom konkursu, raspisanom u februaru, pristiglo je 188 prijava. Komisija za stručni pregled podnetih predloga projekata za finansiranje projekata od interesa za AP Vojvodinu u oblastima omladinskog sektora, odlučila je da za finansiranje predloži 111 projekata, što je oko 60% prolaznost projekata. Na drugom konkursu, raspisanom u septembru, pristiglo je 65 predloga projekata od kojih je podržano 35, što je oko 54% prolaznosti. Porast interesovanja mladih za učešće na Konkursu omladinske politike uočava se uvidom u broj pristiglih prijava na prvi konkurs.

3.2. Analiza projekata podrške razvoju sporta

U okviru programa u kojima se ostvaruju potrebe i interesi građana u oblasti sporta u AP Vojvodini u okviru kalendarske godine koja je posmatrana u ovom istraživanju raspisana su dva konkursa. Prvi, redovni konkurs imao je na raspolaganju 65.610.000,00 dinara. Ukupno je pristiglo 395 prijava, dok je ukupan iznos traženih sredstava iznosio 208.004.229,11 dinara, što je značajno premašilo raspoloživi budžet. Nakon detaljne analize i evaluacije projekata, pokrajinski sekretar za sport i omladinu odobrio

je finansiranje 257 predloga projekata (65% prolaznost), čime je pružena podrška za raznovrsne aktivnosti u oblasti sporta.

Drugi konkurs, finansiran iz sredstava rebalansa budžeta, imao je raspoloživ budžet od 90.000.000,00 dinara. Pristiglo je 467 prijava, sa ukupno traženim sredstvima od 228.307.676,47 dinara, što je ponovo ukazalo na veliko interesovanje i potrebu za finansijsku podršku u oblasti sporta. Na osnovu odluke sekretara, odobreno je finansiranje ukupno 287 predloga projekata (61% prolaznost).

3.3. Preporuke za unapređenje projekata podrške sprovođenju omladinske politike

Na osnovu analize dosadašnjih projekata u okviru podrške omladinskoj politici i primene metodologija projektnog menadžmenta, nekoliko preporuka može doprineti unapređenju procesa, boljoj uključenosti mladih, kao i jačanju kapaciteta Sekretarijata u narednim godinama. Ove preporuke se fokusiraju na oblasti definisane u Nacionalnoj strategiji za mlade (2015–2025) i mogu poboljšati implementaciju projekata uz održivost i efikasnost:

1. Planiranje i definisanje projektnih prioriteta
 - Prilagoditi godišnje prioritete aktuelnim potrebama mladih na osnovu istraživanja i analiza, fokusirajući se na oblasti poput zapošljavanja, zdravlja i obrazovanja.
 - Uspostaviti mehanizam povratnih informacija od ranijih korisnika finansiranja radi boljeg razumevanja izazova i potreba za sledeći konkursni ciklus.
2. Podrška i edukacija za unapređenje kapaciteta projektnih timova
 - Organizovati treninge i radionice za podnosiocе projekata, pre i posle realizacije, s fokusom na projektno upravljanje, prikupljanje sredstava i monitoring.
 - Obezbediti mentorske programe za složenije projekte, kako bi organizacije stekle potrebna znanja i samopouzdanje.
3. Promovisanje učešća mladih
 - Kroz društvene mreže i kampanje približiti mladima značaj njihovog angažovanja i koristi za lokalnu zajednicu.
 - Razvijati volonterske programe koji podstiču aktivno učešće mladih i sticanje praktičnih iskustava.
4. Monitoring i evaluacija
 - Uvesti alate i standarde za praćenje projekata, uključujući ključne pokazatelje uspeha (KPI).
 - Rezultate evaluacije podeliti sa učesnicima programa, čime bi se obezbedila transparentnost i unapredilo poverenje.
5. Održivost i repliciranje projekata
 - Fokusirati se na projekte koji imaju potencijal za nastavak rada nakon završetka finansiranja.
 - Kreirati modele koji se mogu primeniti u različitim lokalnim zajednicama kako bi se proširio njihov uticaj.

6. Partnerstva i umrežavanje

- Podsticati saradnju sa lokalnim samoupravama, privatnim sektorom i obrazovnim institucijama radi dodatnih resursa i ekspertize.
- Organizovati redovne sastanke i razmenu iskustava među akterima omladinske politike.

Preporuke za proces kreiranja konkursa i prijava su:

- Potrebno je razraditi smernice za ključne aspekte projekata (npr. realizacija, očekivani rezultati) i pružiti primere uspešnih projekata.
- Definirati konkretne indikatore uspeha i odgovorne osobe za praćenje.
- Omogućiti prilagođavanje prijava za mlade iz ugroženih kategorija radi inkluzivnosti.
- Uvesti detaljnije podkategorije za precizniju analizu, posebno za kapacitet nosilaca projekta i opravdanost troškova.
- Jasnije definisati budžetske linije i dati primere pravilne raspodele

3.4. Preporuke za unapređenje projekata podrške razvoja sporta

Konkursi za finansiranje sportskih projekata koje sprovodi Pokrajinski sekretarijat za sport i omladinu ključan su instrument za razvoj sporta u AP Vojvodini. Ovi konkursi unapređuju sportsku infrastrukturu, podstiču učešće mladih u sportu i promovišu inovativne projekte u lokalnim zajednicama. Iako su kriterijumi i bodovanje dobro definisani, postoje mogućnosti za unapređenje procesa kako bi se sredstva efikasnije i pravednije raspodelila. Preporuke u nastavku usmerene su na poboljšanje strukture i transparentnosti prijava, evaluacije i održivosti finansiranih projekata:

- Definisanje prioriteta kriterijuma – potrebno je uvesti dodatne prioritete za prijave iz ruralnih sredina, projekte koji podržavaju osetljive grupe ili inovativne inicijative, čime bi sredstva bila usmerena na specifične potrebe i ciljne grupe.
- Struktura projektne prijave – neophodno je dodati segment za procenu rizika gde podnosioci razrađuju potencijalne izazove i načine za njihovo rešavanje, pružajući komisiji uvid u kapacitete prijavioca.
- Povećanje kriterijuma održivosti – potrebno je uvesti dodatne kriterijume koji procenjuju kapacitet projekta za dugoročan uticaj, razvoj lokalnih resursa ili stvaranje novih prilika za zapošljavanje.
- Jasno definisani indikatori uspeha – neophodno je zahtevati konkretne i merljive indikatore uspeha uz način verifikacije i prikupljanja podataka, radi lakše kontrole ostvarivanja ciljeva.
- Proces evaluacije i transparentnost - uvesti povratne informacije za sve aplikante s objašnjenjem razloga za dodelu ili odbijanje sredstava, što bi povećalo poverenje u proces.
- Realno budžetiranje i troškovi – neophodno je ocenjivati racionalnost budžeta kroz odnos između troškova i obima aktivnosti, kako bi prioritet imali projekti s optimalnom raspodelom sredstava.

4. ZAKLJUČAK

Zaključak ovog master rada ukazuje na ključnu ulogu projektnog menadžmenta u podršci i unapređenju sportskih i omladinskih programa kroz aktivnosti Pokrajinskog sekretarijata za sport i omladinu. Primena tehnika projektnog menadžmenta unutar ovih programa omogućava efikasnije planiranje, bolju organizaciju resursa i jasniju evaluaciju rezultata, što je od suštinske važnosti u javnom sektoru, gde su sredstva ograničena, a potrebe značajne. Procesi kao što su precizno planiranje, pravilna implementacija i dosledno upravljanje resursima predstavljaju osnovu za efikasno upravljanje sportskim i omladinskim projektima. Analiza primera pokazala je da je sistematičan pristup projektima u ovoj oblasti neophodan za postizanje ciljeva i da pažljiva organizacija može sprečiti najčešće izazove, poput nepredviđenih troškova ili kašnjenja u realizaciji. Sekretarijat je u ovom kontekstu prepoznat kao ključni akter, čija finansijska i institucionalna podrška omogućava široku dostupnost i razvoj različitih projekata u oblasti sporta i omladinskih aktivnosti.

5. LITERATURA

- [1] K. Schwalbe, „An Introduction to Project Management“, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017
- [2] „PMBOK Vodič kroz korpus znanja za upravljanje projektima“, četvrto izdanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2010
- [3] J. D. Frame, „Managing projects in organizations: how to make the best use of time, techniques, and people“, San Francisco: Jossey-Bass, 2003
- [4] R. Turner, „The handbook of project-based management: leading strategic change in organizations“, Mc Graw Hill, 2009
- [5] P. Jovanović, „Upravljanje projektom“, Beograd, Fakultet organizacionih nauka: Grafoslog, 2002
- [6] A. Agbejule, L. Lehtineva, „The relationship between traditional project management, agile project management and teamwork quality on project success“, *International Journal of Organizational Analysis*, Vol., 30 No. 7, pp. 124-136, 2022
- [7] R. Powell, D. M. Buede, „The Project Manager's Guide to Making Successful Decisions, Management Concepts“, Berrett-Koehler Publishers, 2008
- [8] J. T. Karlsen, Project Stakeholder Management, *Engineering Management Journal*, Vol., 14 No. 4, pp.19-24, 2002
- [9] Project Management Srbija, „Portfolio menadžment“, www.project-management-srbija.com, 2023
- [10] S. Lukić, Savremeni pristup planiranju projekata, *Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije*, pp. 140-152, 2011
- [15] H. Kerzner, „Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling“, Wiley, 2022

Kratka biografija:



Dane Basta rođen je u Kikindi 1983. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta odbranio je 2024. godine.
kontakt: bastadane@gmail.com

KONTINUIRANO UNAPREĐENJE U DIGITALNOM DOBU: USVAJANJE LEAN SIX SIGMA METODOLOGIJE U USLOVIMA RADA NA DALJINU**CONTINUOUS IMPROVEMENT IN THE DIGITAL AGE: ADOPTING LEAN SIX SIGMA METHODOLOGY IN REMOTE WORK ENVIRONMENTS**

Mina Damjanović, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Ovaj rad analizira primenu Lean Six Sigma (LSS) metodologije u visoko digitalizovanim radnim okruženjima, sa posebnim fokusom na rad na daljinu. Istražuje kako totalna kontrola kvaliteta (TQM) i upravljanje ljudskim resursima (HRM) utiču na motivaciju zaposlenih za usvajanje LSS inicijativa. Rad koristi kvantitativnu metodu analize kako bi identifikovao ključne faktore uspeha LSS-a u digitalizovanim uslovima, ističući praktične preporuke za adaptaciju LSS strategija digitalnoj radnoj snazi. Rezultati ukazuju na značajnu ulogu menadžmenta i izazove u primeni HRM praksi u kontekstu rada na daljinu.

Ključne reči: Lean Six Sigma, kontinuirano poboljšanje, digitalizacija, rad na daljinu, TQM, HRM

Abstract – This paper analyzes the application of the Lean Six Sigma (LSS) methodology in highly digitalized work environments, with a particular focus on remote work. It explores how Total Quality Management (TQM) and Human Resource Management (HRM) influence employee motivation for adopting LSS initiatives. The study employs a quantitative analysis method to identify key success factors for LSS in digitalized settings, emphasizing practical recommendations for adapting LSS strategies to a digital workforce. The results highlight the significant role of management and the challenges in implementing HRM practices in the context of remote work.

Keywords: Lean Six Sigma, continuous improvement, digitalization, remote work, TQM, HRM

1. UVOD

Digitalizacija je značajno izmenila savremena radna okruženja, uvodeći nove izazove i mogućnosti za upravljačke metodologije poput Lean Six Sigma (LSS). Kompanije širom sveta sve više zavise od digitalnih tehnologija kako bi poboljšale operativnu efikasnost i efektivnost, što transformiše način na koji se poslovni procesi organizuju i optimizuju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz završnog rada čiji mentor je bio dr Nemanja Sremčev, vanr. prof.

Uslužne industrije, posebno one s visokim stepenom digitalizacije, postaju ključna područja za istraživanje uticaja digitalizacije na metodologije upravljanja kao što je LSS. Lean Six Sigma (LSS) kombinuje Lean principe eliminacije gubitaka i Six Sigma alate za smanjenje varijacija u procesima. Ova metodologija pruža sveobuhvatan okvir za kontinuirano unapređenje i upravljanje kvalitetom, ali se suočava s novim izazovima u visoko digitalizovanim radnim okruženjima. Nedostatak fizičkog prisustva i direktnih interakcija može ograničiti efikasnost ključnih LSS praksi, posebno DMAIC metodologije (Definiši, Izmeri, Analiziraj, Unapredi, Kontroliši), koja zahteva intenzivnu saradnju između timova. Rad na daljinu dodatno komplikuje implementaciju LSS inicijativa. Iako digitalizacija omogućava veću fleksibilnost i pristup analitičkim alatima, ona može zamagliti granice između poslovnog i privatnog života i povećati stres zaposlenih, što negativno utiče na njihovu motivaciju za učešće u LSS projektima. Takođe, ograničene mogućnosti za posmatranje procesa i pružanje trenutnih povratnih informacija mogu oslabiti tradicionalnu efikasnost LSS-a.

Ova studija ima za cilj da ispita kako rad na daljinu utiče na ključne attribute LSS-a, posebno totalnu kontrolu kvalitetom (TQM) i upravljanje ljudskim resursima (HRM). Fokus je na analizi kako digitalizacija oblikuje motivaciju zaposlenih za učešće u LSS inicijativama, identifikaciji ključnih faktora uspeha i predlaganju strategija za adaptaciju LSS-a u udaljenim radnim okruženjima.

Rezultati će doprineti boljem razumevanju izazova i mogućnosti primene LSS-a u digitalnom dobu. Posebno će naglasiti kako menadžeri mogu koristiti digitalne alate za podršku TQM praksama i prilagoditi HRM strategije kako bi održali angažovanje zaposlenih. Razumevanje ovih dinamika pomoći će organizacijama da prevaziđu barijere povezane s radom na daljinu i iskoriste prednosti digitalizovanih radnih okruženja. Pored praktičnih implikacija, istraživanje će pružiti teorijski okvir za dalja istraživanja o adaptaciji LSS-a u uslovima visokog stepena digitalizacije, osiguravajući njegovu relevantnost u budućim poslovnim kontekstima.

2. PREGLED LITERATURE

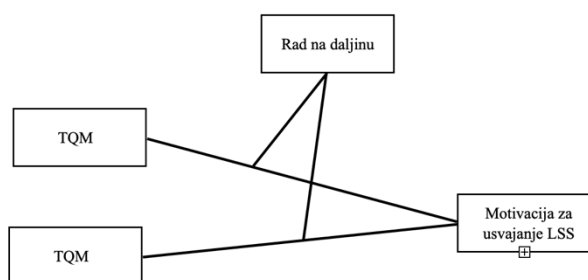
Lean Six Sigma (LSS) je metodologija koja integriše Lean principe za eliminaciju gubitaka i Six Sigma pristupe za smanjenje varijacija u procesima. Primenjuje

se u različitim sektorima, uključujući proizvodnju i usluge, radi postizanja operativne izvrsnosti [1, 2]. Ključni atributi, kao što su totalno upravljanje kvalitetom (TQM) i upravljanje ljudskim resursima (HRM), osnova su za implementaciju LSS-a, ali digitalizacija menja način njihove primene. Digitalni alati omogućavaju efikasnije prikupljanje podataka i unapređenje TQM-a, dok rad na daljinu otežava sprovođenje HRM-a, koji zavisi od interpersonalne saradnje [3, 4].

U proizvodnji, digitalizacija omogućava veću automatizaciju i inovacije, ali može smanjiti uključenost ljudi u rešavanje problema. U uslužnim sektorima, otpor prema promenama i smanjena interakcija licem u lice predstavljaju dodatne izazove, posebno u digitalnim okruženjima [5, 6]. Industrija 4.0 (I4.0), sa tehnologijama kao što su internet stvari (IoT) i analitika velikih podataka, otvara nove mogućnosti za integraciju sa LSS-om. Istraživanja ukazuju na komplementarnost LSS-a i I4.0, ali percepcije zaposlenih o ovim promenama još uvek nisu dovoljno istražene [7, 8].

Percepcije zaposlenih igraju ključnu ulogu u implementaciji LSS-a. Pozitivne percepcije povećavaju motivaciju i angažovanje, dok negativne izazivaju otpor. Ključni faktori uspeha, poput uključenosti menadžmenta, kvalitetne obuke i strukturisanih metoda, postaju još značajniji u digitalnom okruženju, gde su tradicionalni oblici interakcije ograničeni [9, 10]. Iako digitalizacija unapređuje prikupljanje podataka i analizu, nedostatak neposrednih povratnih informacija može oslabiti participativnu kulturu potrebnu za uspeh LSS-a. Motivacija za usvajanje LSS-a zavisi od percepcije zaposlenih o značaju TQM-a i HRM-a. TQM, kroz angažovanost menadžmenta i kontinuirano praćenje kvaliteta, povećava motivaciju, dok HRM, koji zavisi od participativne kulture, može biti ugrožen zbog ograničenja rada na daljinu. Ove promene zahtevaju prilagođavanje strategija implementacije kako bi LSS ostao relevantan u savremenim uslovima [11, 12].

Digitalizacija je transformisala radna okruženja, omogućavajući efikasniju analizu i saradnju, ali uvodeći izazove u interpersonalnim odnosima. Rad na daljinu menja dinamiku organizacionih procesa, naglašavajući potrebu za digitalnim alatima i prilagođavanjem HRM praksi kako bi se očuvala angažovanost zaposlenih. Razumevanje interakcije između digitalnih alata i LSS atributa ključno je za uspešnu implementaciju u modernim okruženjima.



Slika 1. Konceptualni model

Kako bi se dodatno razumela dinamika implementacije LSS-a u visoko digitalizovanim radnim okruženjima,

predložen je konceptualni model (Slika 1) koji povezuje ključne varijable i njihove međusobne odnose. Model postavlja dva atributa LSS-a, TQM i HRM, kao nezavisne varijable, motivaciju za usvajanje LSS inicijativa kao zavisnu varijablu i rad na daljinu kao moderirajuću varijablu.

TQM je definisan kroz angažovanost menadžmenta i usmerenost na kontinuirano unapređenje. Rad na daljinu potencijalno pojačava njegovu važnost, jer digitalni alati omogućavaju efikasnije praćenje kvaliteta, analizu podataka i donošenje odluka. Očekuje se da rad na daljinu pozitivno utiče na odnos između TQM-a i motivacije za usvajanje LSS-a, jer poboljšava efikasnost TQM praksi u digitalnim uslovima.

S druge strane, HRM, koji se oslanja na participaciju odozdo nagore, saradnju i angažovanje, suočava se sa izazovima u okruženju rada na daljinu. Fizička distanca može smanjiti osećaj timske kohezije i otežati implementaciju HRM praksi, što potencijalno negativno utiče na motivaciju zaposlenih. Stoga, rad na daljinu moderira odnos između HRM-a i motivacije, umanjujući njegov pozitivan uticaj u digitalnim okruženjima.

Ovaj model pruža okvir za istraživanje kako digitalizacija i rad na daljinu utiču na implementaciju LSS-a, naglašavajući potrebu za prilagođavanjem praksi TQM-a i HRM-a kako bi se postigli optimalni rezultati u modernim organizacijama.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Ovo istraživanje je sprovedeno sa ciljem da se ispita uticaj rada na daljinu na motivaciju zaposlenih za usvajanje Lean Six Sigma (LSS) inicijativa, sa posebnim fokusom na dva ključna atributa: totalna kontrola kvaliteta (TQM) i upravljanje ljudskim resursima (HRM). Istraživanje je korišćeno kvantitativnom metodom analize i obuhvatilo je nekoliko koraka koji su osigurali validnost i pouzdanost dobijenih rezultata.

Ključni alat za prikupljanje podataka bio je strukturiran onlajn upitnik. Upitnik je obuhvatao četiri dela i bio je dizajniran tako da pruži sveobuhvatan uvid u demografske karakteristike ispitanika, učestalost rada na daljinu, motivaciju za usvajanje LSS inicijativa i percepciju TQM i HRM praksi. Demografski deo je uključivao podatke o starosti, polu, godinama iskustva i poziciji u kompaniji, pri čemu su odgovori bili kategorizovani na način koji omogućava lakšu analizu. Učestalost rada na daljinu merena je brojem dana koje ispitanici provode radeći izvan kancelarije, dok su motivacija za usvajanje LSS-a i percepcija TQM i HRM praksi procenjivane pomoću petostepene Likertove skale.

Posebna pažnja je posvećena validaciji upitnika pre njegove distribucije. Sproveden je pilot test u kojem su učestvovali specijalisti za operativnu izvrsnost, čije su povratne informacije korišćene za finalnu reviziju pitanja. Ovaj proces je obezbedio da upitnik bude jasan i relevantan za ciljnu grupu ispitanika. Podaci su prikupljeni u kompaniji Booking.com, koja je izabrana zbog visoke digitalizacije svojih operacija i dugoročne posvećenosti LSS praksama. Anketa je distribuirana putem internih platformi i imejl komunikacije, što je

omogućilo da uzorak obuhvati 163 ispitanika iz različitih odeljenja i pozicija.

Analiza podataka je izvršena pomoću IBM SPSS Statistics 29. Prvi korak je uključivao pregled i čišćenje podataka kako bi se osigurala njihova kompletnost i ispravnost. Usledila je analiza pouzdanosti koristeći Cronbach-ovu alfu kako bi se procenila konzistentnost skala korišćenih u upitniku. Rezultati su pokazali dobru do odličnu pouzdanost za sve konstrukcije, pri čemu su vrednosti Cronbach-ove alfe za motivaciju, TQM i HRM iznosile 0,837, 0,798 i 0,931, respektivno.

Pre testiranja hipoteza, podaci su transformisani kako bi se obezbedila normalna distribucija, što je neophodno za primenu višestruke regresione analize. Uočeni problemi sa skjuoznošću i kurtosisom uspešno su otklonjeni primenom rangirane inverzne normalne transformacije, što je rezultiralo simetričnijom distribucijom podataka. Konačno, Pearson-ova korelaciona analiza je korišćena za procenu inicijalnih odnosa između ključnih promenljivih, dok je višestruka regresiona analiza dala dublje uvide u uticaj TQM i HRM praksi, kao i moderacioni efekat rada na daljinu na motivisanje zaposlenih za usvajanje LSS inicijativa. Ovakva metodologija obezbedila je temeljno i sistematično istraživanje koje ne samo da je ispunilo postavljene ciljeve, već je i pružilo pouzdane i primenljive rezultate.

4. REZULTATI

Analiza je započeta deskriptivnom i korelacionom analizom kako bi se ispitali odnosi između ključnih varijabli: totalne kontrole kvaliteta (TQM), upravljanja ljudskim resursima (HRM), rada na daljinu (RW) i motivacije za usvajanje Lean Six Sigma (LSS) inicijativa. Rezultati deskriptivne analize ukazuju da ispitanici u visoko digitalizovanim radnim okruženjima pozitivno ocenjuju TQM prakse, dok su HRM prakse dobile skromnije ocene, naročito u kontekstu rada na daljinu.

Korelaciona analiza (Tabela 1) pokazala je snažnu pozitivnu vezu između TQM-a i motivacije ($r = 0.62$, $p < 0.01$), dok je odnos HRM-a i motivacije bio slab i statistički neznan ($r = 0.18$, $p > 0.05$). Rad na daljinu se pokazao kao značajan faktor, posebno u kontekstu HRM-a, gde je uočena negativna korelacija sa motivacijom ($r = -0.25$, $p < 0.05$). Ovi nalazi su postavili osnovu za faznu regresionu analizu u kojoj su testirane predložene hipoteze.

Tabela 1. Aritmetičke sredine, standardne devijacije i korelacije učestalosti rada na daljinu, motivacije zaposlenih, TQM-a i HRM-a

Varijable	M	SD	1	2	3
1. Učestalost rada na daljinu	2.79	1.04	-		
2. MOT_Normal	4.21	.55	.52***	-	
3. TQM_Normal	4.05	.59	.62***	.64***	-
4. HRM_Normal	4.08	.72	-.74***	-.23**	-.40***

Napomena: N = 235. ***p < .001, **p < .01, *p < .05

Fazna regresiona analiza ispitala je četiri predložene hipoteze (Tabela 2), sa fokusom na uticaj TQM-a, HRM-a

i rada na daljinu na motivaciju za usvajanje LSS inicijativa.

Tabela 2. Fazna regresiona analiza

Varijable	Model 1	Model 2	Model 3
Godine (kontrolna)	-.02***	.07***	.06
Pozicija (kontrolna)	-.07	-.09	-.11
Iskustvo (kontrolna)	.05	.08	.09
TQM		.45***	.12
HRM		.1	.53**
RW		.34***	.70
RW*TQM			1.16
RW*HRM			-1.02**
F-value	.25	18.64***	15.86***
R-square	.005	.42***	.45**
Adjusted R-square	-.01	.40***	.43**
Promena Adj. R-square	.005	.42***	.03**

Napomena: *p < 0.1; **p < 0.05; ***p < 0.01

Zavisna varijabla: Motivacija

Hipoteza H1a: TQM pozitivno utiče na motivaciju za usvajanje LSS inicijativa.

Ova hipoteza je prihvaćena ($\beta = 0.45$, $p < 0.001$). TQM prakse pokazuju snažan pozitivan efekat, naglašavajući važnost kontinuiranog unapređenja i uključenosti menadžmenta.

Hipoteza H1b: HRM pozitivno utiče na motivaciju za usvajanje LSS inicijativa.

Hipoteza nije podržana. HRM pokazuje slab i statistički neznan efekat ($\beta = 0.10$, $p > 0.1$), što ukazuje na ograničen uticaj HRM praksi u digitalnim okruženjima.

Hipoteza H2a: Rad na daljinu pozitivno moderira odnos između TQM-a i motivacije za usvajanje LSS inicijativa.

Ova hipoteza je odbijena. Iako je moderacioni efekat pozitivan ($\beta = 1.16$), on nije statistički značajan ($p > 0.1$), što sugerise da rad na daljinu ne značajno pojačava efekat TQM-a.

Hipoteza H2b: Rad na daljinu negativno moderira odnos između HRM-a i motivacije za usvajanje LSS inicijativa.

Hipoteza je podržana. Rad na daljinu značajno umanjuje efikasnost HRM praksi u podsticanju motivacije ($\beta = -1.02$, $p < 0.05$).

Rezultati pokazuju da su TQM prakse ključni faktor u podsticanju motivacije za LSS inicijative, dok HRM prakse zahtevaju adaptaciju za digitalna okruženja. Rad na daljinu pozitivno utiče na TQM, ali znatno smanjuje efikasnost HRM praksi, naglašavajući potrebu za prilagođavanjem u strategijama upravljanja.

5. DISKUSIJA REZULTATA

Ova studija pruža dublje razumevanje kako totalna kontrola kvaliteta (TQM) i upravljanje ljudskim resursima (HRM) utiču na motivaciju zaposlenih u digitalizovanim i udaljenim radnim okruženjima. Dok rezultati potvrđuju značaj TQM-a kao ključnog faktora u motivisanju zaposlenih, istovremeno ukazuju na izazove u primeni HRM praksi, naročito u kontekstu rada na daljinu.

5.1. Totalna kontrola kvaliteta (TQM) i motivacija zaposlenih

Rezultati su potvrdili snažan pozitivan odnos između TQM praksi i motivacije zaposlenih ($\beta = 0.45$, $p < 0.001$), što je u skladu sa istraživanjima koja TQM pozicioniraju kao osnovu za kontinuirano poboljšanje i upravljanje kvalitetom [3, 8]. Aktivno učešće menadžmenta i podrška kroz TQM principe stvaraju okruženje u kome se zaposleni osećaju vrednovanim, što pozitivno utiče na njihovu motivaciju za učešće u LSS inicijativama [13].

U kontekstu rada na daljinu, digitalni alati kao što su platforme za virtuelnu komunikaciju i analitika podataka održavaju efikasnost TQM praksi [14]. Ovi alati mogu nadoknaditi nedostatak fizičkog prisustva menadžmenta, omogućavajući da TQM principi i dalje budu uspešni. Međutim, nedostatak značajnog moderacionog efekta rada na daljinu ($\beta = 1.16$, $p > 0.1$) ukazuje na to da digitalizacija ne pojačava, ali ni ne umanjuje suštinski uticaj TQM-a [15]. Ovi rezultati ukazuju na složenost odnosa između TQM-a i rada na daljinu, gde je efikasnost zavisna od kontekstualnih faktora, kao što su tip digitalnih alata i stepen digitalne pismenosti zaposlenih [6, 9].

5.2. Upravljanje ljudskim resursima (HRM) i motivacija zaposlenih

HRM prakse pokazale su slabiji uticaj na motivaciju ($\beta = 0.10$, $p > 0.1$) i značajan negativan moderacioni efekat rada na daljinu ($\beta = -1.02$, $p < 0.05$), što je u skladu sa nalazima o ograničenoj efikasnosti HRM-a u digitalnim uslovima [7, 9]. Prakse kao što su izgradnja tima i direktna interakcija teško je replicirati u udaljenim okruženjima, gde nedostaju socijalne interakcije i kohezija timova [16].

Digitalni alati mogu delimično podržati HRM prakse kroz virtuelne obuke i platforme za saradnju, ali ne mogu u potpunosti zameniti ličnu interakciju [16]. Stoga je potrebno razviti nove strategije HRM-a koje će odgovoriti na specifične izazove rada na daljinu, kao što su osećaj izolacije i održavanje balansa između poslovnog i privatnog života [17].

Ova studija pruža važne teorijske i praktične uvide u ulogu TQM-a i HRM-a u digitalizovanim radnim okruženjima. Dok TQM prakse ostaju snažan motivator, HRM zahteva značajnu adaptaciju kako bi zadržao efikasnost u udaljenim radnim uslovima. Ovi nalazi ukazuju na potrebu za razvojem specifičnih strategija koje će maksimalno iskoristiti prednosti digitalizacije i prevazići njene izazove.

6. ZAKLJUČAK

U digitalnom dobu, transformacija radnih okruženja tehnologijom postala je suštinski deo savremenih organizacionih operacija. Ova studija istraživala je uticaj rada na daljinu na atribut Lean Six Sigma (LSS), posebno Total Quality Management (TQM) i upravljanje ljudskim resursima (HRM), u visoko digitalizovanim radnim okruženjima. Cilj je bio popuniti prazninu u literaturi ispitivanjem kako digitalizacija i rad na daljinu utiču na motivisanost zaposlenih za usvajanje LSS inicijativa.

Rezultati su pokazali da TQM ostaje ključni faktor u motivisanju zaposlenih, zahvaljujući fleksibilnosti

principa i podršci koju pružaju digitalni alati poput platformi za komunikaciju i analitike podataka u realnom vremenu [14]. Nasuprot tome, HRM prakse su pokazale ograničenu efikasnost u udaljenim okruženjima, uz značajan negativan moderacioni efekat rada na daljinu na njihov uticaj na motivaciju [7].

Ova studija nudi vredne smernice za organizacije. Prvo, menadžeri bi trebalo da daju prioritet TQM praksama, koristeći digitalne alate koji omogućavaju povratne informacije u realnom vremenu i kontinuirano praćenje. Ovo će pomoći u održavanju visokih standarda kvaliteta čak i u odsustvu fizičke prisutnosti [13, 14]. Drugo, organizacije treba da preispitaju svoje HRM strategije i razviju nove pristupe koji su bolje prilagođeni izazovima rada na daljinu. Na primer, ulaganje u alate za virtuelnu timsku saradnju i obuke prilagođene radnicima na daljinu može pomoći u ublažavanju negativnih efekata udaljenog rada [16, 17].

Takođe, istraživanje doprinosi teoriji LSS-a, pokazujući kontinuiranu relevantnost TQM-a u digitalnim okruženjima i izazivajući tradicionalna shvatanja o univerzalnoj efikasnosti HRM-a. Rezultati ukazuju na to da, iako TQM ostaje robustan i efikasan, HRM zahteva značajnu adaptaciju kako bi zadržao svoju funkcionalnost u digitalizovanim radnim okruženjima [7, 15]. Buduća istraživanja bi trebalo da istraže inovativne HRM pristupe koji se integrišu sa digitalnim alatima kako bi se poboljšao angažman zaposlenih [16].

Zaključno, studija ima nekoliko ograničenja. Generalizacija rezultata je ograničena uzorkom, koji se sastojao od zaposlenih iz jedne organizacije. Demografski profil ispitanika, sa većim udelom mlađih i manje iskusnih učesnika, mogao je uticati na percepciju digitalnih alata i rada na daljinu. Oslonac na samoprijavljene podatke uveo je mogućnost pristrasnosti, dok je pouzdanost skala za merenje TQM-a, HRM-a i motivacije, iako prihvatljiva, mogla biti poboljšana [6, 9]. Buduće studije treba da uključe raznovrsnije uzorke i unaprede metode merenja kako bi se potvrdili i proširili nalazi ove studije.

10. LITERATURA

- [1] George, M. (2003). "Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions". McGraw-Hill.
- [2] Shah, R., & Ward, P. T. (2007). "Defining and developing measures of lean production". *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805.
- [3] Dahlgaard, J. J., Kristensen, K., & Kanji, G. K. (1998). "Fundamentals of Total Quality Management". Chapman & Hall.
- [4] Pettersen, J. (2009). "Defining lean production: Some conceptual and practical issues". *The TQM Journal*
- [5] Lameijer, B., Pereira, V., & Antony, J. (2016). "Critical success factors for Lean Six Sigma implementation in financial services". *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(4), 394–411.
- [6] Richter, A., Reisinger, C., & Jäger, T. (2018). "Reimagining work: The importance of digital tools in

- remote work settings”. *Human Resource Management Review*, 28(3), 365–378.
- [7] Enos, J. (2021). “Digital Transformation and Lean Six Sigma: Challenges in remote environments”. *Journal of Organizational Change Management*, 34(5)
- [8] Khanam, S., Siddiqui, J., & Talib, F. (2015). “Role of TQM in promoting Lean Six Sigma adoption in service organizations”. *Journal of Business Excellence*, 5(1), 15–28.
- [9] Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). “The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies”. W. W. Norton & Company.
- [10] Lameijer, B., Pereira, V., & Antony, J. (2021). “Enhancing LSS implementation in digitalized environments: The moderating role of remote work”. *Journal of Business Research*, 124(1), 98–107.
- [11] Antony, J. (2022). “Industry 4.0 and Lean Six Sigma: Synergistic opportunities”. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(2), 234–245.
- [12] Lameijer, B., Pereira, V., & Antony, J. (2021). “Redefining Lean Six Sigma for the digital age”. *Journal of Operations Management*, 48(3), 22–38.
- [13] Skalli, A., & Tissir, B. (2023). “Lean Six Sigma in the era of Industry 4.0: Challenges and prospects”. *Journal of Industrial Engineering*, 56(7), 19–33.
- [14] Linderman, K., Schroeder, R. G., & Choo, A. S. (2003). “Six Sigma: The role of goals in improvement teams”. *Journal of Operations Management*,
- [15] De Mast, J., Lokkerbol, J., & Does, R. J. (2022). “Lean Six Sigma in service organizations: Applications and innovations”. *Journal of Quality and Reliability Engineering*, 18(3), 77–95.
- [16] Choo, A. S., Linderman, K., & Schroeder, R. G. (2007). “Method and context perspectives on learning and knowledge creation in quality improvement projects”. *Management Science*, 53(3), 437–450.
- [17] Vidal, M. (2007). “Lean production, worker empowerment, and job satisfaction”. *International Journal of Human Resource Management*, 18(3), 503–523.

Kratka biografija



Mina Damjanović rođena je 1999. godine u Novom Sadu. Diplomirani je ekonomista i inženjer informacionih tehnologija. Svoje akademsko obrazovanje nastavila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na smeru Inženjerski menadžment, gde je stekla znanja iz oblasti upravljanja projektima i organizacione efikasnosti. Paralelno s tim, usavršavala se na Univerzitetu u Amsterdamu, gde je 2024. godine završila master studije

Digitalnog biznisa, fokusirajući se na digitalnu transformaciju, inovacije i primenu savremenih tehnologija u poslovanju.

**MENADŽMENT DOGAĐAJA ZABAVNOG KARAKTERA
PRIMENOM EMBOK MODELA
MANAGEMENT OF ENTERTAINING EVENTS USING THE EMBOK MODEL**

Kristina Madacki, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**MENADŽMENT DOGAĐAJA – PROJEKTNİ
MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – U radu se istražuje mogućnost primene EMBOK metodologije pri menadžmentu događaja zabavnog karaktera. Da li se metodologija može primeniti, pod kojim uslovima i u kojoj meri, pitanja su koja su postavljena i odgovori predstavljeni u ovom radu. Jedno od značajnih i uvek prisutnih pitanja je identifikacija aspekata unapređenja manifestacija ovog tipa, što je u radu i predstavljeno.

Ključne reči: Menadžment događaja, EMBOK model, organizacija događaja, evaluacija događaja.

Abstract – The Master's thesis explores the potential application of the EMBOK methodology in managing entertainment events. The study raises questions about whether the methodology can be applied, under what conditions, and to what extent, with answers provided throughout the thesis. A key and consistently relevant question is the identification of areas for improvement in events of this type, which is also addressed in the study.

Keywords: Event Management, EMBOK Model, Event Organization, Event Evaluation

1. UVOD

Ovaj master rad bavi se tematikom menadžmenta događaja, sa posebnim fokusom na manifestacije zabavnog karaktera. U prvom delu rada pruža se teorijski pregled menadžmenta događaja, kako bi se bolje razumelo šta ova naučna disciplina obuhvata i na koji način se primenjuje u praksi. Zatim, u drugom poglavlju, na osnovu EMBOK metodologije, izrađen je istraživački rad na temu otvaranja manifestacije "Ledena šuma" za sezonu 2023/24. Nakon toga sledi analiza rezultata ankete koja prikazuje povratne informacije učesnika manifestacije, čime se ispituje zadovoljstvo posetilaca i identifikuju potencijalni prostori za unapređenje.

“Događaj je iskustvo, pažljivo osmišljen da utiče na osobu koja prisustvuje. Aktivnosti, okruženje i slojevi multisenzornih efekata integrisani su u dizajn događaja koji se postavlja i precizno i ugrađeno koreografisano”. (Rutherford & Goldblatt, 2004)

U želji da se da istraživački doprinos na zadatu temu, postavljene su dve hipoteze:

Hipoteza 1: Za organizaciju događaja zabavnog karaktera je moguće koristiti EMBOK metodologiju

Hipoteza 2: Događaji zabavnog karaktera zahtevaju stalna unapređenja.

2. MENADŽMENT DOGAĐAJA

Jedna od mogobrojnih definicija događaja, kaže da je to dešavanje koje se odvija u određeno vreme i na određenom mestu i kao takav on predstavlja specijalni set okolnosti. Adekvatna reč za ovaj pojam, u engleskom jeziku je event. Ta reč se može definisati na sledeći način: Događaj je planirana i organizovana prilika, a akcenat treba staviti na organizaciju kao ključnu karakteristiku.

Događaji se dešavaju sa određenom namerom, imaju određeni cilj i poseban značaj za naručioca odnosno organizatora. Pojam javnog okupljanja označava događaje kojima upravljaju profesionalci koji obično okupljaju ljude s nekim ciljem. (Goldblatt, 2011) Uz pomoć njih učesnici zadovoljavaju nesvakidašnje potrebe i sa sigurnošću se može reći da ima vremensku odrednicu.

Upravljanje događajima možemo definisati kao proces ili kontinuiranu aktivnost kojom se događaji planiraju, pripremaju i realizuju, a koje sprovode menadžeri događaja. Menadžment događaja obuhvata odlučivanje, planiranje, organizovanje, kontrolu, vođenje, ostvarivanje ciljeva, rukovođenje, motivisanje, itd. A, u užem smislu, funkcije savremenog menadžmenta obuhvataju planiranje, organizovanje, vođenje i kontrolu.

Svrha događaja

Svrha događaja je da ostvari specifične ciljeve organizatora kroz okupljanje ljudi u određenom vremenu i prostoru, pružajući im priliku za interakciju, razmenu informacija, iskustava ili zabave. Događaji mogu služiti kao platforma za edukaciju, promociju, umrežavanje, proslavu ili prikupljanje sredstava, a njihov uspeh zavisi od jasnog definisanja ciljeva i pažljivog planiranja i realizacije.

Težište prve svrhe je na informisanju, dok je kod druge to zabava. Iako je glavni smisao većine događaja ostvariti dobit, ipak postoje i ona kojima to nije cilj. (Gajić, 2021)

“Događaji su skupovi ograničenog trajanja, određeni mestom, vremenom održavanja, učesnicima i motivima i ciljevima okupljanja”. (Jovanović, 2023)

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio profesor dr Nenad Simeunović.

Metodologije u menadžmentu događaja

PRINCE2 (Projects in Controlled Environments) je metodologija za upravljanje projektima koja se temelji na jasno definisanoj strukturi i principima koji omogućavaju precizno planiranje, upravljanje i kontrolu projekata. Razvijena u Velikoj Britaniji, PRINCE2 se koristi globalno zbog svog univerzalnog pristupa, prilagodljivog različitim industrijama i projektima bilo koje veličine i kompleksnosti. Jedna od ključnih karakteristika PRINCE2 metodologije je naglasak na poslovnoj opravdanosti projekta. To znači da projekat mora imati jasno definisane ciljeve i koristi za organizaciju, i da se te koristi moraju kontinuirano pratiti i evaluirati tokom celog trajanja projekta. Svaka faza projekta u PRINCE2 metodologiji mora biti podržana čvrstim poslovnim razlozima, što pomaže u eliminisanju nepotrebnih troškova i osiguravanju da projekat ostane u skladu sa širim ciljevima organizacije.

Još jedna specifičnost PRINCE2-a jeste stroga kontrola odgovornosti. U ovoj metodologiji jasno se definišu uloge i odgovornosti svih članova tima, od sponzora projekta do svakog pojedinačnog učesnika. To stvara transparentnost i olakšava donošenje odluka jer je svaki korak jasno dokumentovan i lako je pratiti ko je odgovoran za koji deo posla. (AXELOS, 2017)

Lean Event Management primenjuje Lean principe na organizaciju i upravljanje događajima, sa ciljem maksimizacije vrednosti i minimizacije rasipanja resursa. U osnovi, Lean pristup se fokusira na identifikaciju aktivnosti koje dodaju vrednost i eliminaciju onih koje ne doprinose konačnom cilju, što vodi efikasnijem upravljanju događajem, boljoj isporuci iskustva učesnicima, i smanjenju troškova. Jedan od ključnih aspekata Lean Event Management-a je pažljivo planiranje svakog koraka događaja. To uključuje definisanje jasnih ciljeva, kao i praćenje svih aktivnosti kako bi se osiguralo da se vreme, resursi i energija troše na one procese koji direktno doprinose uspehu događaja. Na primer, tokom planiranja događaja mogu se identifikovati nepotrebne aktivnosti, poput dupliranja zadataka ili prekomerne logistike, koje ne doprinose vrednosti i mogu se eliminisati ili optimizovati. U Lean pristupu, važnu ulogu ima koncept Kaizen, pri čemu se svaki događaj analizira i vrednuje nakon završetka kako bi se identifikovale mogućnosti za poboljšanja u budućim projektima. Takođe, Lean podstiče stalnu saradnju i komunikaciju između svih članova tima, što omogućava brzo rešavanje problema i poboljšava kvalitet svakog elementa događaja. (Schaffer & Mazzurco, 2016)

Six Sigma je metodologija koja se fokusira na poboljšanje kvaliteta procesa smanjenjem varijacija i eliminisanjem grešaka. Razvijena u kompaniji Motorola 1980-ih, a popularizovana kroz General Electric, Six Sigma koristi podatke i statističke alate za analizu i optimizaciju poslovnih procesa, sa ciljem postizanja gotovo savršene efikasnosti – gde se težina daje na smanjenje grešaka na nivo od samo 3,4 defekta na milion prilika. Six Sigma ima snažan fokus na zadovoljstvo korisnika, jer poboljšanje kvaliteta i smanjenje grešaka direktno vodi ka boljem iskustvu krajnjeg korisnika. Time se postiže dugoročno poboljšanje u reputaciji kompanije, lojalnosti klijenata i finansijskim rezultatima, jer se smanjuju troškovi povezani

sa greškama i neefikasnim procesima. Zahvaljujući svojoj strukturiranoj prirodi i zasnovanosti na podacima, Six Sigma je postala jedna od najpopularnijih metoda za unapređenje poslovanja u različitim industrijama – od proizvodnje do usluga, zdravstva, pa čak i administrativnih procesa. (Pande & Holpp, 2001)

EMBOK (Event Management Body of Knowledge) je okvir razvijen s ciljem pružanja sveobuhvatnog seta smernica, procesa i standarda specifičnih za menadžment događaja. Dok PMBOK pruža opšte principe upravljanja projektima, EMBOK se fokusira isključivo na događaje, prepoznajući jedinstvene aspekte planiranja i realizacije manifestacija. Ovaj okvir obuhvata sve faze organizacije događaja, od konceptualizacije do evaluacije, omogućavajući menadžerima događaja da sistematski pristupe svakom segmentu procesa.

Jedna od ključnih karakteristika EMBOK-a je njegova prilagodljivost različitim tipovima događaja – bilo da je reč o korporativnim okupljanjima, festivalima, sportskim manifestacijama ili kulturnim događajima. EMBOK strukturise menadžment događaja kroz pet domena: administrativni procesi, dizajn, marketing, operacije i rizici, pri čemu se svaki domen detaljno analizira kako bi se osigurala uspešna realizacija događaja. (Bowdin et al., 2006)

Osim toga, EMBOK naglašava važnost ne samo logistike i organizacionih zadataka, već i iskustva učesnika. Upravo zbog toga, ovaj okvir uključuje dimenzije koje se bave kreativnim i emocionalnim aspektima događaja, kako bi posetioци imali nezaboravno iskustvo. EMBOK takođe pomaže menadžerima da postignu balans između budžeta, vremena i resursa, osiguravajući da svaki događaj bude uspešan i isplativ. (Silvers & O'Toole, 2020)

Primena i prednosti EMBOK-a

EMBOK se može koristiti za različite vrste događaja, uključujući konferencije, izložbe, festivale, sportske događaje i mnoge druge. Cilj je da se obezbedi standardizovan pristup koji može biti prilagođen specifičnim potrebama svakog događaja. Prednosti EMBOK-a su sledeće:

- Standardizacija- Pruža zajednički jezik i okvir za profesionalce u industriji događaja.
- Fleksibilnost- Može se prilagoditi različitim vrstama događaja i kulturnim kontekstima.
- Obrazovanje- Koristi se kao osnov za obrazovne programe i profesionalni razvoj u oblasti upravljanja događajima.

Prvi korak u korišćenju EMBOK-a je definisanje ciljeva i svrhe događaja. Ovo uključuje identifikaciju ciljne publike, određivanje budžeta i postavljanje jasnih ciljeva koje događaj treba da postigne. Na primer, ako organizujete konferenciju, važno je znati koliko učesnika očekujete, koji su ključni govornici i koje teme će biti pokrivene.

Nakon definisanja ciljeva, prelazi se na planiranje i dizajn događaja. Ovo uključuje izbor lokacije, određivanje datuma i vremena, kao i kreiranje detaljnog plana aktivnosti. U ovoj fazi se takođe razmatraju logistički

aspekti kao što su transport, smeštaj i tehnička podrška. Na primer, za muzički festival, potrebno je obezbediti adekvatnu opremu za zvuk i svetlo, kao i prostor za izvođače i publiku.

Treća faza je implementacija i koordinacija. Ovo je trenutak kada se svi planovi sprovode u delo. U ovoj fazi je ključno imati tim koji će pratiti sve aspekte događaja i rešavati eventualne probleme u hodu. Na primer, tokom sportskog događaja, tim za koordinaciju će biti zadužen za raspored takmičenja, sigurnost učesnika i komunikaciju sa medijima.

Poslednja faza je evaluacija i zatvaranje događaja. Nakon završetka događaja, važno je analizirati njegov uspeh u odnosu na postavljene ciljeve. Ovo uključuje prikupljanje povratnih informacija od učesnika, analizu finansijskih rezultata i identifikaciju oblasti za poboljšanje. Na primer, nakon poslovne konferencije, možete sprovesti anketu među učesnicima kako biste saznali njihovo mišljenje o organizaciji i sadržaju događaja.

Korišćenjem EMBOK-a, organizatori događaja mogu osigurati da svaki aspekt bude pažljivo planiran i efikasno sproveden, što doprinosi ukupnom uspehu događaja.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U ovom radu, studija slučaja koja se istražuje je ceremonija otvaranja manifestacije „Ledena šuma“, s ciljem da se utvrdi mogućnost primene EMBOK metodologije na događaj zabavnog karaktera. Kroz analizu ove studije slučaja, prikazano je da se EMBOK metoda može uspešno koristiti kao okvir za organizaciju manifestacija, omogućavajući sistematičan pristup svim aspektima planiranja i realizacije događaja.

Nakon istraživačkog pregleda primene EMBOK metodologije, sprovedeno je dodatno istraživanje putem ankete kako bi se prikupili podaci o iskustvima i zadovoljstvu posetilaca.

Istraživanje koje je sprovedeno putem ankete sa 90 učesnika imalo je za cilj da pruži uvid u ključna pitanja vezana za manifestaciju „Ledena šuma“. Ova analiza omogućila je dublje razumevanje stavova posetilaca o nedostacima u organizaciji, njihovom trenutnom zadovoljstvu, kao i preporukama za potencijalna unapređenja i aspekte koje bi trebalo sačuvati.

Rezultati su jasno ukazali na potrebu za inovacijama u okviru manifestacije, s obzirom na to da kontinuirano osmišljavanje novih sadržaja igra ključnu ulogu u povećanju interesovanja i privlačnosti događaja. Na osnovu dobijenih informacija razvijen je konkretan predlog za unapređenje, koji se fokusira na uvođenje nove atrakcije u vidu sankališta za decu, smeštenog u blizini klizališta. Ova dodatna sadržina ne samo da bi obogatila iskustvo posetilaca, već bi i zadovoljila očekivanja ispitanika, čime bi se doprinelo sveukupnom uspehu manifestacije.

4. DISKUSIJA

Tokom planiranja događaja zabavnog karaktera, EMBOK model jeste odličan okvir koji daje smernice za razmišljanje i planiranje svih aspekata. S obzirom na to da

se EMBOK model odnosi na sve vrste događaja, potrebno je da bude dovoljno širok kako bi obuhvatio mnoge specifičnosti svih tih različitih kategorija događaja.

U okviru svakog od ovih domena, sprovedena je detaljna analiza kako se manifestacija „Ledena šuma“ organizuje kroz konkretne klase koje pripadaju svakom domenu. Što podrazumeva, u domenu administracije, fokus je stavljen na proceduralne aspekte kao što su planiranje budžeta za dan otvaranja manifestacije, upravljanje resursima, organizaciona šema, upravljanje nabavkama i upravljanje stejkholderima. U domenu dizajna, analiza obuhvata estetske i funkcionalne aspekte događaja, kao što su raspored prostora, dekoracije i tema. Domen marketinga istražuje strategije promocije manifestacije, uključujući ciljne grupe, kanale komunikacije i marketinšku kampanju. Organizacija se bavi praktičnim aspektima samog događaja, kao što su logistika, menadžment učesća i učesnika, upravljanje infrastrukturuom, upravljanje informacijama na događaju, koordinacija timova i vremenski okviri. Konačno, domen rizika analizira potencijalne prepreke i izazove koji mogu nastati tokom organizacije i realizacije događaja, kao i strategije za upravljanje tim rizicima.

Važno je napomenuti da izbor domena i klasa kroz koje se analizira događaj nije fiksni i može se prilagođavati u zavisnosti od specifičnih karakteristika manifestacije koja se organizuje. Ova fleksibilnost omogućava primenu EMBOK metodologije na različite tipove događaja.

Kroz istraživački rad, koji se fokusira na primenu EMBOK modela na manifestaciju zabavnog karaktera, konstatuje se da je analiza studije slučaja „Ledena šuma“ potvrdila prvu hipotezu: „Za organizaciju događaja zabavnog karaktera je moguće koristiti EMBOK metodologiju“. Ova saznanja mogu pomoći budućim organizatorima da efikasnije planiraju i sprovode događaje, oslanjajući se na dokazane metodološke pristupe.

Na osnovu istraživanja sprovedenog putem ankete, u kojem je učestvovalo 90 ispitanika, ostvaren je cilj da se odgovori na ključna pitanja vezana za manifestaciju „Ledena šuma“. Istraživanje je omogućilo analizu stavova posetilaca o nedostacima u organizaciji događaja, njihovom zadovoljstvu trenutnim stanjem, kao i predlozima za potencijalna unapređenja i aspekte koje bi trebalo zadržati. Rezultati ankete pokazali su da manifestacija „Ledena šuma“ zahteva unapređenje kroz inovacije. U savremenom svetu organizacije događaja zabavnog karaktera, kontinuirano osmišljavanje novih sadržaja od suštinskog je značaja. Ovo ne samo da povećava interesovanje, već i podstiče veću posećenost i potražnju. Na osnovu prikupljenih rezultata, razvijen je predlog projekta za unapređenje manifestacije, koji se odnosi na dodavanje nove atrakcije pored klizališta. Ideja je osmišljena da se postavi sankalište za decu koje bi bilo smešteno u blizini klizališta, čime bi se obogatilo sadržaj događaja. Ova inovacija ne bi samo unapredila doživljaj posetilaca, već bi i ispunila očekivanja ispitanika koji su učestvovali u anketi.

Na kraju, dolazimo do zaključka da su rezultati ankete potvrdili drugu hipotezu, koja glasi: „Događaji zabavnog karaktera zahtevaju stalna unapređenja“. Ova saznanja

naglašavaju potrebu za kontinuiranim inovacijama u organizaciji događaja kako bi se održala konkurentnost i zadovoljstvo posetilaca.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj master rad podržava fokus na istraživanju menadžment događaja zabavnog karaktera. Spomenut fokus prikazan je na primeru otvaranja manifestacije "Ledena šuma" za sezonu 2023/24. Korišćenjem EMBOK metodologije, rad pruža sveobuhvatan okvir za planiranje, organizaciju i evaluaciju događaja.

Kroz teorijski pregled menadžmenta događaja i primenu EMBOK modela, identifikovani su ključni aspekti uspešne organizacije, uključujući administrativne procese, dizajn, marketing, operacije i upravljanje rizicima.

Analiza rezultata ankete o zadovoljstvu posetilaca ukazala je na potrebu za stalnim unapređenjima i inovacijama kako bi se povećalo interesovanje i zadovoljstvo posetilaca. Rezultati istraživanja potvrđuju da je EMBOK metodologija primenjiva na organizaciju događaja zabavnog karaktera i da takvi događaji zahtevaju stalna unapređenja.

Predloženo je uvođenje nove atrakcije, sankališta za decu, kao konkretan korak ka unapređenju manifestacije. Ova inovacija ima za cilj obogaćivanje iskustva posetilaca i povećanje ukupnog uspeha događaja.

Kao pravci budućeg istraživanja, predlaže se dalja analiza i eventualno proširenje ili modifikacija metodologije specifično prilagođene događajima zabavnog karaktera.

6. LITERATURA

- AXELOS. (2017). *Maning Successful projects with PRINCE2*. TSO (The Stationery Office).
- Bowdin, G., Allen, J., O'Toole, W., Harris, R., & McDonnel, I. (2006). *Events management* (2nd Edition). Elsevier BV, Oxford.
- Schaffer, R., & Mazzurco, M. (2016). *Lean Thinking Brief Event Scoping Guide*. Oregon State Univerity, USA.
- Gajić, T. (2021). *MENADŽMENT DOGAĐAJA*. Visoka poslovna škola strukovnih studija, Novi sad.
- Goldblatt, J. (2011). *Spreial events new generation*. In *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data* (6th edition). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Jovanović, S. V. (2023). *Menadžment specijalnih događaja i brendiranje*. Visoka Škola Modernog Biznisa, Beograd.
- Pande, P., & Holpp, L. (2001). *WHAT IS SIX SIGMA?* McGraw-Hill, New York.
- Rutherford, S. J., & Goldblatt, J. (2004). *Professional Event Coordination*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Silvers, J., & O'Toole, W. (2020). *Event Management Body of Knowledge*. ELSEVIER, Oxford.

Kratka biografija:



Kristina Maadacki rođena je u Novom Sadu 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Projektnog menadžmenta - Menadžment događaja - odbranila je 2024.god. Kontakt: krismadacki00@gmail.com

**UTICAJ UPRAVLJANJA INTERESNIM STRANAMA NA USPEH KINESKIH
MEĐUNARODNIH PROJEKATA U SRBIJI: STUDIJA SLUČAJA DEONICE VRBAS NA
PROJEKTU „BRZA PRUGA BEOGRAD – BUDIMPEŠTA” U OKVIRU INICIJATIVE
„POJAS I PUT”**

**THE IMPACT OF STAKEHOLDER MANAGEMENT ON THE SUCCESS OF CHINESE
INTERNATIONAL PROJECTS IN SERBIA: “BELGRADE – BUDAPEST HIGH-SPEED
RAILWAY” PROJECT UNDER THE BELT AND ROAD INITIATIVE**

Ksenija Selenić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je istraživanje kritičnih faktora uspeha za upravljanje interesnim stranama u kineskim građevinskim projektima u Srbiji, sa fokusom na celokupni projekat brze pruge od Beograda do Budimpešte, pri čemu deonica Vrbas služi kao studija slučaja. Postavljena su četiri cilja: (1) identifikovati najznačajnije kritične faktore uspeha za upravljanje interesnim stranama u okviru celokupnog železničkog projekta, (2) utvrditi način na koji ovi faktori utiču na uspeh projekta, (3) istražiti uloge kulturnih faktora u upravljanju interesnim stranama u ovom međunarodnom kontekstu, i (4) pružiti preporuke za poboljšanje praksi upravljanja interesnim stranama u budućim projektima inicijative „Pojas i put”.

Gljučne reči: inicijativa „Pojas i put”, uspeh projekta, upravljanje interesnim stranama, kritični faktori uspeha, kulturne razlike

Abstract – The aim of this study is to explore the critical success factors (CSFs) for stakeholder management in Chinese construction projects in Serbia, focusing on the entire Belgrade-Budapest High-Speed Railway Project, with the Vrbas section serving as a case study. The study sets four main objectives: (1) to identify the most significant CSFs for stakeholder management across the entire railway project, (2) to understand how these CSFs influence project success, (3) to investigate the role of cultural factors in stakeholder management in this international context, and (4) to provide recommendations for improving stakeholder management practices in future Belt and Road Initiative projects.

Keywords: BRI, project success, stakeholder management, critical success factors, cultural differences

1. UVOD

Inicijativa „Pojas i put” (Belt and Road Initiative - BRI), koju je uvela kineska vlada 2013. godine, ima za cilj da ojača trgovinske, investicione i ekonomske veze između Kine i ostatka sveta, obuhvatajući Aziju, Evropu i Afriku [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Nikola Zivlak

Gljučni deo ove inicijative je razvoj važnih infrastrukturnih projekata, uključujući železnice, autoputeve i luke. Jedan od takvih projekata je „brza pruga Beograd–Budimpešta”. U kontekstu međunarodnih građevinskih projekata, efikasno upravljanje interesnim stranama postalo je jedan od ključnih faktora uspeha projekta [2]. Ovime se naglašava važnost uključivanja interesnih strana tokom celog životnog ciklusa projekta kako bi se usaglasila očekivanja i ishodi. Deonica brze pruge u Vrbasu prikazuje dobar primer jedinstvenih izazova tokom izvođenja projekta zbog uključivanja više lokalnih i međunarodnih interesnih strana, kao i kulturnih razlika između kineskih izvođača i lokalnih entiteta. Ovi izazovi ističu važnost identifikacije i razumevanja kritičnih faktora uspeha za efikasno upravljanje interesnim stranama u ovom kontekstu.

2. INICIJATIVA „POJAS I PUT”

Inicijativa „Pojas i put” (kineski: 一带一路, pinyin: yīdài yīlù; engleski: Belt and Road Initiative - BRI) predstavlja globalni infrastrukturni projekat koji je pokrenut od strane Kine sa ciljem jačanja ekonomske povezanosti između Azije, Evrope i Afrike. Ova inicijativa ima za cilj izgradnju puteva, železnica, luka, aerodroma i energetske projekata kako bi se poboljšala regionalna i međunarodna povezanost, unapredila trgovina i podstakao ekonomski razvoj. BRI se sastoji iz dva glavna projekta: Ekonomskog pojasa puta svile i Pomorskog puta svile. [3]

Srbija je bila među prvim zemljama koje su se saglasile da pristupe Mehanizmu saradnje pod nazivom 16+1. Kasnije, 2013. godine, Srbija je postala i član inicijative „Pojas i put”. Srbija je važna za Kinu jer se nalazi na raskršću južne Evrope. Njena lokacija pomaže Kini da ostvari dobru komunikaciju između istoka i zapada, kao i severa i juga, a blizina Evropskoj uniji je od velikog značaja za Kinu. [4]

3. USPEH PROJEKTA

Koncept Gvoždenog trougla (Iron Triangle) predstavlja osnovu za razumevanje uspeha u projektima. Gvožđeni trougao predstavlja najosnovnije kriterijume prema kojima se meri uspeh projekta; naime, da li je projekat završen do predviđenog datuma, unutar budžeta i u skladu

sa utvrđenim nivoom kvaliteta, performansi ili obima. Gvozdeni trougao postao je primarni način definisanja uspeha projekta. [5]

Koncept uspeha projekta značajno je evoluirao tokom godina. Istraživanja su brojna pitanja, metode i prakse, uključujući razvoj i kritiku šireg opsega kritičnih faktora uspeha. Što se tiče građevinske industrije, Toor i Ogunlana [6] ističu da uspeh projekta u građevinskoj industriji mora da nadmaši ispunjavanje ciljeva u vezi sa vremenom, troškovima i kvalitetom, i da su drugi pokazatelji, kao što su bezbednost, efikasna upotreba resursa, efektivnost, zadovoljstvo interesnih strana i smanjenje sukoba i sporova, sve važniji za merenje uspeha projekta.

4. UPRAVLJANJE INTERESNIM STRANAMA

Efikasno upravljanje interesnim stranama je ključno za smanjenje njihovih negativnih uticaja i osiguranje da ne ometaju postizanje ciljeva projekta. Za uspešan ishod projekta, menadžeri projekata moraju biti vešti u upravljanju interesima različitih interesnih strana tokom celog procesa upravljanja projektom [7].

Zadovoljstvo interesnih strana je suštinska mera uspeha projekta, a učenje kako efikasno upravljati zainteresovanim stranama može značajno uticati na ishod. Identifikovane interesne strane uključene u građevinske projekte uključuju klijente, izvođače, dobavljače, regulatorne organe i lokalnu zajednicu. Svaka od ovih interesnih strana će uticati na tok projekta u nekoj fazi. Ako su različite interesne strane prisutne u građevinskim projektima, onda građevinska industrija treba da bude u stanju da upravlja svojim interesnim stranama.

Nedavne studije, poput one Yang-a i Zou-a [8], ističu da podsticanje poverenja i dugoročnih odnosa sa lokalnim interesnim stranama može značajno smanjiti kašnjenja i konflikte tokom projekata, što vodi do poboljšanih rezultata. Efikasno upravljanje interesnim stranama posebno je relevantno za projekte u okviru inicijative „Pojas i put“, gde su razumevanje i integracija lokalnih praksi ključni za uspeh.

5. KRITIČNI FAKTORI USPEHA

Terminologija kritičnih faktora uspeha za upravljanje projektima prvi put je upotrebljena od strane Rockarta [9]. On je definisao kritične faktore uspeha kao oblasti u kojima, ako su rezultati zadovoljavajući, obezbeđuju uspešno konkurentno delovanje organizacije. U kontekstu građevinskih projekata, posebno onih koji su velikih razmera i međunarodni, upravljanje interesnim stranama se pokazalo kao ključna komponenta za obezbeđivanje uspeha projekta. Efikasno upravljanje interesnim stranama je presudno za rešavanje interesa, očekivanja i uticaja koje različite interesne strane imaju na rezultate projekta.

Brojne studije su identifikovale kritične faktore uspeha koji doprinose uspešnom upravljanju interesnim stranama, naglašavajući značaj razumevanja ovih faktora kako bi se upravljalo različitim izazovima prisutnim u građevinskim projektima.

U svojoj studiji, Yang i saradnici [10] su se pozvali na kritične faktore uspeha kao na aktivnosti i prakse koje treba razmotriti kako bi se obezbedilo efikasno upravljanje interesnim stranama. Nakon detaljnog istraživanja, identifikovali su i kvantitativno prioritizovali 15 faktora povezanih sa upravljanjem interesnim stranama:

1. Upravljanje interesnim stranama sa socijalnim odgovornostima (ekonomske, pravne, ekološke i etičke);
2. Istraživanje potreba interesnih strana i njihovih ograničenja za projekte;
3. Pravilna i česta komunikacija i angažovanje sa interesnim stranama;
4. Razumevanje oblasti interesa interesnih strana;
5. Pravilna identifikacija interesnih strana;
6. Održavanje i promovisanje dobrih odnosa;
7. Analiza sukoba i koalicija među interesnim stranama;
8. Precizno predviđanje uticaja interesnih strana;
9. Formulisanje odgovarajućih strategija za upravljanje interesnim stranama;
10. Procena atributa (moć, hitnost i bliskost) interesnih strana;
11. Efikasno rešavanje sukoba među interesnim stranama;
12. Formulisanje jasne izjave o misijama projekta;
13. Predviđanje reakcija interesnih strana prilikom implementacije strategija;
14. Analiza promena u uticaju i odnosima interesnih strana tokom procesa projekta;
15. Procena ponašanja interesnih strana.

6. KULTURNE RAZLIKE

Kulturne razlike igraju značajnu ulogu u upravljanju međunarodnim projektima, često dovodeći do različitih nivoa sukoba koji zahtevaju pažljivo razmatranje. Nedavna istraživanja naglašavaju važnost razumevanja ovih kulturnih dimenzija u međunarodnim projektima. Na primer, rad Müller-a i Turner-a [11] ističe kako kulturna svest može poboljšati performanse projekta usklađujući prakse upravljanja projektima sa kulturnim očekivanjima interesnih strana. Pokazuje se da je razmatranje kulturnih razlika kroz efikasnu komunikaciju i inkluzivne prakse upravljanja projektima od suštinskog značaja za uspeh takvih projekata.

7. ISTRAŽIVANJE

Ovo istraživanje usvaja kombinovani model istraživanja, spajajući kvantitativne i kvalitativne pristupe kako bi se stekli sveobuhvatni uvidi u prakse upravljanja interesnim stranama. Kvantitativna anketa se sprovodi kako bi se prikupili podaci o rangiranju kritičnih faktora uspeha prema percepciji kineskih izvođača radova, dok kvalitativni intervjui pružaju dublje razumevanje kulturnih razlika i faktora uspeha projekta u kontekstu inicijative „Pojas i put“.

Podaci su prikupljeni kroz dve glavne metode: ankete i intervjue.

1. Ankete: Strukturirana anketa je podeljena kineskim izvođačima radova koji rade na projektu brze pruge od Beograda do Budimpešte, konkretno na srpskom delu pruge od Beograda do granice sa Mađarskom. Upitnik se sastoji od dva glavna dela: (1) Informacije o ispitaniku:

ovj deo prikuplja demografske podatke, uključujući njihovu poziciju na projektu, akademske kvalifikacije i godine iskustva u građevinskoj industriji; za ovaj deo korišćen je Pobjev upitnik [12] koji je korišćen za istraživanje kritičnih faktora uspeha za upravljanje interesnim stranama u građevinskim projektima. (2) Rangiranje kritičnih faktora uspeha: učesnicima su predstavljeni 15 kritičnih faktora uspeha koje su identifikovali Yang i saradnici [10]. Od njih je traženo da rangiraju ove faktore na skali od 1 do 7, označavajući važnost njihove uloge u efikasnom upravljanju interesnim stranama.

2. Intervjui: Da bi se dodatno obogatio skup podataka, sprovedeni su intervjui sa odabranom grupom od tri kineska menadžera koji su zaduženi za sekciju u Vrbasu projekta brze pruge od Beograda do Budimpešte. Ovi intervjui su se fokusirali na razumevanje njihovih perspektiva o faktorima uspeha projekta, kulturnim izazovima i odnosima sa interesnim stranama.

8. ANALIZA REZULTATA

Upitnik je distribuiran na 100 ispitanika – Kinezi koji su učestvovali na projektu brze pruge od Beograda do Subotice, a za analizu je vraćeno 87 odgovora. Demografski podaci pokazuju da većina ispitanika ima titulu šefa departmana (55.17%), 19.54% njih su pomoćni inženjeri, 14.94% ispitanika su odgovorni inženjeri, a najmanje ima menadžera projekta i to 10.34%. Što se tiče akademske kvalifikacije, većina ispitanika ima završene osnovne studije, čak 64.37%, dok je njih troje završilo i doktorat. Od ukupnog broja ispitanika, njih 20.69% je imalo visoku stručnu spremu, a 11.49% njih master studije. Treći deo demografskih podataka odnosio se na godine iskustva, a rezultati pokazuju da je 34.48% njih imala 1-5 godina iskustva, 19.54% ispitanika imalo je 6-10 godina iskustva, a skoro isti broj njih 11-15 godina iskustva (18.39%). Preko 20 godina iskustva imalo je njih 17.24%, a njih 10.34% imalo je 16-20 godina iskustva.

U drugom delu ispitanici su rangirali 15 faktora na skali od 1 do 7. Analizom dobijenih rezultata, uzimajući u obzir srednje vrednosti, ključni faktor koji je ocenjen kao najvažniji jeste *Održavanje i unapređivanje dobrih odnosa*. Ovo ukazuje da ispitanici prepoznaju značaj kontinuiranog održavanja pozitivnih odnosa sa interesnim stranama za uspešnu realizaciju projekta. Na drugom mestu nalazi se *Upravljanje interesnim stranama sa društvenom odgovornošću (ekonomskom, pravnom, ekološkom i etičkom)*, što ukazuje na potrebu da se obezbedi odgovornost u pristupu svim aspektima projekta. Treći najvažniji faktor je *Pravilna identifikacija interesnih strana*, što znači da je tačna identifikacija ključnih aktera osnova za efikasno upravljanje.

Intervjui su obavljeni sa tri projektna menadžera koja su zadužena za deonicu Vrbas na projektu brze pruge od Beograda do Budimpešte. Cilj ovih razgovora bio je da se stekne dublje razumevanje načina upravljanja projektom u multikulturalnom okruženju, kao i da se identifikuju ključni faktori koji su najviše uticali na uspeh projekta.

Na temelju analize intervjua sa projektnim menadžerima koji su bili odgovorni za deonicu Vrbas na projektu brze

pruge Beograd-Budimpešta, može se izvući nekoliko zaključaka. Prvo, jasno je da su specifični faktori upravljanja interesnim stranama, kao što su jasna misija projekta, dobra komunikacija i fleksibilnost u rešavanju problema, od presudne važnosti za uspeh projekta. Ispitanici su se složili da su najvažniji kriterijumi za uspeh – vreme, budžet i kvalitet – ispunjeni, te da je projekat uspešno završen u predviđenom roku, uz poštovanje budžeta i visok kvalitet izvedenih radova. Ovo ukazuje na dobro planiranje, kao i na efikasnu koordinaciju između svih strana, što je ključ za uspešan završetak projekta.

Jedan od bitnih zaključaka u vezi sa uticajem kulturnih razlika na projekat je da su, uprkos prepoznatim razlikama u radnim navikama i organizaciji, ove razlike bile prevaziđene zahvaljujući spremnosti obe strane na prilagođavanje. Timovi su uspeali da se usklade u pogledu radnih procedura, naročito kroz stalnu komunikaciju i zajedničke napore u rešavanju izazova na terenu.

Može se zaključiti da ključ za uspeh međunarodnih projekata kao što je ovaj leži u balansiranju kulturnih razlika, uz istovremeno upravljanje osnovnim kriterijumima uspeha, kao što su vreme, budžet i kvalitet. Uvidi u intervjue sa menadžerima koji su vodili projekat u Vrbasu mogu poslužiti kao vodič za buduće projekte u okviru inicijative „Pojas i put“, naglašavajući važnost otvorene komunikacije, fleksibilnosti i zajedničkog rešavanja problema.

9. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Istraživanje je bilo usmereno na analizu uticaja upravljanja interesnim stranama na uspeh kineskih infrastrukturnih projekata u Srbiji, koristeći kao studiju slučaja projekat brze pruge Beograd-Budimpešta, konkretno deonicu Vrbas. S obzirom na specifičnost i kompleksnost ovakvih projekata, postavljena su četiri cilja istraživanja.

1. Identifikovati najznačajnije kritične faktore uspeha za upravljanje interesnim stranama

Korišćenjem upitnika zasnovanog na 15 kritičnih faktora uspeha identifikovani su ključni faktori za efikasno upravljanje interesnim stranama na projektu deonice Vrbas. Rezultati ukazuju na nekoliko faktora koji su od presudne važnosti: Održavanje i unapređivanje dobrih odnosa, zatim Upravljanje interesnim stranama sa društvenom odgovornošću, i Pravilna identifikacija interesnih strana. Rezultati upitnika su pokazali da su ovi faktori ključni za uspešno usklađivanje ciljeva između kineskih izvođača i lokalnih partnera, što je omogućilo uspešno izvođenje projekta.

Poređenja radi, u svom istraživanju, Yang i saradnici [10] su došli do zaključka da su Upravljanje interesnim stranama sa društvenom odgovornošću (ekonomskom, pravnom, ekološkom i etičkom), Istraživanje potreba i ograničenja interesnih strana u vezi sa projektom i Pravilna i česta komunikacija i angažovanje interesnih strana tri najvažnija faktora koji utiču na uspeh projekta. U oba istraživanja se Upravljanje interesnim stranama sa društvenom odgovornošću našlo među najznačajnijim faktorima, do se ostala dva faktora razlikuju.

2. Proceniti uticaj kritičnih faktora uspeha za upravljanje interesnim stranama na uspeh projekta

Intervjui sa kineskim menadžerima na deonici Vrbas, fokusirali su se na osnovne mere uspeha - završavanje projekta na vreme, pridržavanje budžeta, i ispunjavanje očekivanja vezanih za kvalitet izvođenih radova, ali i na dodatne faktore poput zadovoljstva interesnih strana, upravljanja rizicima, kulturološkim razlikama i sl.

Rezultati intervjuva ukazuju na to da je projekat uspešan sa sva tri aspekta ali i da je upravljanje interesnim stranama imalo uticaja na taj uspeh. Rezultati se poklapaju se sa brojnim autorima koji govore o tome da je efikasno upravljanje interesnim stranama na građevinskim projektima postalo ključ uspeha. Na deonici Vrbas, faktori koji su imali najviše uticaja na uspeh projekta jesu formulisanje i komuniciranje jasne izjave o misiji projekta sa svim učesnicima, adaptacija praksi na lokalne norme, kao i otvorena komunikacija i koordinacija između svih strana uključenih u projekat.

3. Istražiti ulogu kulturnih faktora u upravljanju interesnim stranama

Razgovor sa kineskim menadžerima imao je za cilj i da prikaže kako kulturne razlike mogu olakšati ili otežati angažovanje interesnih strana i napredak projekta. Rezultati pokazuju da iako je saradnja između Kine i Srbije bila izazovna zbog razlika u poslovnim praksama, uspeh projekta je postignut je zahvaljujući spremnosti obe strane na prilagođavanje.

Iako se ispitanici slažu sa tvrdnjom da kulturna svest može poboljšati performanse projekta [11], ipak se ne slažu sa tim da kulturne različitosti u velikoj meri utiču na sam uspeh projekta. Kako jedan od ispitanika kaže: „Smatram da kulturne razlike imaju uticaj na sprovođenje projekta u međunarodnom okruženju, ali je taj uticaj relativno mali i ne može biti odlučujući faktor za uspeh ili neuspeh projekta.” Oni objašnjavaju da svi treba da budu svesni razlika, ali da uprkos njima, projekat može biti vrlo uspešan i to po brojnim kriterijumima, ne samo u odnosu na zahteve budžeta, vremena i kvaliteta.

4. Pružiti preporuke za unapređenje praksi upravljanja interesnim stranama u budućim kineskim međunarodnim građevinskim projektima, posebno onima koji se realizuju u okviru inicijative „Pojas i put”

Na osnovu analize rezultata, mogu se formulirati sledeće preporuke za buduće slične projekte: 1. Unaprediti komunikaciju između svih strana; 2. Povećati fleksibilnost u pristupima i planiranju; 3. Jasno definisati ciljeve i odgovornosti; 4. Razumeti kulturne razlike i njihove integracije u radni proces; 5. Planirati i angažovati adekvatne ljudske resurse.

Iako ovo istraživanje pruža korisne uvide, postoje određena ograničenja koja se odnose na opseg uzorka, jer su podaci prikupljeni samo za deonicu Vrbas. Dalja istraživanja mogla bi proširiti uzorak na druge kineske infrastrukturne projekte u Srbiji i istražiti dodatne faktore kao što su ekonomski i politički aspekti koji utiču na upravljanje interesnim stranama.

U zaključku, efikasno upravljanje interesnim stranama predstavlja ključni faktor za uspeh kineskih infrastrukturnih projekata u Srbiji, a primenjivanje preporučenih praksi može doprineti smanjenju izazova i unapređenju saradnje u nekim budućim projektima, kako u Srbiji, tako i na međunarodnom nivou.

10. LITERATURA

- [1] International Institute for Strategic Studies (IISS). (2023). Belt and Road Initiative: A Decade On. In *Asia-Pacific Regional Security Assessment 2023*.
- [2] Chen, L., Zhang, X., & Xu, Z. (2019). Stakeholder management in international construction projects: A network analysis approach. *International Journal of Project Management*, 37(6), 949-960.
- [3] Bondaz, A., Cohen, D., Godement, F., Kratz, A., & Pantucci, R. (2015). "ONE BELT, ONE ROAD": CHINA'S GREAT LEAP OUTWARD. *European Council on Foreign Relations*.
- [4] Stojanović-Višić, B., Jelisavac Trošić, S., & Simić, M. (2023). Development of the Belt and Road Initiative in Serbia. *Ekonomika preduzeća*, 71, 230-242.
- [5] Pinto, J. (2010). *Project Management: Achieving Competitive Advantage*. New Jersey: Pearson Education.
- [6] Toor, S. and Ogunlana, S. (2010). "Beyond the 'iron triangle': Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects".
- [7] Chinyio, E., & Olomolaiye, P. (Eds.). (2009). *Construction stakeholder management*. John Wiley & Sons.
- [8] Yang, R. J., & Zou, P. X. (2014). Stakeholder-associated risks and their interactions in complex green building projects: A social network model. *Building and Environment*, 73, 208-222.
- [9] Rockart, J.F. (1979). "Chief Executives Define Their Own Information Needs," *Harvard Business Review*.
- [10] Yang, J., Shen, G. Q., Ho, M., Drew, D. S., & Chan, A. P. (2009). Exploring critical success factors for stakeholder management in construction projects. *Journal of civil engineering and management*, 15(4), 337-348.
- [11] Müller, R., & Turner, R. (2017). The influence of project managers on project success criteria and project success by type of project. *European Management Journal*, 35(4), 314-326.
- [12] Pobi, F. (2021). Exploring the critical success factors for stakeholder management in construction projects (Doctoral dissertation).

Kratka biografija:



Ksenija Selenić rođena je u Šapcu 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta – Projektni menadžment odbranila je 2024.god.

kontakt: selenicksenija@gmail.com

UTVRĐIVANJE KOLIČINE GENERISANOG GRAĐEVINSKOG OTPADA PRILIKOM IZGRADNJE STAMBENIH ZGRADA**DETERMINATION OF THE AMOUNT OF GENERATED CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE DURING THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS**

Nenad Pajić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U okviru rada potrebno je sagledati količinu i vrstu otpada koji se generiše u toku izvođenja radova na izgradnji višespratne stambene zgrade u Južno-Bačkom regionu, na koji način trenutno se upravlja otpadom koji nastane nakon građenja/rušenja objekata i na koje sve načine je moguće uticati na poboljšanje trenutnog stanja upravljanja građevinskim otpadom.

Ključne reči: Građevinski otpad, Upravljanje građevinskim otpadom, Redukcija, Ponovna upotreba

Abstract – As part of the work, it is necessary to look at the amount and type of waste that is generated during the construction of a multi-storey residential building in the South-Bačka region, in what way is the waste generated after the construction/demolition of buildings currently managed and in what ways can we influence the improvement of the current state of construction waste management.

Keywords: Construction waste, Construction waste management, reduce, reuse.

1. UVOD

Građevinski otpad uključujući otpad od rušenja postao je ključni problem današnjeg društva i neizbežna posledica čovekovog neodgovornog ponašanja s takvim otpadom. Otpad koji nastaje tokom gradnje i rušenja objekata predstavlja u kvantitativnom smislu jedan od najvećih izvora nastajanja otpada. Današnje društvo prepoznaje nekoliko načina za pravilno upravljanje građevinskim otpadom. Većina materijala koja je stvorena pri građenju ili rušenju građevina prethodno su bili karakterisani jednostavno kao otpad (šut). Građevinski otpad se dugo godina jednostavno deponovao na prostor koji je za to bio namenjen, reciklaža građevinskog otpada bila je van interesa, odnosno fokusirana na PET ambalažu i papir. Situacija se drastično promenila kada su počele prve studije o kategorizaciji otpada, posebno na deponijama. Statistika je pokazala da građevinski otpad zauzima značajan udeo u ukupnoj količini otpada. Ovo je rezultat ubrzanog rasta zelene gradnje u razvijenim zemljama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Batinić, vanr. prof.

2. GRAĐEVINSKI OTPAD

Građevinski otpad, odnosno njegove količine nastaju u zavisnosti od broja stanovnika, količine izgradnje novih objekata i rušenja starih, zatim pri rekonstrukciji puteva, mostova i slično. Količina građevinskog otpada na nekom području može se proceniti prema nizu faktora kao što su: porast stanovnika, dozvoljeni trend izgradnje novih objekata i rušenja starih objekata, vrsti objekata za građenje odnosno rušenje, procene vezane za odlaganje otpada, prošli, sadašnji i budući trendovi, planiranje za sadašnji odnosno budući maksimalni broj stanovnika. Građevinski otpad se sastoji od 75% iskopanog materijala zajedno sa zemljom, 15-25% je otpad od rušenja i gradnje objekata i 5-10% su asfalt, beton i katran. Najveći deo građevinskog otpada je inertan (95%), odnosno ne podleže fizičkim, hemijskim ili biološkim promenama [1].

3. ZAKONSKA REGULATIVA I CILJEVI EVROPSKE UNIJE

Evropska unija ima niz zakona i propisa koji se odnose na upravljanje građevinskim otpadom:

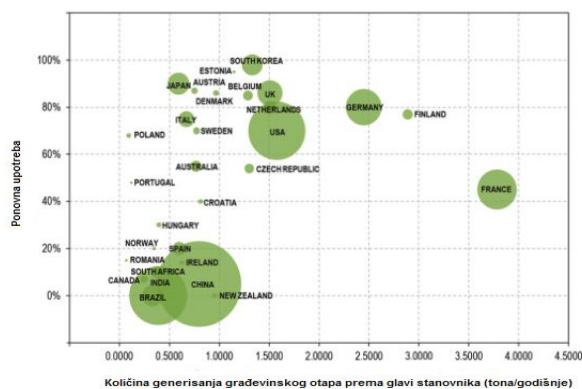
- Direktiva o otpadu (Directive 2008/98/EC)
- Direktiva o deponijama (Directive 1999/31/EC)
- Direktiva o recikliranju i odlaganju građevinskog otpada (Directive 2008/98/EC)
- Direktiva o ekološkom dizajnu (Directive 2009/125/EC)
- Direktiva o industrijskom zagađenju (Directive 2010/75/EU)

Građevinski otpad i otpad od rušenja su prepoznati kao prioritetan problem za rešavanje u Evropskoj Uniji. Zemlje članice nastoje da otpad koji se proizvede unutar EU-a i koji se ne može reciklirati ili iskoristiti za povrat energije bude zbrinut unutar granica EU-a. Članice EU dodatnim posticajima i drugim propisima stimulišu ponovnu upotrebu recikliranog materijala, a time pridonose i buđenju ljudske svesti o načinu deponovanja otpada. Zemlje članice nastoje da otpad koji se proizvede unutar EU-a i koji se ne može reciklirati ili iskoristiti za povrat energije bude zbrinut unutar granica EU-a. Stoga će, uz poboljšanje postojećih sistema upravljanja otpadom biti ulaganja u inicijative za izbegavanje nastajanja otpada, recikliranja, te u infrastrukturu. Temeljeći se na nastavku sadašnjeg pristupa, program posebnu pažnju posvećuje potrebi značajnog poboljšavanja sprovođenju postojećih mera [2].

4. KOLIČINE GRAĐEVINSKOG OTPADA U SVETU

Količinu građevinskog otpada koji nastane prilikom izgradnje objekta na samom gradilištu je teško odrediti, ali procenjuje se da otpad čini 30% ukupne količine građevinskog materijala koji je dopremljen na gradilište. U Sjedinjenim Američkim Državama preko 600 miliona tona građevinskog otpada i otpada od rušenja generisano je u 2018. godini, od čega se procenjuje da je 48% ponovno upotrebljeno. Generisanje građevinskog otpada u SAD je poraslo za 342% u periodu od 1990. do 2018. godine. Beton i asfalt činili su 85% ukupno generisanog otpada u USA u 2018.

U EU se svake godine generiše više od 450 miliona tona građevinskog otpada i otpada od rušenja, što ga čini najvećim tokom otpada u kvantitativnom smislu, sa izuzetkom rudarskog i poljoprivrednog otpada. Trenutno se 75% građevinskog otpada i otpada od rušenja u EU odlaze na deponije, izuzetak su države Nemačka i Holandija koje su postigle stopu recikliranja građevinskog otpada od 80% [3].



Slika 1. Količina generisanja građevinskog otpada prema glavi stanovnika i njegova ponovna upotreba [4]

Zastupljenost i količina različitih materijala koji se generišu kao građevinski otpad je u svetu svuda jednaka. Najveći težinski udeo čine beton, cigla, blok 33%, zatim drvo 27%, ambalaža 18%, suva obloga 10%, metali 3%, specijalni otpad 1% i ostali otpad 10%.

5. PODELA GRAĐEVINSKOG OTPADA

Građevinski otpad se može podeliti s obzirom na mesto nastanka ili prema vrsti najzastupljenije komponente. Vrste građevinskog otpada definisane su Zakonom o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS" br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 – dr. zakon I 35/2023). Vrste materijala koje se mogu javiti u građevinskom otpadu:

- Zemljani radovi/iskop tla – zemlja, šljunak, pesak, glina, ilovača, kamen
- Niskogradnja – bitumen (asfalt) ili cementom vezani materijal, pesak, šljunak, drobljeni kamen
- Visokogradnja – beton, opeka, gips, prirodni kamen, vuna, striopor
- Mešani građevinski otpad – drvo, plastika, papir, karton, metal, kablovi, boja, lak, šut.

Otpad sa gradilišta vrlo je heterogenog sastava, a nastaje pri izgradnji novih ili rušenju starih objekata, kao i pri rekonstrukciji kuća i stanova. Obično se odlaze u posebne kontejnere. Pored mineralnih materijala sadrži i nemineralne materijale, kao npr. drvo, metal, sintetičke materijale, papir, karton, delove glomaznog otpada, te boje, lakove i sl [5].

5.1 Sastav građevinskog otpada

Otpad sa gradilišta vrlo je heterogenog sastava, a nastaje pri izgradnji novih ili rušenju starih objekata, kao i pri rekonstrukciji kuća i stanova. Obično se odlaze u posebne kontejnere. Pored mineralnih materijala sadrži i nemineralne materijale, kao npr. drvo, metal, sintetičke materijale, papir, karton, delove glomaznog otpada, te boje, lakove i sl [6].

5.2 Vrste otpada prema svojstvima

Pod opasnim otpadom se smatra materijal koji:

- sadrži opasne komponente (azbest, katran, olovo, lepak)
- nakon dužeg boravka u agresivnim sredinama postaju agresivni (npr. objekti koji proizvode ili koriste hemikalije)
- nisu očišćeni od agresivne komponente ili su pomešani s istim.

Na novijim objektima možemo naći opasni i potencijalno opasni građevinski otpad, a neke vrste tih otpada su: lepkovi, izolacijski materijali, materijali na bazi azbesta, hidroizolacija, tečnosti na bazi katrana, tehnološki obrađeno drvo, neke vrste boja i premaza. Otpad koji možemo naći nakon rušenja objekata je materijal na bazi azbesta, električna oprema, drvo sa raznim premazima, materijali na bazi azbesta, izolacijski materijali. U neopasan otpad spadaju svi materijali koji nemaju opasne osobine kao što su crep, opeka, beton itd [7].

Inertni otpad je otpad koji ne podleže značajnim fizičkim, hemiskim ili biološkim promenama, pa samim tim ne ugrožava okolinu. Velike količine građevinskog otpada nastaju prilikom rušenja građevina ili pojedinih njihovih delova. Azbest je materijal koji se sastoji od sledećih vlaknastih silikata: krokidolit (plavi azbest), aktinolit, antofililit, krizotil (beli azbest), amozit (smeđi azbest) i tremolit. Svi tipovi azbesnih vlakana (krokidolit, amozit, antofililit, tremolit, krizotil) mogu prouzrokovati ozbiljne bolesti te je njegova upotreba u Republici Srbiji kao i celoj Evropskoj uniji zabranjena [8].

6. KOLIČINA I VRSTA GENERISANOG OTPADA U OKVIRU GRAĐEVINSKE FIRME G.P. „BEST IZGRADNJA“ NOVI SAD

U okviru istraživačkog dela rada posmatrana je količina i sastav generisanog otpada u građevinskom preduzeću "Best Izgradnja" iz Novog Sada. Firma "Best Izgradnja" bavi se visokogradnjom na području Južno-Bačkog regiona i trenutno ima preko 250 zaposlenih na 27 aktivnih gradilišta.

Kao građevinska firma koja se u najvećoj meri bavi izgradnjom višespratnih stambenih objekata količina generisanog otpada koji nastaje usled izvođenja radova na

takvim projektima ne razlikuje se od statistike koju smo naveli za područje Južno-Bačkog regiona. Najveći udeo otpada koji generiše firma GP Best Izgradnja DOO Novi Sad jeste otpad nastao usled rušenja ili izvođenja grubih građevinskih radova. To je uglavnom otpad sastavljen od delova betona, opeke, bloka, raznih materijala koji se koriste prilikom zidanja i izvođenja grubih građevinskih radova.

Problem slobodnog prostora nastaje zbog loših zakonskih regulativa u oblasti planiranja i izgradnje. Aktuelni zakon o planiranju i izgradnji dozvoljava investitorima da sa objektom koji grade zaimu 90% građevinske parcele. Samim tim prostor koji ostaje slobodan za skladištenje materijala, opreme, otpada itd. nije dovoljan.

7. KOLIČINA I SASTAV OTPADA NASTALOG USLED IZGRADNJE POSLOVNO-STAMBENOG OBJEKTA (P+1)

Na parceli: br. parc. 2290, K.O. Temerin, ukupne površine 3102 m², broj zavedenih objekata je 12. Predmet projekta je poslovno-stambena zgrada sa tri funkcionalne celine, spratnosti P+1. Poslovni prostor je organizovan na prizemnoj etaži za trgovinsku namenu tipa marketa, čija neto korisna površina poslovnog prostora L1 iznosi 623,80 m². Stambeni prostor je projektovan na spratnoj etaži i obuhvata površinu dva stana označenih kao S1-trosobni i S2-četvorosobni i zajedničkih prostorija na prizemlju i spratu, čija je neto korisna površina stambenog prostora 335,16 m².

Objekat je projektovan na osnovu zahteva investitora definisanih projektnim zadatkom kao pretpostavkom za definisanje arhitektonsko građevinskog rešenja sa jedne strane i važećih planskih dokumenata, zakona, pravilnika, standarda i pravila struke sa druge strane. Kroz projektovanje ovog objekta vodilo se računa o zadovoljenju osnovnih potreba korisnika, ali i ambijentalnom uklapanju u užu i širu urbanistički kontekst. Težilo se unapređenju minimalnih zahteva kroz poboljšanje toplotnog komfora, akustičnog i na kraju i vizuelnog komfora korisnika. Posebna pažnja posvećena je energetske efikasnosti objekta u eksploataciji.



Slika 2. Situacija objekta koji se ruše na kat.parc. 2290 1-12

7.1 Načini odvojenog sakupljanja otpada, priprema za transport i privremeno skladištenje predmetnog otpada

Integralno upravljanje otpadom prema Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS, br. 36/2009,

88/2010, 95/2018 - dr. zakon i 35/2023) podrazumeva sagledavanje otpada od njegovog nastajanja, preko sakupljanja, transporta, tretmana do odlaganja. Ukoliko se želi održivi sistem upravljanja otpadom, neophodno je sagledati sve opcije tretmana otpada. Neiskorišćen i nepravilno odložen otpad predstavlja potencijalnu opasnost za životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao i izgubljen profit za preduzeće. Upravljanje otpadom od građenja i rušenja je skup aktivnosti i mera koje obuhvataju odvojeno sakupljanje, razvrstavanje, transport, skladištenje, pripremu za ponovnu upotrebu, ponovno iskorišćenje i/ili odlaganje građevinskog otpada [9].



Slika 3. Kontejner za odlaganje ambalažnog otpada

7.2 Načini za ponovno iskorišćenje otpada od građenja i rušenja

Veliki deo građevinskog otpada se može reciklirati. Materijali kao gvožđe su se i do sada izdvajali i iskorišćavali, ali za ostale materijale nije tako. Većina frakcija materijala generisanog za vreme građenja zgrada je moguće ponovo upotrebiti. Reciklaža podrazumeva drobljenje opeke i betona i pretvaranje u materijal pogodan za nasipanje terena ili slične svrhe.

Reciklaža građevinskog otpada doprinosi uštedi energije i smanjenju prostora potrebnog za odlaganje i smanjuje upotrebu prirodnih resursa. Otpadni materijal (beton, cigla, crep) koji nastaje prilikom rušenja objekta delom će se iskoristiti za nivelaciju parcele, a otpadni materijal (drvo) delom će se koristiti za ogrev. A drugi deo otpadnog materijala će se odlagati u predvićene kontejnere za otpadni materijal prema Uredbi o načinu i postupku upravljanja otpadom od građenja i rušenja.

7.3 Predvićene metode tretmana otpada od građenja i rušenja

Tretman otpada se neće vršiti na lokaciji Projekta. Tretman otpada od građenja i rušenja vrši operater koji poseduje dozvolu za tretman otpada od strane nadležnog organa zavisno od vrste i kategorije otpada. Na lokaciji je dozvoljeno samo razdvajanje različitih vrsta otpada u namenske kontejnere. Priprema terena obuhvata: obeležavanje granica parcele, postavljanje zaštitne ograde, postavljanje utvrđenih (stalnih) tačaka geodetske osnove, zaštita lokacije od mogućih štetnih geoloških procesa, raščišćavanje terena od rastinja (sečenje stabala sa vađenjem korenja, čupanje stabala, spaljivanje rastinja), uklanjanje objekata namenjenih rušenju, uklanjanje površinskog (humusnog) sloja zemljišta.



Slika 4. Ostaci čelika nastali usled izvođenja radova na armiranju

Predviđene metode tretmana otpada od građenja koje mogu biti primenjene od strane ovlašćenog operatera obuhvataju sledeće procese:

1. Sitnjenje krupnih komada betonskog otpada
2. Separacija i drobljenje betona i manjih delova armature
3. Sečenje i presovanje metalnog otpada i ambalažnog otpada kao priprema za dalje iskorišćenje/tretman
4. Tretman otpadnih kablova, razdvajanje plastike i metala, priprema za dalje iskorišćenje.

8. ZAKLJUČAK

Otpad koji nastaje tokom gradnje i rušenja objekata predstavlja u kvantitativnom smislu jedan od najvećih izvora nastajanja otpada. Kroz ovaj rad posmatrana je izgradnja jedne prosečne višestambene zgrade, kao i količine otpada koji nastaje usled izgradnje objekta. Problem upravljanja otpadom od građenja/rušenja je kompleksne prirode i rešavanje ovog problema zahteva izmenu zakona i pravilnika pre svega u oblastima kao što su planiranje i izgradnja objekata, a potom i usklađivanje uredbe o načinu i postupku upravljanja otpadom od građenja i rušenja. Pобољшanje stanja upravljanja otpadom od građenja/rušenja zahteva strateški pristup i primenu inovativnih rešenja koja integrišu ekološke i ekonomske ciljeve. Postoje mnoge mogućnosti za unapređenje u različitim fazama procesa – od projektovanja do realizacije. Kako bi poboljšali stanje potrebno je da zakon prepozna i investitora kao jednog od odgovornih u lancu nastajanja otpada na samom gradilištu, kao i njegovim pravilnim upravljanjem. Takođe kako bi smanjili same količine otpada koji nastane na gradilištu potrebno je uvesti podsticajne mere za korišćenje recikliranih materijala za izgradnju objekata. To su samo neki od načina na koji zemlje u Evropi utiču na smanjenje nastanka otpada prilikom izgradnje/rušenja objekata. Početkom 2023. godine napravljeni su prvi koraci ka poboljšanju trenutnog stanja, doneta je izmena uredbe o načinu i postupku upravljanja otpadom od građenja i rušenja. Investitor je u obavezi da zavodu za urbanizam prilikom podnošenja zahteva za izdavanje građevinske dozvole dostavi dokument pod nazivom „Plan upravljanja otpadom“ koji će da predvidi vrstu i količine otpada koji će nastati tokom izgradnje-rušenja objekta, kao i načine za njegovo pravilno skladištenje, odvoz i tretman. Investitor je donošenjem ovog dokumenta dužan da se pridržava obaveza navedenih u „Planu upravljanja otpadom“.

9. LITERATURA

- [1] José-Luis Gálvez-Martos Ioan-Robert Istrate, in *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*, 2020
- [2] <https://www.bigrentz.com>
- [3] <https://www.stonecycling.com>
- [4] <https://eko-vest.com>
- [5] Đukić V. 2012. Mogućnost upravljanja građevinskim otpatom u Republici Srpskoj, Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka
- [6] Cerovec Ivan, Fakultet za geotehniku i inženjering u Zagrebu, Upravljanje građevinskim otpadom, Završni rad 2020-10-18
- [7] Plan upravljanja neopasnim građevinskim otpadom, China road & Bridge Corporation D.O.O Peking, NR Kina, Podgorica 2018
- [8] Akcioni plan upravljanja otpadom od građenja i rušenja u gradu Beogradu za period 2022-2030, Beograd, Januar 2022.
- [9] Kontak J. 2016. Građevinski otpad od nastaka do korišćenja, Univerzitet Sever, Varaždin

Kratka biografija:



Nenad Pajić rođen je 22.07.1996. godine u Novom Sadu, Srbija. Osnovne studije započeo je 2015. godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine. Nakon završetka osnovnih studija, iste godine upisuje master akademske studije na istom fakultetu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine.



Bojan Batinić (1981) je vanredni profesor na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine u Novom Sadu. Dosadašnji naučno-istraživački rad orijentisan je na analizu fizičko-hemijskih karakteristika komunalnog otpada, modelovanje i projekciju budućih karakteristika otpada, analizu sistema sakupljanja i transporta otpada, mogućnosti iskorišćenja posebnih tokova otpada i sl. Stečena stručna znanja implementirao je kroz učestvovanje na preko 40 projekata saradnje sa privredom iz oblasti zaštite životne sredine i upravljanja otpadom. Rezultate svog naučno-istraživačkog rada publikovao je kroz 17 radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, kao i preko 60 saopštenja na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.

IMPLEMENTACIJA SELEKTOVANIH ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001 NA PRIMERU KOMPANIJE NISKOGRADNJE**IMPLEMENTATION OF SELECTED REQUIREMENTS OF THE ISO 45001 STANDARD ON THE EXAMPLE OF A CONSTRUCTION COMPANY**

Lončar Ana, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE NA RADU

Kratak sadržaj – Rad istražuje primenu standarda ISO 45001 na primeru kompanije niskogradnje, sa glavnim fokusom na osnovne zahteve standarda uključujući angažovanje rukovodstva, analizu konteksta organizacije, identifikaciju zainteresovanih strana, definisanje politike bezbednosti i zdravlja na radu, kao i identifikaciju opasnosti, ocenjivanje rizika i prilika, obuku zaposlenih, interne provere i preispitivanje od strane rukovodstva. Posebna pažnja posvećena je specifičnim opasnostima i štetnostima u građevinskoj industriji, odnosno niskogradnji, kao što su rad sa teškom mehanizacijom, izloženost prašini, buci i opasnim materijalima. U radu je prikazana metoda za identifikaciju i ocenu rizika u ovom sektoru. Takođe, za sveobuhvatno razumevanje konteksta organizacije korišćene su SWOT i PESTEL analiza.

Ključne reči: standard, implementacija, procena rizika građevinska industrija, bezbednost i zdravlje na radu

Abstract – The paper investigates the application of the ISO 45001 standard on the example of a civil engineering company, with the main focus on the basic requirements of the standard including management engagement, organizational context analysis, identification of stakeholders, definition of occupational health and safety policy, as well as hazard identification, risk and opportunity assessment, employee training, internal audits and review by management. Special attention is paid to specific dangers and harms in the construction industry, i.e. civil engineering, such as working with heavy machinery, exposure to dust, noise and hazardous materials. The paper presents a method for identifying and assessing risks in this sector. Also, for a comprehensive understanding of the context of the organization, SWOT and PESTEL analysis were used.

Keywords: standard, implementation, risk assessment construction industry, safety and health at work

1. UVOD

U današnjoj dinamičnoj građevinskoj industriji, pitanje bezbednosti na radu postaje sve naglašenije i značajnije. Zaštita zdravlja i bezbednost na radu predstavljaju osnovno ljudsko pravo, jer svaki pojedinac zaslužuje pravo na zdrav i siguran rad, kao i na bezbedno radno okruženje

Važnost zaštite na radu u savremenim ekonomskim uslovima potvrđuje činjenica da je ovo pitanje regulisano kako domaćim, tako i međunarodnim zakonodavstvom, čime se ističe potreba za doslednim sprovođenjem mera i unapređenjem bezbednosnih standarda.

ISO 45001 predstavlja značajnu prekretnicu kao prvi globalni međunarodni standard za zdravlje i bezbednost na radu. Ovaj sistem upravljanja pruža sveobuhvatan i jedinstven okvir za sve organizacije koje teže unapređenju svojih performansi u oblasti zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, omogućavajući im da na jasan i efikasan način poboljšaju radno okruženje i zaštitu zaposlenih (2).

Implementacija zahteva standarda zahteva od kompanija formiranje i uspostavljanje politike bezbednosti i zdravlja na radu, identifikaciju potencijalnih opasnosti, procenu rizika i uspostavljanje efikasnog sistema upravljanja istim. Ključni elementi implementacije uključuju obuku radnika, redovnu proveru i internu proveru uspostavljenog sistema kako bi se osigurala njegova efektivnost (1).

Kompanije koje posluju u različitim sektorima privrede, a koje se oslanjaju na ljudske resurse kao ključni element svog poslovanja, moraju postaviti bezbednost i zaštitu zdravlja svojih radnika, kao i svih koji su povezani s njihovim poslovnim aktivnostima, na sam vrh svojih strateških ciljeva.

Građevinska industrija je sektor intenzivnog rada i ukoliko uzmemo u obzir sve opasnosti i štetnosti sa kojima se susreću zaposleni u oblasti niskogradnje, sasvim je opravdan akcenat koji se postavlja na zaštitu njihovog zdravlja i bezbednosti (3). Radnici u niskogradnji sprovode zadatke vezane za izgradnju i održavanje puteva i ostalih građevinskih projekata niskogradnje. Radnici obavljaju radne zadatke koji uključuju upotrebu najsavremenijih mašina i opreme za rad, svakodnevno su izloženi buci i prašini, rukuju sa potencijalno opasnim hemikalijama i vrlo često se od njih zahteva da svoje radne sate provode radeći u zonama aktivnog saobraćaja.

Ključni koraci za uspešnu integraciju ISO 45001 standarda zahtevaju detaljan pristup na više nivoa organizacije i važni su za osiguranje sveobuhvatnog sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu (1):

1. Angažovanje rukovodstva;
2. Analizu konteksta organizacije;
3. Identifikaciju zainteresovanih strana;

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Maja Petrović, vanredni profesor

4. Definisanje politike bezbednosti i zdravlja na radu;
5. Identifikacija opasnosti i ocenjivanje rizika i prilika;
6. Obuku zaposlenih;
7. Interne provere i preispitivanje od strane rukovodstva.

Cilj ovog rada je da predstavi prednosti implementacije integrisanog sistema upravljanja zdravljem i bezbednošću na radu i da analizira ključne korake u implementaciji ISO 45001 standarda, sa fokusom na identifikaciju i procenu rizika u kompaniji koja obavlja delatnost niskogradnje. Poseban akcenat stavlja se na specifične uslove rada zaposlenih u kompanijama niskogradnje i kako implementacija selektovanih zahteva standarda može doprineti unapređenju radnih uslova i smanjenju povreda na radu u takvoj kompaniji.

2.IMPLEMENTACIJA SELEKTOVANIH ZAHTEVA STANDARDA ISO 45001 NA PRIMERU KOMPANIJE NISKOGRADNJE

2.1. Angažovanje rukovodstva

Organizacija je ta koja je odgovorna za zdravlje i bezbednost svojih zaposlenih i drugih lica koja mogu biti pogođena njenim aktivnostima. Osnovni zadatak najvišeg menadžmenta treba da bude stvaranje bezbednosne kulture, promovisanje koherentne politike u oblasti bezbedne organizacije rada i saradnje poslodavaca sa zaposlenima što može doprineti ograničavanju nezgoda na radnom mestu (4).

Najviši menadžment mora da pokaže svoju posvećenost formiranju bezbednih i zdravih uslova, naglašavajući bezbednost i zdravlje kao organizacioni prioritet. Ovaj proces je ključan za osiguranje uspeha i dugoročnog održavanja sistema upravljanja bezbednošću. Rukovodstvo treba da prepozna važnost ulaganja u obuku, tehnologiju i druge resurse koji su neophodni za implementaciju i održavanje standarda bezbednosti.

2.2. Analiza konteksta organizacije

Standard 45001 zahteva procenu i razumevanje internog i eksternog konteksta organizacije, sa ciljem da se analizira čitav niz faktora koji mogu uticati na postizanje ciljeva organizacije. Razmatranje konteksta omogućava da se organizacija prilagodi okruženju koje se stalno menja. Istovremeno, razmatra unutrašnje uticaje, kao što su efikasnost obuke radne snage ili proizvodni pritisci.

Da bi se odredio kontekst organizacije, između ostalog mogu se koristiti tehnike analize konteksta: - SWOT (snage, slabosti, prilike i pretnje) - PESTLE (političko, društveno, tehnološko, pravno okruženje) (5).

Analizom internog konteksta kompanije niskogradnje, uočeno je da kompanija ima značajne prednosti u pogledu bezbednosti i zdravlja na radu, kao što su moderni i dobro opremljeni kontejneri na gradilištima, novija mašinerija i oprema u poređenju s konkurencijom, te visok procenat visokoobrazovanih radnika. Dugogodišnje postojanje i iskustvo u poslovanju takođe doprinose stabilnosti u ovoj oblasti. Ipak, slabosti kompanije uključuju visoku potrošnju resursa i energije, česte kvarove opreme koji mogu izazvati prekid rada upravo u trenucima kada je obim posla veliki, što može ugroziti bezbednost radnika. Kao

priliku za poboljšanje, kompanija prepoznaje potrebu za češćom i sveobuhvatnijom obukom zaposlenih u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. S druge strane, neadekvatno upravljanje otpadom, koji može stvoriti dodatne rizike po zdravlje i bezbednost na gradilištu, predstavlja ozbiljnu pretnju za dalje unapređenje uslova rada.

Politički faktori koji utiču na bezbednost i zdravlje na radu uključuju globalne sukobe i ratove, koji mogu poremetiti lance snabdevanja ključnim zaštitnim materijalima i opremom, što otežava održavanje bezbednosnih standarda. Ekonomski faktori, poput rasta cena sirovina i opreme, direktno utiču na budžet za implementaciju mera zaštite na radu, smanjujući mogućnost ulaganja u savremene bezbednosne tehnologije i obuke. U društvenom kontekstu, nizak nivo obrazovanja, kulture bezbednosti i svesti o važnosti zaštite na radu kod šire populacije predstavlja izazov za kompanije koje nastoje da poboljšaju uslove rada i sigurnost svojih zaposlenih. Tehnološki faktori, kao što su brzi napredak u razvoju novih alata i opreme, zahtevaju kontinuiranu obuku radnika kako bi se bezbedno koristila savremena tehnologija, što može doneti dodatne troškove i logističke poteškoće. Pravni faktori obuhvataju obavezu poštovanja zakonskih regulativa vezanih za bezbednost i zdravlje na radu, koje su neophodne za očuvanje sigurnosti zaposlenih i minimiziranje rizika na radnom mestu.

2.3. Identifikacija zainteresovanih strana

Zainteresovane strane su pojedinci, grupe ili organizacije koje mogu uticati ili mogu biti pogođene aktivnostima organizacije u vezi sa bezbednošću i zdravljem na radu (1). Identifikacija zainteresovanih strana je prvi korak u procesu upravljanja njihovim interesima i uticajem. Ovaj proces omogućava organizaciji da prepozna ključne interese i zabrinutosti, razvije strategije za upravljanje ovim interesima, osigura transparentnost i poboljša komunikaciju i saradnju sa zainteresovanim stranama.

Nakon identifikacije zainteresovanih strana, organizacija treba da analizira njihove interese i uticaj na svoje aktivnosti. Ova analiza podrazumeva razumevanje potreba i očekivanja svake zainteresovane strane, kao i načina na koji oni mogu uticati na organizaciju ili biti pogođeni njenim aktivnostima.

Zaposleni, kao najdirektnije pogođeni učesnici, imaju snažan interes za održavanje visokih standarda bezbednosti. Njihova svest o potencijalnim rizicima i spremnost da se pridržavaju zaštitnih mera direktno utiču na nivo sigurnosti u radu. Kvalitetna zaštitna oprema, redovne obuke i jasno definisani protokoli predstavljaju osnovne zahteve radnika, jer su upravo oni svakodnevno izloženi izazovima rada na gradilištu. Finansijski sektor kompanije ima značajan uticaj jer raspoređuje budžet, uključujući sredstva namenjena za bezbednost i zdravlje na radu. Ako dođe do nedovoljnih ulaganja u ovu oblast, to može dovesti do povećanja rizika od nesreća, prekida rada ili pravnih problema. S druge strane, odgovorno finansijsko upravljanje omogućava kontinuirano unapređenje bezbednosnih mera, čime se dugoročno smanjuju potencijalni troškovi i negativni efekti po poslovanje. Sektor bezbednosti i zdravlja na radu igra ključnu ulogu u osiguravanju da sve aktivnosti budu usklađene sa zakonskim regulativama. Njihova

odgovornost obuhvata implementaciju zaštitnih mera, praćenje uslova rada i organizovanje obuka za zaposlene. Efikasno sprovođenje ovih aktivnosti direktno doprinosi smanjenju broja povreda i rizika na radnom mestu. Najviši menadžment ima stratešku ulogu u postavljanju prioriteta i donošenju odluka koje se odnose na bezbednost na radu. Njihova posvećenost ovoj oblasti ključna je za uspeh programa zaštite na radu. Ako menadžment prepozna važnost kontinuiranog unapređenja bezbednosnih standarda, to doprinosi stvaranju kulture sigurnosti u kompaniji i povećava zadovoljstvo zaposlenih.

Sa eksterne strane, investitori imaju značajan interes u očuvanju visokih standarda bezbednosti jer loši rezultati u ovoj oblasti mogu negativno uticati na reputaciju i finansijsku stabilnost kompanije. Očekivanja investitora su usmerena na transparentnost u vezi sa primenom bezbednosnih mera i na smanjenje rizika od povreda i nesreća. Inspektori rada igraju važnu ulogu u ocenjivanju usklađenosti kompanije sa zakonodavstvom. Njihove posete i inspekcije mogu otkriti nepravilnosti koje bi mogle rezultirati kaznama ili privremenim zatvaranjem gradilišta, što direktno utiče na poslovanje. Kompanija je stoga obavezna da se pridržava svih zakonskih propisa kako bi osigurala sigurnost zaposlenih i izbegla moguće pravne posledice. Podizvođači, koji su često angažovani na projektima, imaju važan uticaj na nivo bezbednosti na gradilištu. Njihovo ponašanje i pridržavanje propisa o bezbednosti direktno utiču na sigurnost celokupnog gradilišta. Stoga je važno da kompanija obezbedi jasne smernice i redovne obuke za podizvođače kako bi se izbegli potencijalni rizici. Dobavljači, koji obezbeđuju opremu i materijale, takođe igraju važnu ulogu u održavanju standarda bezbednosti. Kvalitet zaštitne opreme i alata direktno utiče na bezbednost radnika na gradilištu. Loš kvalitet materijala može povećati rizik od nesreća, te je od suštinske važnosti da kompanija sarađuje sa pouzdanim dobavljačima koji mogu garantovati isporuku kvalitetne opreme.

2.4. Definisanje politike bezbednosti i zdravlja na radu

Prema standardu ISO 45001, politika bezbednosti predstavlja temelj za integraciju bezbednosnih i zdravstvenih praksi u sve aspekte poslovanja organizacije.

Politika bezbednosti i zdravlja na radu definiše obaveze organizacije u vezi sa bezbednošću i zdravljem na radu, postavlja ciljeve i pruža smernice za kreiranje sigurnog radnog okruženja. Dobra politika pomaže u smanjenju rizika od povreda i bolesti, povećava produktivnost i unapređuje reputaciju organizacije (6). Efikasna politika treba da bude usklađena sa specifičnim potrebama i kontekstom organizacije kako bi bila adekvatno implementirana i održana (1).

Ključnu ulogu u definisanju i sprovođenju politike bezbednosti i zdravlja na radu igra samo rukovodstvo kompanije. Rukovodstvo treba da obezbedi potrebne resurse, postavi jasne ciljeve i pruža kontinuiranu podršku u svim fazama implementacije. Uključivanje zaposlenih u proces definisanja i implementacije politike može značajno poboljšati njenu efikasnost.

2.5. Identifikacija opasnosti i ocenjivanje rizika i prilika

Evropsko i nacionalno zakonodavstvo predviđa obavezu sprovođenja procene rizika za svako radno mesto, kao i primenu mera za sprečavanje ovih profesionalnih rizika. Standard zahteva od organizacije da uspostavi, implementira i održava procese, kao deo svog sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu, kako bi obezbedila identifikaciju opasnosti i procenu rizika bezbednosti i zdravlja na radu.

Identifikacija opasnosti predstavlja prvi korak u procesu upravljanja rizicima. Ovaj proces podrazumeva prepoznavanje svih potencijalnih izvora opasnosti u radnom okruženju koji mogu izazvati povrede, bolesti ili oštećenje imovine.

Ocenjivanje rizika podrazumeva procenu verovatnoće ostvarenja opasnosti i ozbiljnosti njihovih posledica. Ovaj proces omogućava organizacijama da kvantifikuju rizike i utvrde prioritete za njihovo upravljanje. Prema ISO 45001, ocenjivanje rizika mora biti sistematično, transparentno i prilagođeno specifičnim uslovima organizacije (1).

Za potrebe ocene rizika korišćena je KINNEY metoda gde se nivo rizika definiše kao proizvod verovatnoće, učestalosti i posledica nastanka. Ovo rangiranje predstavlja osnovu za upravljanje rizicima i sprovođenje odgovarajućih mera.

2.6. Obuka zaposlenih

Organizacije su obavezne da obezbede adekvatnu obuku za sve zaposlene koji mogu uticati na ispunjenje ciljeva sistema bezbednosti i zdravlja na radu (1). Kontinuirana edukacija u ovoj oblasti unapređuje bezbednost na radu i doprinosi smanjenju rizika, prevenciji nesreća i stvaranju pozitivne kulture bezbednosti. Obuka i edukacija omogućava zaposlenima da razumeju osnovne principe, prepoznaju i upravljaju rizicima, pravilno koriste zaštitnu opremu, reaguju na hitne situacije i doprinose kulturi bezbednosti.

Kroz organizovanje obuka za zaposlene nastoji se da zaposleni budu upoznati sa svim opasnostima i štetnostima na radnom mestu, sa svim posledicama, merama koje se preduzimaju u cilju njihove zaštite ali i merama u skladu sa kojima zaposleni moraju da postupaju.

2.7. Interne provere i preispitivanje od strane rukovodstva

Interne provere i preispitivanje od strane rukovodstva su ključne komponente za očuvanje efikasnosti sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu. Interne revizije su veoma dobar alat za unapređenje sistema upravljanja, ali i cele organizacije.

Standard zahteva uspostavljanje procesa, nudi više smernica za procenu usklađenosti uzimajući u obzir njegovu učestalost i metode, i stavlja veći naglasak na praćenje kontinuiranog poboljšanja (7). Ovi procesi omogućavaju organizacijama da sistematski procene i unaprede svoje prakse, identifikuju potencijalne nedostatke i prilike za poboljšanje, te time osiguraju kontinuitet i poboljšanje bezbednosti na radu.

Da bi se u okviru kompanije dosegao određeni standard u pogledu merenja efikasnosti primenjenih mera u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu definisani su različiti

indikatori. Ovi indikatori omogućavaju sagledavanje statusa kompanije u odnosu na konkurenciju i doprinose boljem pozicioniranju u procesima prekvalifikacije i učešća na tenderima. Identifikovani indikatori preformansi u kompaniji niskogradnje su:

1. Ispravnost opreme za rad, alata, mašina i uređaja;
2. Broj izvršenih obuka za bezbedan i zdrav rad koji zaposleni imaju obavezu da pohađaju;
3. Povrede na radu, profesionalna oboljenja i bolesti vezane za rad;
4. Nošenje ličnih zaštitnih sredstava i praćenje ponašanja zaposlenih na gradilištu;

3. ZAKLJUČAK

ISO 45001 pruža sveobuhvatan okvir za upravljanje bezbednošću i zdravljem na radu, a njegovo usvajanje može značajno poboljšati radne uslove u građevinskoj industriji, koja se suočava sa specifičnim rizicima.

Ključne koristi od korišćenja standarda uključuju smanjenje incidenata na radnom mestu, ojačanu posvećenost rukovodstva proaktivnom poboljšanju performansi i stvaranje kulture zdravlja i bezbednosti, pri čemu se zaposleni podstiču da preuzmu aktivnu ulogu u ovoj oblasti (8). Unapređenje radnih uslova kroz primenu ISO 45001 može dovesti do povećanja ukupne produktivnosti kompanije.

Smanjenje broja povreda i nesreća omogućava radnicima da obavljaju svoje zadatke efikasnije, dok poboljšanje bezbednosnih procedura može smanjiti prekide u radu i troškove povezane sa povredama i nesrećama.

4. LITERATURA

- [1] International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Retrieved from ISO.
- [2] Osama, M., Nishan, N., & Shash, A. Y. (2022). Integration of ISO 45001 for Health and Safety Applications in the L'Oréal Cairo Plant. In Engineering Design Applications IV: Structures, Materials and Processes (pp. 191-203). Cham: Springer International Publishing.
- [3] Savić, D. (2022). Referentni model za rangiranje nivoa bezbednosti i zdravlja na radu u mikro i malim građevinskim preduzećima (Doctoral dissertation, University of Novi Sad (Serbia)).
- [4] Małysa, T., Nowacki, K., & Lis, T. (2017). The correlation between structure of employment and accidents at work in metallurgical enterprises. METAL 2017 - 26th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 2017-January, 2244-2249.
- [5] Solano-Martos, J. F., Cano-Iglesias, M. J., & Canero-Nieto, J. M. (2019). The new challenges of the Manufacturing Industry applying the norm ISO 45001: 2018.
- [6] Jørgensen, K. M., & Nielsen, K. R. (2016). Stakeholder management and the implementation of ISO 45001: A case

study. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), 22(3), 333-341.

[7] Karanikas, N., Bruschi, K., Brown, S., Carmichael, J., & Weber, D. (2021). Transitioning from the AS/NZS 4801: 2001 to AS/NZS ISO 45001: 2018 standard on Occupational Health and Safety Management Systems: The process, challenges and expected benefits. Journal of Health, Safety and Environment, 37(1), 61-71.

[8] Ewertowski, T. (2019). Just culture as a useful tool for the organizations in the context of ISO 45001: 2018 standard implementation. Human Factors in Contemporary Organizations, 95-103.

Kratka biografija:



Lončar Ana rođena je u Beogradu 1999. godine. Diplomski rad odbranila je na Fakultetu bezbednosti Univerziteta u Beogradu, 2022 godine.

Kontakt: loncar.anaa05@gmail.com

PRIMENA SKALA SUBJEKTIVNOG PROSUĐIVANJA U ERGONOMIJI TOPLOTNE SREDINE**APPLICATION OF SUBJECTIVE JUDGMENT SCALE IN THE ERGONOMICS OF THE THERMAL ENVIRONMENT**

Sunčica Vasiljević, Miodrag Hadžistević *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – Inženjerstvo zaštite na radu

Kratak sadržaj – *Ergonomija, prilagođavanje radnih zadataka i radne sredine radnicima, uključuje upravljanje mikroklimatskim parametrima za smanjenje toplotnog stresa. Individualni faktori značajno utiču na toplotni komfor, što je primarni problem pri određivanju uslova koji zadovoljavaju većinu zaposlenih. Iz tog razloga, razvijene su subjektivne skale prosuđivanja za brzu procenu zadovoljstva toplotnim uslovima radne sredine, prema međunarodnom standardu ISO 10551. Cilj je prikazati primenu ovih skala u realnoj radnoj sredini i uporediti rezultate sa objektivnim merenjima. Anketiranje zaposlenih u konkretnom primeru pokazalo je nezadovoljstvo koje je znatno veće od očekivanog na osnovu objektivnih merenja mikroklimatskih uslova, ukazujući na potrebu za boljom organizacijom rada. Kombinacija subjektivnih i objektivnih metoda omogućava sveobuhvatnu procenu i donošenje relevantnih odluka za unapređenje zdravlja i energetske efikasnosti. Definisanje standardizovanih skala i njihova obavezna primena može doprineti stvaranju globalne baze podataka, podržavajući dalja istraživanja i razvoj regulative.*

Cljučne reči: *Ergonomija, Mikroklimatski parametri, Toplotni stres, Toplotni komfor, Skale subjektivnih procena, Radna sredina*

Abstract – *Ergonomics, the adaptation of work tasks and environments to employees, encompasses the management of microclimatic parameters to mitigate thermal stress. Individual factors significantly influence thermal comfort, presenting a primary challenge in establishing conditions that satisfy the majority of employees. Subjective assessment scales have been developed for rapid evaluation of satisfaction with the thermal conditions of the work environment, in accordance with the international standard ISO 10551. The aim is to demonstrate the application of these scales in a real work environment and to compare the results with objective measurements. In the specific case, employee surveys indicated dissatisfaction significantly greater than expected based on objective measurements of microclimatic conditions, highlighting the need for better work organization. The combination of subjective and objective methods allows for a comprehensive assessment and the making of relevant decisions to improve health and energy efficiency. The definition and mandatory application of standardized scales can contribute to the creation of a global database, supporting further research.*

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miodrag Hadžistević, red. prof.

Keywords: *Ergonomics, Microclimatic parameters, Thermal Stress, Thermal Comfort, Scales of subjective assessments, Working environment*

1. UVOD

Kada govorimo o ergonomiji toplotne sredine, razmatramo metode i alate razvijene u cilju obezbeđivanja „zdravog rada“ u sredinama u kojima su zaposleni izloženi ili mogu biti izloženi toplotnom diskomforu, kao i njihovu adekvatnu primenu u praksi. Na pojavu diskomfora i postizanje stanja toplotnog komfora utiču mnogobrojni faktori, koji se najčešće grupišu u 6 osnovnih parametara podeljenih u dve grupe. Prva grupa podrazumeva faktore sredine i to temperaturu vazduha, relativnu vlažnost vazduha, brzinu strujanja vazduha i srednju temperaturu zračenja, dok druga grupa podrazumeva lične faktore: intenzitet metabolizma i toplotnu izolaciju odeće [1, 2]. Toplotni komfor jeste termin vezan za čovekov subjektivni osećaj, gde svest zaključuje da li su dostignuti uslovi toplotnog komfora ili diskomfora i definiše se kao stanje svesti čoveka kojom izražava zadovoljstvo termoregulacijom organizma u svim delovima tela [1, 3]. U stabilnom toplotnom okruženju, toplotnim komforom se može smatrati odsustvo neugodnosti.

Toplotni komfor direktno utiče na opšti osećaj ugodnosti, zdravlje, radnu sposobnost i kvalitet i kvantitet rada zaposlenih [2]. Pojava diskomfora može dovesti do osećaja iscrpljenosti, smanjenja radne sposobnosti i pojave grešaka u radu, što dalje povećava rizik od nastanka povreda na radu. Kao što ne postoji potpuno ili 100 % bezbedan rad, tako se ne može obezbediti ni 100 % ugodna sredina koja će u potpunosti odgovarati svim zaposlenima, a što najviše zavisi od intenziteta metabolizma i ličnih preferencija zaposlenih o uslovima mikroklimе. Najzad, pri definisanju toplotnog komfora, ugodnom sredinom smatra se ona sredina koju najmanje 80 % ispitanika smatra prijatnom [2]. Imajući u vidu fiziološke mehanizme čoveka, vrstu fizičkog rada, kao i ostale parametre mikroklimе – utvrđene su optimalne i maksimalne ili minimalne vrednosti temperature vazduha u radnoj sredini. U tom smislu, u ovom radu ćemo razmatrati relevantne propise u zakonodavstvu Republike Srbije.

Adekvatni uslovi mikroklimе propisani su kao konkretne vrednosti i za obezbeđivanje takvih uslova koriste se objektivne metode u ergonomiji toplotne sredine, kao npr. direktno merenje parametara mikroklimе ili PMV i PPD pokazatelji (za merenje nivoa toplotnog zračenja), koji svi predviđaju prosečne mikroklimatske uslove za toplotni

komfor ili prosečan nivo toplotnog stresa koji radnik trpi u opštem slučaju. Međutim, u praksi se pokazalo da se konkretni slučajevi često razlikuju od opštih slučajeva, na šta najviše utiču lični faktori toplotnog komfora, te je izuzetno važno dobijene podatke dopuniti direktnim određivanjem subjektivnog osećaja radnika o tome kako toplotni uslovi radne okoline utiču na njih. Subjektivne procene generalno, ne samo u ergonomiji toplotne sredine, imaju svojih prednosti ali i mana. Prednosti se ogledaju u jednostavnosti primene, brzini, praktičnosti i niskim troškovima, dok sa druge strane najveći nedostatak se uočava u nedostatku objektivnosti dobijenih rezultata i pitanju njihove validnosti. U cilju utvrđivanja koliko su ovi podaci značajni sprovedena je procena toplotnog komfora i toplotnog opterećenja zaposlenih paralelnim direktnim merenjem uslova radne okoline i određivanjem subjektivnog osećaja zaposlenih primenom skala subjektivnog odlučivanja definisanih standardom ISO 10551:2019.

2. ERGONOMIJA TOPLOTNE SREDINE – PROPISI U ZAKONODAVSTVU REPUBLIKE SRBIJE

Čovek je u radnoj sredini neretko ograničen u adaptaciji na mikroklimatske uslove, te je potrebno definisati odgovarajuće norme mikroklimе. U Republici Srbiji ovo je regulisano Pravilnikom o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad na radnom mestu (Sl. Glasnik RS, br. 21/09 i 1/19) koji daje tabelu normativa za temperaturu, relativnu vlažnost i brzinu strujanja vazduha u radnim prostorijama, odnosno propisuje optimalne i dozvoljene vrednosti za zimski, letnji i prelazni period, tj. za vrednosti temperature ispod 5 °C, iznad 15 °C i između 5 i 15 °C. Normativi su takođe dati za različite vrste rada: lak, umereno težak i težak fizički rad. Obezbeđivanje uslova mikroklimе u datim granicama propisano je kao obaveza poslodavca, osim na radnim mestima na kojima je uslovljena tehnološkim procesom (PR1). Kao mera za kontrolu radnih uslova propisana su prethodna i periodična ispitivanja uslova mikroklimе i to odredbama Pravilnika o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline (Sl. Glasnik RS, br. 15/23). Pored parametara mikroklimе ispituju se i hemijske, fizičke i biološke štetnosti i osvetljenost. Pa se tako u okviru fizičkih štetnosti mogu vršiti ispitivanja toplotnog zračenja. Ispitivanja se vrše na mestima gde se zaposleni kreću ili zadržavaju duže od dva sata u toku radne smene, najmanje na jednom mernom mestu na svakih 100 m² površine radne prostorije i pri spoljnoj temperaturi ispod 5 °C za zimski period i iznad 25 °C za letnji period. Ispitivanja se vrše u skladu sa propisima domaćeg zakonodavstva, zatim tehničkim propisima i standardima.

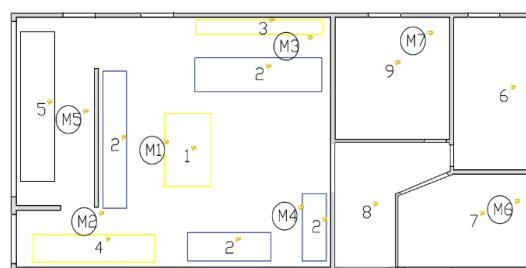
Obaveza poslodavca da obezbedi propisane uslove mikroklimе jasno je definisana samo za radna mesta gde uslovi radne sredine nisu uslovljeni tehnološkim procesom, što na drugim mestima potencijalno ostavlja radnike bez adekvatne zaštite. Za umeren rad, za zimski i prelazni period temperatura mora biti u granicama između 15 i 28°C, dok za letnji period mora biti maksimalno do 28 °C. Široke granice mogu rezultirati uslovima koji su neadekvatni za specifične potrebe radnika. Takođe, optimalne temperature u radnoj sredini utvrđene su kao uske granice, npr. Kanadski centar za bezbednost i zdravlje

na radu navodi da su optimalne temperature za rad u zimskom periodu od 20 do 23.5 °C i od 23 do 26 °C u letnjem periodu. Dakle, iako u granicama propisanog – radni uslovi mogu biti daleko od optimalnog. Pored toga, usklađivanje mikroklimatskih uslova dodatno otežava i nepostojanje jasno definisanih termina lak, umeren i težak fizički rad, niti se poslodavci upućuju na odgovarajuće propise gde se isti definišu. Dalje, kada razmotrimo odredbe o ispitivanju uslova radne okoline, prvi potencijalni problem se uočava kod broja mernih mesta po jedinici površine, npr. u jednoj prostoriji do 100 m² mogu postojati različiti uslovi mikroklimе pri čemu će jedni biti optimalni, dok drugi mogu biti van granica dozvoljenih. Pored toga, pravilnik ne postoji dovoljno preciznih smernica o tehničkim propisima i standardima za merenje mikroklimatskih uslova, što može dovesti do nesigurnosti u primeni i tumačenju propisa.

3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je sprovedeno u restoranskom delu jedne firme, površine oko 45 m², u letnjem periodu, odnosno pri temperaturi vazduha iznad 25 °C. U istraživanju je učestvovalo 32 zaposlenih, 11 muškaraca i 21 žena, koji obavljaju poslove na radnim mestima poslovođa restorana, kuvar, pripremač namirnica i viši referent za poslove kasira, a koja su sva utvrđena kao radna mesta sa povećanim rizikom usled povišene temperature u letnjem periodu i povišenih toplotnih zračenja. Na Slici 1 data je šema prostora sa označenim mernim mestima (M1-M7). Zaposleni se konstantno kreću kroz ceo prostor, a vrata unutar prostora postoje samo pri ulazu u deo označen br. 6.

Ispitivanje mikroklimе i toplotnih zračenja sprovedeno je na sedam mernih mesta, korišćenjem instrumenta za merenje temperature, vlažnosti i strujanja vazduha, toplotnog zračenja, intenziteta osvetljenosti i nivoa buke „Multinotm“, tip MI 6201, proizvođač „METREL“ Slovenija. Prilikom ispitivanja vršeno je merenje temperature, relativne vlažnosti vazduha, brzine strujanja vazduha i nivoa toplotnog zračenja koji je izažen preko PMV pokazatelja.



Slika 1. Šema objekta gde je vršeno istraživanje

PMV pokazatelj (eng. *Predicted Mean Vote*) predstavlja predviđenu srednju vrednost zadovoljstva toplotnim uslovima, a razvijen je na osnovu istraživanja u kome je oko 1300 ispitanika ocenjivalo svoj subjektivni osećaj toplotne ugodnosti [1]. Na osnovu poznatog PMV pokazatelja možemo izračunati predviđen procenat nezadovoljnih toplotnim uslovima, odnosno PPD pokazatelj (eng. *Predicted Percentage Dissatisfied*). Primena ovih pokazatelja utvrđena je standardom ISO 7730:2005 - ergonomija toplotne sredine: analitičko utvrđivanje i interpretacija toplotnih komfora korišćenjem

proračuna PMV i PPD pokazatelja i lokalnih kriterijuma komfora.

Ispitivanje subjektivnog osećaja zaposlenih izvršeno je primenom ankete, pri čemu su pitanja formirana u skladu sa principima definisanim standardom ISO 10551:2019: Ergonomija fizičke sredine – Skale subjektivnog prosuđivanja za ocenjivanje fizičke sredine i to na sledeći način:

1. Skala percepcije (I): „Kako se osećate u toplotnom smislu?“; sedmobodovna dvopolna skala od -3 (veoma hladno) do +3 (veoma toplo), nulta tačka je 0 (komforno);
2. Skala evaluacije (II): „Šta za vas taj osećaj predstavlja? Ocenite toplotni komfor“; četvorobodovna jednopolna od 0 (prijatno), +1 (blago neprijatno), +2 (neprijatno) do +3 (veoma neprijatno);
3. Skala preferencije (III): „Kako biste voleli da se osećate?“; sedmobodovna dvopolna skala od -3 (mnogo hladnije) do +3 (mnogo toplije), nulta tačka je 0 (bez promene);
4. Skala prihvatljivosti (IV): „Uzimajući u obzir isključivo vaš subjektivni osećaj, da li je mikroklima na vašem radnom mestu prihvatljiva?“; eksplicitni da/ne odgovor;
5. Skala tolerancije (V): „Na osnovu prethodnog odgovora, ocenite vaš nivo tolerancije datih uslova okoline“; jednopolna skala, od nulte tačke „potpuno prihvatljivo“, tri stepena jačine poteškoća u prihvatljivosti do „potpuno neprihvatljivo“.

Anketa je sprovedena anonimno i na matenjem jeziku zaposlenih. Pored pitanja koja predstavljaju skale subjektivnog prosuđivanja, anketa je uključila i subjektivnu procenu trenutne temperature vazduha. Podaci su analizirani primenom frekvencijskih metoda, χ^2 testa za jednu varijablu, Pirsonovog χ^2 testa i analize koleracija. Frekvencijski metod je primenjen sa ciljem da se ispita učestalost kategorija odgovora na pojedinačna pitanja, dok je χ^2 test za jednu varijablu primenjen sa ciljem da se ispita postojanje statistički značajnih razlika u učestalosti kategorija odgovora na pojedinačna pitanja. Pirsonov χ^2 test je primenjen sa ciljem da se ispita povezanost između kategorija dva različita. Korelaciona analiza je sprovedena sa ciljem da se ispita povezanost između pitanja definisanih skalom i subjektivne procene trenutne temperature

4. REZULTATI I ANALIZA REZULTATA

U tabeli 1 prikazani su rezultati merenja mikroklimatskih parametara i nivoa toplotnog zračenja. Utvrđeno je da se na dva merna mesta, M1 i M3, javljaju temperature iznad dozvoljenih vrednosti, kao i povećano toplotno zračenje izraženo preko PMV pokazatelja.

Tabela 1. Rezultati merenja uslova radne okoline

	Temperatura vazduha [°C]		Rel. vlažnost vazduha [%]		Brzina strujanja vazduha [m/s]		Toplotno zračenje [PMV]	
	Izmerena	Maks. dozv.	Izmerena	Maks. dozv.	Izmerena	Maks. dozv.	Izmerena	Maks. dozv.
Merno mesto M1	29,9	28	51,3	55	0,32	0,7	+0,8	±0,7
Merno mesto M2	27,2	28	49,7	57	0,09	0,7	/	±0,7
Merno mesto M3	28,6	28	45,2	55	0,09	0,7	+1,4	±0,7
Merno mesto M4	27,5	28	55,8	56,3	0,09	0,7	0,5	±0,7
Merno mesto M5	27,3	28	27,2	56,8	0,31	0,7	/	±0,7
Merno mesto M6	26,5	28	57,4	58,8	0,12	0,7	/	±0,7
Merno mesto M7	26,8	28	57,8	58	0,13	0,7	/	±0,7
* Prosečna vrednost	27,68	/	/	/	/	/	+0,9	/

Navedena problematična merna mesta predstavljaju deo prostorije gde se nalaze direktni izvori toplotnog zračenja – roštilj i rerna. Prvo pitanje koje se postavlja jeste – ako se u skladu sa propisima obezbedi dovoljan broj mernih mesta, što je u ovom slučaju jedno merno mesto – da li će se tako obezbediti relevantan prikaz radnih uslova. Dalje, ako bismo posmatrali „prosečne uslove“, srednja vrednost temeprature iznosi 27,68 °C i iako u granicama dozvoljenog, nalazi se veoma blizu maksimalne dozvoljene temeprature. Što se tiče nivoa toplotnog zračenja, najviša izmerena vrednost PMV pokazatelja je 1,4, dok prosečna vrednosti iznosi 0,9 – što je iznad dozvoljenih vrednosti. Možemo još uočiti da je izmerena brzina strujanja vazduha na svim mernim mestima niska. Najviša izmerena vrednost je 0,32 m/s, dok je maksimalna dozvoljena vrednost za date uslove 0,7 m/s, što može poslužiti pri određivanju mera za poboljšanje uslova.

U tabeli 2. prikazani su rezultati anketiranja zaposlenih o subjektivnom osećaju toplotnog komfora. Svi anketirani zaposleni su odgovorili na sva pitanja. Većina ispitanika pripada starosnoj dobi između 31 i 45 godina (50 %) i starosnoj dobi između 51 i 55 godina (31,25 %). Razlika u učestalosti muških i ženskih ispitanika u uzorku nije statistički značajna, kao ni povezanost kategorija starosti i pola ispitanika. Najzastupljenije starosne kategorije su statistički značajno češće prisutne u uzorku. Statistički značajno veći broj ispitanika navodi da im je veoma toplo (40,63 %) ili toplo (31,25 %), u odnosu na broj ispitanika koji navode da im je malo toplo (12,50 %), neutralno (6,25 %) ili malo hladno (9,38 %). Samo 9,38 % ispitanika navodi da im je temperatura u prostoru prijatna, dok njih 90,62 % navodi da im je neprijatno u određenom stepenu, pri čemu nisu identifikovane statistički značajne razlike između učestalosti kategorija neprijatnosti.

Tabela 2. – Rezultati anketiranja

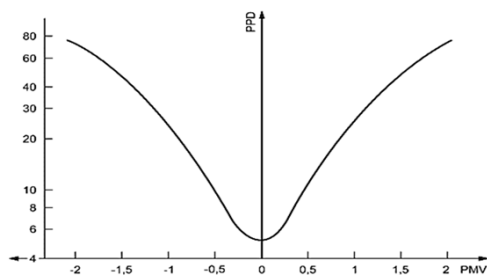
Red. br.	Starost ispitanika	Pol ispitanika	Pretpostavljena temperatura	Skale subjektivnog prosuđivanja				
				I	II	III	IV	V
1	21-25	m	23	1	0	0	da	0
2	31-35	m	35	3	3	-2	ne	3
3	31-35	m	34	2	3	-2	ne	2
4	31-35	m	20	-1	1	2	da	1
5	31-35	m	25	2	1	-1	da	1
6	31-35	m	25	0	0	0	da	0
7	31-35	ž	35	3	3	-2	ne	3
8	36-40	m	32	3	3	3	ne	0
9	36-40	m	23	-1	1	-1	da	0
10	36-40	ž	37	3	3	-2	ne	3
11	36-40	ž	33	2	3	-2	ne	3
12	36-40	ž	32	3	3	-2	ne	3
13	41-45	ž	23	-1	1	1	da	0
14	41-45	ž	30	3	3	-2	da	3
15	41-45	ž	25	2	2	1	ne	2
16	41-45	ž	29	3	2	-2	ne	3
17	41-45	ž	32	2	2	-2	ne	2
18	46-50	ž	30	3	3	-2	ne	3
19	46-50	ž	35	2	2	1	ne	2
20	46-50	ž	24	0	0	0	da	0
21	51-55	m	25	2	1	-1	da	1
22	51-55	m	28	1	1	-1	da	1
23	51-55	m	29	1	1	-2	da	1
24	51-55	ž	25	3	1	-1	da	1
25	51-55	ž	30	2	1	-2	da	2
26	51-55	ž	33	2	2	-2	ne	1
27	51-55	ž	30	1	1	-1	ne	2
28	51-55	ž	30	3	2	-1	ne	3
29	51-55	ž	33	2	2	-1	ne	2
30	51-55	ž	30	2	3	-1	ne	2
31	56-60	ž	31	2	3	-1	ne	3
32	60+	ž	30	2	2	-2	ne	2

Dalje, statistički značajno veći broj ispitanika navodi da bi želeli da je u prostoriji hladnije (75,0 %) u odnosu na ispitanike koji navode da ne bi želeli promenu (9,38 %) ili da bi želeli da u prostoriji bude toplije (15,36 %). Rezultati odgovora na pitanje koje se odnosi na skalu prihvatljivosti (skala IV) ukazuju da nema statističkih značajnih razlika između ispitanika kojima je temperatura prihvatljiva (40,62 %) i ispitanika kojima temperatura nije prihvatljiva (59,38 %). Dakle, iako je zaposlenima toplo i u odgovarajućem stepenu im nije prijatno – uslovi radne

okoline su im prihvatljivi. Ovde se najviše može uočiti razlika kada se donosi odluka šta su optimalne, a šta granične zone toplotnog komfora. Statistički značajno više ispitanika (81,25 %) navodi da temperatura nije u potpunosti podnošljiva u odnosu na broj ispitanika koji navodi da je temperatura potpuno podnošljiva (18,75 %).

Pretpostavljene temperature se statistički značajno ne razlikuju od izmerenih vrednosti temperature. Pretpostavljena temperatura ostvaruje statistički značajne korelacije pozitivnog smera i umereno do visokog intenziteta sa više izraženim osećajem toplote i neprijatnosti usled toplote i umerenog do visokog intenziteta sa više izraženim osećajem toplote i neprijatnosti usled toplote. Takođe, pretpostavljena temperatura ostvaruje statistički značajne korelacije negativnog smera i umerenog do visokog intenziteta sa preferencijom da temperatura treba da bude bez promene ili viša u radnom okruženju kao i sa prihvatljivošću temperature u radnom okruženju.

Najzad, standardom ISO 10551 u delu koji se odnosi na sugestiju za obradu podataka, navodi se da aritmetička sredina odgovora na pitanje skale evaluacije (skala I) predstavlja PMV pokazatelj, što je u ovom slučaju 1,78, a što je više od maksimalno izmerenog PMV pokazatelja. Na Grafiku 1. prikazana je relacija PPD pokazatelja u odnosu na PMV pokazatelja, a koja je data u Standardu ISO 7730.



Grafikon 1. Zavisnost PPD u odnosu PMV

Na osnovu poznate relacije možemo utvrditi predviđen procenat nezadovoljnih za srednju izmerenu vrednost PMV, maksimalnu dozvoljenu PMV i vrednost dobijenu u subjektivnim ispitivanjima (Tabela 3). Iz navedenog možemo videti da je na osnovu subjektivnih ispitivanja predviđen procenat nezadovoljnih 65 % što je znatno više u odnosu na objektivne procene.

Tabela 3. Vrednosti PPD u odnosu na PMV

PMV	Srednja izm. vrednost	Maks. izm. vrednost	Maks. dozvoljena vrednost	Vrednost dobijena u subj. ispitivanju
PPD [%]	0,9	1,4	0,7	1,78
	23	48	18	65

Visok nivo nezadovoljstva toplotnim komforom u odnosu na očekivani u datom okruženju može ukazivati na razne probleme: npr. neadekvatna objektivna merenja uslova radne okoline, neadekvatna primena i tumačenje subjektivnih procena, generalno nezadovoljstvo radnika u organizaciji, nepoverenje radnika (neiskreni odgovori) i drugi. Sa druge strane, PMV i PPD pokazatelji svedoče da se subjektivne procene mogu objektivizovati. Postoje istraživanja gde su se za pojedinačne objekte, upotrebom novih digitalnih tehnologija odredili „reprezentativni odnosi“ između parametara mikroklimе i toplotnog osećaja zaposlenih, odnosno kada je sistemu poznat stepen toplotnog senzibiliteta, on može podesiti parametre

mikroklimе tako da se dobije vrednost PMV pokazatelja koja će odgovarati željenom osećaju. Drugim rečima, primenom subjektivnih procena kreiran je „individualni“ PMV pokazatelj za dato okruženje.

5. ZAKLJUČAK

Prednosti primene skale subjektivnog prosuđivanja podrazumevaju jednostavnost, brzinu i praktičnost. Skale se lako konstruišu i koriste u skladu sa uputstvima iz ISO 10551 standarda, ne zahtevaju dodatnu opremu, a rezultati se dobijaju brzo. Takođe, uvažavanje mišljenja zaposlenih može poboljšati zadovoljstvo i atmosferu na radnom mestu generalno. Međutim, njihov glavni nedostatak je nedostatak objektivnosti i pitanje validnosti rezultata. Iako subjektivnost može biti mana, to se može opravdati jer je cilj ovih skala da procene subjektivne osećaje zaposlenih, koji ne isključuju upotrebu objektivnih metoda već ih dopunjuju, posebno u poboljšanju radnih uslova. Takođe, primena subjektivnih procena može ukazati na određene probleme čije bi otkrivanje moglo biti propušteno primenom samo objektivnih metoda merenja. Pitanje validnosti podataka ostaje otvoreno. Ispitivači moraju biti obučeni u statističkoj analizi da bi osigurali pouzdanije zaključke i razumeli povezanost subjektivnih i objektivnih podataka. Za to su potrebna teorijska i metodološka znanja, kao i svest o potencijalnim pristrasnostima. Kompetentan i motivisan tim ispitivača je od ključnog značaja za validnost podataka. Uključivanje skale subjektivnog prosuđivanja u ergonomiju toplotne sredine i dokumentovanje istraživanja doprinosi razvoju stručne zajednice i boljem razumevanju kompleksnosti istraživanja u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. Fokus na individualne faktore i korišćenje naprednih tehnologija može značajno unaprediti radne uslove i povećati zadovoljstvo zaposlenih. Uspostavljanjem adekvatne relacije između datih mikroklimatskih uslova radne ili druge okoline i toplotnog zadovoljstva i preferencija grupe pojedinaca, moglo bi omogućiti individualni pristup u podešavanju parametara mikroklimе i bolje iskorišćenje energetske resursa.

5. LITERATURA

- [1] Anonim. 2005, ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria
- [2] Parsons K. 2014. Human thermal environments: the effect of hot, moderate and cold environments on human health, comfort, and performance, 3rd ed. New York.
- [3] Bojić Ž. 2018, Uticaj parametara mikroklimе, buke i osvetljenja na toplotni komfor u radnoj sredini, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, doktorska disertacija, Novi Sad.
- [4] Anonim. 2019 ISO 10551:2019 Ergonomics of the physical environment — Subjective judgement scales for assessing physical environments



Sunčica Vasiljević rođena je 1996. godine u Loznicima. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka završila je 2020. godine na smeru Inženjerstvo zaštite na radu. Od iste godine zaposlena je u Narodnoj banci Srbije u Odseku za bezbednost i zdravlje na radu.

REŠAVANJE PROBLEMA UKLANJANJA SUSPENDOVANIH MATERIJIA IZ OTPADNE VODE FABRIKE RECIKLAŽE GUME**THE SOLUTION TO THE PROBLEM OF REMOVING SUSPENDED SOLIDS FROM THE WASTEWATER OF THE RUBBER RECYCLING FACTORY**

Branislava Ćulibrk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U radu se istražuje problem uklanjanja suspendovanih materija iz otpadne vode fabrike za reciklažu gume. Teorijski deo se temelji na analizi postojeće literature, dok se istraživački deo fokusira na analizi uzorka otpadne vode iz fabrike. U uvodu su prikazane osnovne karakteristike otpadne vode, koje se definišu njenim fizičkim i hemijskim karakteristikama, kao i prisustvo suspendovanih materija i njihov uticaj na kvalitet otpadne vode. Rad detaljno opisuje materijale i metode korišćene za uklanjanje ovih materija. Na kraju su predstavljeni i analizirani rezultati laboratorijskih ispitivanja, čime se potvrđuju efikasnost i primenljivost predloženih rešenja.

Cljučne reči: Otpadna voda, suspendovane materije, koagulacija, JAR test.

Abstract – The paper presents a viable solution of the problem of removal of suspended solids from wastewater generated by a rubber recycling factory. The theoretical part of the research is based on existing literature, whereas the experimental part is based on the analysis of a wastewater sample taken from the factory. Firstly, the basic characteristics of wastewater, which are defined by its physical and chemical characteristics, the presence of suspended solids and their influence on quality of the collected wastewater are described. The paper shows a detailed overview of the materials and methods used to remove these pollutants. The final results of the laboratory experiments were adequately analyzed and presented, confirming the effectiveness and applicability of the proposed solutions.

Keywords: Wastewater, suspended solids, coagulation, JAR test.

1. UVOD

Guma je elastični polimer čija je primena zastupljena najviše u domaćinstvu i industrijskom sektoru. Shodno tome, prethodnih godina, širom sveta otvorile su se fabrike za reciklažu gume. Metode recikliranja guma se primenjuju u velikom broju zemalja [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivana Mihajlović, vanr. prof.

Otpadne auto gume su specifična vrsta otpada koju stvaraju sve vrste vozila koje učestvuju ne samo u drumskom i transportnom saobraćaju, već i u poljoprivrednim delatnostima. Sa sve većim brojem vozila, odlaganje guma postalo je svetski problem. Istrošene gume se često odlažu na neadekvatnim odlagalištima ili divljim deponijama u životnoj sredini. Rešavanje problema otpadnih guma, odnosno pneumatika, predstavlja u isto vreme ekološko rasterećenje, kao i energetski i ekonomski potencijal. Industrija reciklaže guma igra ključnu ulogu u smanjenju zagađenja i održivom upravljanju otpadom, međutim, ona generiše značajne količine otpadne vode tokom obrade starih pneumatika. Nastala otpadna voda se karakteriše visokim koncentracijama suspendovanih materija koje mogu sadržati teške metale, ugljovodonike i druge štetne supstance [2]. Prisustvo nastalih polutanata može izazvati zagađenje vodnih resursa, uticati na biodiverzitet i ugroziti zdravlje lokalnih zajednica. S druge strane, efikasno uklanjanje suspendovanih materija iz otpadne vode predstavlja izazov kako za specijalizovana postrojenja koja vrše reciklažu guma, tako i za lica zadužena za bezbednost i zdravlje na radu i zaštitu životne sredine. Shodno tome, od izuzetne je važnosti da se sprovedu efikasne mere upravljanja i prečišćavanja otpadnih voda kako bi se smanjila koncentracija suspendovanih materija i njihov negativni uticaj na životnu sredinu. Za potrebe istraživačkog dela rada uzet je uzorak otpadne vode iz fabrike za reciklažu gume i izvršeno je uklanjanje suspendovanih materija primenom koagulantata aluminijum-sulfata. U radu su opisane korišćene metode i materijali. Rezultati laboratorijskih ispitivanja i zaključci proistekli iz istih su prikazani u nastavku.

2. KARAKTERISTIKE OTPADNIH VODA FABRIKE RECIKLAŽE GUME

Otpadne vode mogu se, najopštije, definisati kao iskorišćene vode. Otpadne vode iz fabrike reciklaže gume predstavljaju značajan ekološki izazov, jer sadrže različite zagađujuće supstance koje mogu imati negativan uticaj na životnu sredinu. Značajne količine otpadnih voda koje nastaju iz ove industrije su toksične, i odlikuju se intenzivnom bojom, niskom pH vrednošću, visokom koncentracijom suspendovanih materija, niskom hemijskom potrošnjom kiseonika i niskom biološkom potrošnjom kiseonika. Usled ovih karakteristika raste i na značaju prečišćavanje otpadnih voda koja potiče iz industrije prerade gume. Otpadna voda ove industrije sadrži zagađujuće supstance sa visokim sadržajem azota,

uključujući i druge organske materije, šećere, proteine, lipide, azote i dodatna jedinjenja, posebno sulfate i teške metale [3].

Karakteristike i parametri koji opisuju kvalitet vode mogu se klasifikovati na: fizičke, hemijske i biološke [4]. Glavne fizičke karakteristike otpadnih voda su sadržaj čvrstih materija, boja, miris i temperatura. Ukupne čvrste materije u otpadnoj vodi sastoje se od nerastvorljive ili suspendovane čvrste materije i rastvorljivih jedinjenja rastvorenih u vodi. Između 40% i 65% čvrstih materija u prosečnoj otpadnoj vodi je suspendovano. Hemijske karakteristike otpadne vode odnose se na sastav i koncentraciju različitih hemijskih supstanci prisutnih u vodi nakon njenog korišćenja. Hemijske karakteristike obuhvataju sadržaj neorganskih, organskih materija i isparljivih organskih jedinjenja (VOC – eng. *Volatile Organic Compounds*), pH vrednost, alkalnost [4].

3. METODE UKLANJANJA SUSPENDOVANIH MATERIJAL IZ OTPADNE VODE

Voda je nezamenljiv resurs i neophodna sirovina u različitim industrijskim procesima, gde je primenu našla kao tehnička voda za pranje različitih komponenata procesa, slično tome se u prehrambenoj industriji koristi i kao sirovina, potom kao izvor energije u energetici, za komunalne potrebe i dr. U slučajevima gde otpadna voda može da dospe do izvora pijaće vode se zakonom definišu zahtevi za kvalitet i kvantitet ispuštenih otpadnih voda u vodotok. Shodno tome su od velikog značaja svi procesi obrade otpadne vode kojom se uklanjaju čvrste suspendovane, organske i neorganske hemijske supstance i mikroorganizmi. U praksi su najčešće korišćene metode za uklanjanje suspendovanih materija: koagulacija, flokulacija, flotacija, biološka oksidacija, filtracija i elektrohemijske metode.

3.1. Koagulacija

Koagulacija/flokulacija je poznata kao jedan od najefikasnijih procesa koji može ukloniti većinu suspendovanih koloidnih materija iz otpadne vode formiranjem flokula [9]. Proces koagulacije ima suštinsku funkciju u tretmanu otpadnih voda za rekultivaciju ili uklanjanje zagađujućih materija. Proces koagulacije/flokulacije je glavni fizičko-hemijski metod koji se koristi u prečišćavanju industrijskih otpadnih voda za smanjenje koloidne zamućenosti i suspendovanih čvrstih materija. Prema prethodnim studijama, 40% organskih materija i azota bi se moglo ukloniti iz otpadnih voda metodom koagulacije. Koagulacija je proces u kome suspendovane čestice formiraju sedimente sudaranjem sa ostalim česticama, što rezultuje daljim formiranjem aglomerata i na kraju dovodi do formiranja nerastvorljivog aglomeratnog kompleksa. U nekoliko vrsta istraživanja, doza koagulant, vreme taloženja i pH su glavni faktori koji određuju uklanjanje zagađujućih materija iz otpadne vode. Ovi faktori će dovesti do optimalnih uslova u JAR testu [5]. Ova tehnika je ekonomična i jednostavna. Ipak, prepreke su niska efikasnost, proizvodnja mulja i potreba za dodatnim stepenom naknadnog tretmana, tj. sedimentacija [6].

4. PRIMENA KOAGULANATA U UKLANJANJU SUSPENDOVANIH MATERIJAL IZ VODE

Postoji nekoliko tipova koagulanata koji se koriste u tretmanu otpadnih voda i oni mogu biti organski, neorganski, sintetički materijali ili prirodni koagulanti. Međutim, svaki tip koagulant ima svoja jedinstvena svojstva sa pozitivnim jonima, čiji je zadatak da zarobe negativno naelektrisane organske materije u vodu koja uzrokuje zamućenje [7]. Generalno, koagulanti su polimeri ili polielektroliti sa velikom molekulskom masom koja čine flokule jačim, većim i lakšim za taloženje [5]. Najširu primenu kao sredstva za koagulaciju imaju soli aluminijuma i gvožđa: aluminijum-sulfat, gvožđe (II)-sulfat i gvožđe (III)-hlorid.

4.1. Koagulant aluminijum-sulfat

Aluminijum-sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) je koagulant za hemijski tretman pijaćih i otpadnih voda u fazi koagulacije i nalazi se u obliku kristala, bele do sivkaste boje. Primenu je našao i u proizvodnji boja, u industriji tekstila, industriji papira, kao i u poljoprivredi. Kada se aluminijum sulfat doda u vodu, on hidrolizuje, formirajući pahulje koje vežu nečistoću, omogućavajući njihovu lakšu sedimentaciju ili filtraciju [6]. U radu je za uklanjanje suspendovanih materija iz otpadne vode fabrike za reciklažu guma korišćen upravo ovaj koagulant.

5. MATERIJAL I METODE

Istraživački deo rada zasnivao se na variranju različitih parametara koji mogu da utiču na efikasnost koagulacije tokom primene aluminijum-sulfata. Takođe, analizirani su i osnovni fizičko-hemijski parametri otpadne vode, pre i nakon prečišćivača.

Uzorak otpadne vode iz fabrike reciklaže gume uzet je u aprilu 2024. godine. U uzorcima otpadne vode analizirani su sledeći fizičko-hemijski parametri: temperatura, pH vrednost, elektroprovodljivost, rastvoreni kiseonik, salinitet, saturacija, ukupni suvi ostatak, suspendovane materije, HPK i BPK₅.

Materijali i instrumenti koji su korišćeni u okviru ovog eksperimenta su:

1. koagulant aluminijum-sulfat;
2. WTW multiparametarski uređaj Multi 3320;
3. Addista LCK114 test kivete;
4. HACH DR5000 UV-VIS spektrofotometar;
6. uređaj za vakum filtraciju;
7. analitička vaga;
8. JAR test.

JAR test je laboratorijski instrument koji se koristi prilikom koagulacije u cilju uklanjanja suspendovanih materija iz otpadne vode. Rezultati JAR test-a pokazuju efikasnost tretmana u smislu uklanjanja suspendovanih materija i smanjenja organskih/neorganskih parametara [8]. JAR test je jednostavan i brz način simulacije procesa koagulacije i određivanja optimalnih uslova za izvođenje procesa. Uređaj je prikazan na Slici 1. Na proces koagulacije utiču sledeći parametri: doza koagulant, temperatura, pH vrednost, početna koncentracija polutanata [9]. Variranjem ovih parametara optimizuje se proces koagulacije.



Slika 1 – JAR test aparatura

6. REZULTATI I DISKUSIJA

Kroz istraživački deo rada određeni su osnovni fizičko-hemijski parametri otpadne vode primenom WTW multiparametarskog uređaja Multi 3320, kao i određivanje ukupnog suvog ostatka i suspendovanih materija primenom metoda EPA 160.3 i EPA 160.2. Prilikom analize otpadne vode je ustanovljeno da suspendovane materije, HPK i BPK₅ predstavljaju najveće izazove za prečišćavanje našeg uzorka otpadne vode. Na osnovu prirode samih parametara, HPK i BPK₅, ustanovljeno je da uklanjanjem suspendovanih materija bi se njihove vrednosti optimizovale. Za uklanjanje suspendovanih materija je primenjen JAR test pri čemu su rađene tri varijacije parametara, gde je odgovarajuća masa koagulant aluminijum-sulfata dodata u uzorak. Nakon procesa koagulacije, se uzorak taložio 30 minuta i ponovo je određen ukupni suvi ostatak.

6.1. Uticaj zapremine uzorka na uklanjanje suspendovanih materija

Prvi slučaj podrazumevao je primenu konstantne koncentracije koagulant aluminijum-sulfata od 0,5 g/l. Za svaki program koristila se različita zapremina: u prvom programu zapremina uzorka otpadne vode je bila 300 ml, u drugom 350 ml, a u trećem 400 ml, kako bi se definisala zapremina uzorka za ispitivanje procesa uklanjanja suspendovanih materija. Primenom JAR test-a u ovom slučaju najbolje se pokazao prvi program, odnosno zapremina uzorka od 300 ml.

6.2. Uticaj brzine mešanja pri uklanjanju suspendovanih materija

Kako se zapremina uzorka od 300 ml pokazala kao najoptimalnija za korišćen JAR test uređaj, u drugom slučaju za sva tri programa koristila se konstanta zapremina uzorka od 300 ml, konstantna koncentracija koagulant od 0,5 g/l i varirale su brzine mešanja uzorka. U prvom programu brzina mešanja je iznosila 300 rpm (*eng. rounds per minute; srp. obrtaja u minuti*), u drugom 400 rpm, a u trećem programu 500 rpm. Primenom JAR testa, brzina mešanja od 500 rpm, pokazala se kao najefikasnija za uklanjanje suspendovanih materija, pri konstantnoj zapremini i konstantnoj koncentraciji koagulant.

6.3. Uticaj mase koagulant pri uklanjanju suspendovanih materija

U trećem slučaju, koristila se zapremina uzorka od 300 ml, ali su koncentracije koagulant aluminijum-sulfata bile

različite (0,50 mg/l, 0,75 mg/l i 1,00 mg/l). U tabeli 1 su prikazani rezultati uklanjanja suspendovanih materija primenom odabranog koagulant, pri konstantnoj zapremini od 300 ml i 500 rpm. Primenom JAR test-a, utvrđeno je da je najefikasnije uklanjanje suspendovanih materija iz otpadne vode bilo pri koncentraciji koagulant aluminijum-sulfata od 0,50 mg/l.

Tabela 1 – Prikaz rezultata primene $Al_2(SO_4)_3$ tokom procesa koagulacije ($V_{uzorka}=300\text{ ml}, 500\text{ rpm}$)

Koncentracija $Al_2(SO_4)_3$ (mg/l) korišćena tokom koagulacije	Ukupni suvi ostatak pre koagulacije (mg/l)	Ukupni suvi ostatak nakon koagulacije (mg/l)
0,50	1348	826
0,75		833
1,00		919

7. ZAKLJUČAK

Otpadne vode u fabrici reciklaže gume nastaju kao nusprodukt različitih industrijskih procesa koji se koriste za reciklažu i preradu starih automobilskih guma. Usled složenog sastava guma i procesa reciklaže, ove otpadne vode često sadrže širok spektar zagađujućih materija, koje zahtevaju specifične tretmane pre nego što se ispuste u životnu sredinu ili ponovo upotrebe. Suspendovane materije u otpadnoj vodi mogu sadržati različite vrste zagađujućih supstanci koje nastaju tokom procesa reciklaže, njihovo uklanjanje se vrši putem različitih metoda prečišćavanja, kao što su taloženje, filtracija, koagulacija i flotacija.

U ovom radu analiziran je proces uklanjanja ovih polutanata primenom JAR testa, prilikom kojeg je vršena optimizacija koncentracije primenjenog koagulant (aluminijum-sulfata), količine tretirane otpadne vode i brzine obrtaja mešanja. Eksperimentalnim radom i laboratorijskim ispitivanjima dokazano je da adekvatna koncentracija koagulant, uz pravilno odabrane uslove procesa (pH vrednost, doza hemikalija, vreme i brzina mešanja), omogućava postizanje visokog stepena efikasnosti uklanjanja suspendovanih materija.

Ovaj rad pruža značajan doprinos u oblasti zaštite životne sredine, posebno u industriji reciklaže guma, ukazujući na efikasnost koagulacije u tretmanu njihovih otpadnih voda. Na osnovu rezultata ovog istraživanja, može se zaključiti da primena aluminijum-sulfata kao koagulant predstavlja efektivan način rešavanja problema uklanjanja suspendovanih materija iz otpadnih voda u industriji reciklaže gume. Dalja istraživanja bi mogla uključiti ispitivanje drugih tipova koagulanata i njihovu kombinaciju s ciljem dodatnog povećanja efikasnosti procesa tretmana otpadne vode.

8. LITERATURA

- [1] Ullah, I., Naseer, M.N., Zaidi, A.A., Kumar, M., Rasool, U., Kim, B.; Research hotspots and development trends in the rubber industry wastewater treatment: a quantitative analysis of literature; Journal of Rubber Research (2023) 26:249-260.

- [2] Shen, X., Geng, C., Lv, B. Q., Xu, W., Xu, Y., Zhao, H. Z.; Tire pyrolysis wastewater treatment by a combined process of coagulation detoxification and biodegradation; Environmental Science and Ecotechnology; Vol 8, 2021.
- [3] Nasir, S., Lumban Gaol. E.R., Susanti, S., Medina, M., Mataram, A.; Treatment of Low – Strength Rubber Industry Wastewater Using a Combined Adsorbents and Membrane Technologies, Research Square, Vol 1, 2020.
- [4] Munter, R.; Industrial wastewater characteristics; Sweeden, 2003.
- [5] Sukmana, H., Bellahsen, N., Pantoja, F., Hodur, C.; Adsorption and coagulation in wastewater treatment-Review; Progress in Agricultural Engineering Sciences 17 (2021) 1, 49-68.
- [6] Obaideen, K., Shehata, N., Sayed, E.T., Abdelkareem, M.A., Mahmoud, M.S., Olabi, A.G.; The role of wastewater treatment in achieving sustainable development goals (SDGs) and sustainable guideline; Energy Nexus, Vol 7, 2022.
- [7] Tetteh, E.K., Rathilal, S.; Application of Organic Coagulants in Water and Wastewater Treatment.
- [8] Massoudinejad, M., Mehdipour-Rabori, M., Dehghani, M.H.; Treatment of natural rubber industry wastewater through a combination of physicochemical and ozonation processes; Journal of Advances in Environmental Health Research – December 2015.
- [9] Zhao, C., Thou, J., Yan, X., Yang, L., Xing, G., Li, H., Wu, P., Wong, M., Zheng, H.; Application of coagulation/flocculation in oily wastewater treatment: A review; Science of the Total Environment, 765, 2021.

Kratka biografija:



Branislava Čulibrk rođena je u Novom Sadu, 2000. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2023. godine iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine.

MERE ZAŠTITE OD POŽARA I PLAN EVAKUACIJE ZAPOSLENIH U PROJEKTNOM BIROU**FIRE PROTECTION MEASURES AND EVACUATION PLAN FOR EMPLOYEES IN THE PROJECT OFFICE**

Nikola Draško, Dragan Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE NA RADU

Kratak sadržaj – U okviru rada prikazana su Pravila zaštite od požara sa Planom evakuacije za potrebe projektnog biroa iz Novog Sada. U toku rada izvršen je proračun, kroz 4 etape, za vreme evakuacije u situaciji kada se zaposleni nalaze u kuhinji koja je najudaljenija od izlaza. Proračunom je dobijeno da vreme evakuacije od 178 sekundi predstavlja veoma povoljno vreme evakuacije i osigurava visok stepen bezbednost u slučaju požara. Takođe, sprovedeno je testiranje zaposlenih iz oblasti zaštite od požara pri čemu su svi zaposleni položili test.

Ključne reči: bezbednost, požar, zaštita od požara, alarmni sistemi, obuka zaposlenih, plan evakuacije.

Abstract – This paper presents Fire Protection Rules with an Evacuation Plan for the needs of a mechanical engineering design office in Novi Sad. The research involved a four-stage calculation to determine the evacuation time in a scenario where employees are located in the kitchen, the farthest point from the exit. The result, an evacuation time of 178 seconds, ensures a high level of safety in case of a fire. Importantly, all employees successfully completed the fire protection training, validating the effectiveness of the research.

Keywords: safety, fire, fire protection, alarm systems, employee training, evacuation plan.

1. UVOD

Statistika pokazuje da su požaru u našoj zemlji iz godine u godinu u ekspanziji i dešavaju se skoro svakodnevno, u svim delovima Republike Srbije i za sobom ostavljaju veliku materijalnu štetu, a neretko i ljudske žrtve. Sa aspekta bezbednosti, o požaru je neophodno govoriti kao ozbiljnom bezbedonosnom problemu. Zakonom je utvrđeno da će se Strategijom zaštite od požara stvoriti osnov za efikasniju zaštitu ljudi i materijalnih dobara. Osnovni cilj Strategije je stvaranje novih i unapređenje postojećih uslova za sveukupan privredni i socijalni napredak na bazi dugoročnog unapređenja zaštite od požara. Strategija ima za cilj i uvođenje zaštite od požara u sve druge stratezijske planove Republike Srbije, a samim tim i integraciju zaštite od požara u sve oblasti celovite strategije Republike Srbije, a kasnije u celokupnu politiku, program i sve razvojne planove i projekte [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Adamović, vanred.prof.

1.1 Razvoj požara kroz faze sa aspekta detekcije

Sa aspekta otkrivanja i dojava požara, rana faza razvoja požara se odvija kroz četiri faze. U samom početku žarište požara je malo i produkti sagorevanja su nevidljivi i to je tzv. „početna” ili „prvobitna faza”. Pojavom dima nastaje „faza tinjanja” koja rasplamsavanjem prelazi u „fazu gorenja” pri čemu se brzina razvoja požara naglo povećava. Daljim razvojem požara nastaje „toplotna faza”. Brzina kojom požar prolazi kroz navedene faze nakon nastanka zavisi od materijala koji gori. Prolazak kroz sve četiri faze može da se desi u deliću sekunde, ukoliko je u pitanju eksplozija ili da potraje nekoliko dana u tinjanju dok ne dođe do rasplamsavanja. Bez obzira na vreme razvoja, produkti sagorevanja koji se stvaraju u navedenim fazama su osnova za detekciju i dojavu požara [2].

2. SIGNALIZACIJA I DOJAVLJIVANJE POŽARA

Razvojem elektronike nastajali su i prvi sistemi za dojavu požara izrađeni u diskretnoj tehnologiji – klasični sistemi čiju su osnovu činili komparatori, releji, prekidači i čija se signalizacija zasnivala na diodnim matricama. Razvoj mikroprocesorske tehnologije, početkom osamdesetih godina prošlog veka uvodi novine i u klasične sisteme za dojavu, ne samo zbog usavršene tehnologije, nego i zbog sve većeg naglaska na programibilnosti pojedinih sistema, čime su sistemi dobili na brzini, pouzdanosti i modularnosti. Poslednji kvalitativni korak u realizaciji alarmnih sistema predstavljen je uvođenjem računara kao najvišeg hijerarhijskog nivoa u sistemu i centralnog mesta za signalizaciju, nadzor i upravljanje. Ovim sistemima za dojavu je pridružena računarska efikasnost obrade podataka i mogućnost pristupa alarmnim informacijama preko lokalnih računarskih mreža i Interneta [2].

2.1 Osnovne karakteristike i podela javljača požara

Pouzdana detekcija i dojava nastanka požara je osnovni zadatak zaštite od požara bilo da se radi o pravovremenoj evakuaciji ljudi iz objekta ili o upravljanju uređajima za gašenje. Javljači požara projektuju se tako da reaguju na dim, toplotu, plamen ili kombinaciju navedenih parametara. Nezavisno od toga koji će se javljač primeniti u konkretnom slučaju, najvažniji parametar koji određuje efikasnost dojava požara je ukupno vreme odziva javljača. Ukupno vreme odziva zavisi od sledećih vremenskih intervala: t_H – vreme pojave konkretne opasnosti; t_i – vreme prenosu produkata požara; t_g – vreme porasta požara; t_D – vreme odziva javljača i t_E – efektivno vreme odziva. Veza između navedenih vremena može se predstaviti kroz izraz:

$$t_P = t_H - (t_i + t_g + t_D + t_E) \quad (1)$$

gde je t_p preostalo-rezidualno vreme, koje je veće od nule, ali teži da bude jednako nuli. Detektore – javljače požara moguće je podeliti na različite načine i prema različitim kriterijumima. Osnovna podela javljača sa gledišta sistema za dojavu požara je prema načinu aktiviranja i to na: ručne javljače – javljače požara koje čovek aktivira i automatske javljače - javljače požara koji se automatski aktiviraju u skladu sa promenom parametara pojave koja se prati [2].

2. ORGANIZACIJA SISTEMA ZA DOJAVU POŽARA

Organizacija sistema za dojavu požara zavisi od upotrebljene tehnologije u sistemu i implicitno sadrži kriterijum koji je posledica primenjene tehnologije – adresibilnost sistema. Prisutna su dva osnovna tipa sistema za dojavu požara: klasični (konvencionalni, kolektivni, zonski) sistemi i adresibilni sistemi za otkrivanje i dojavu požara. Zajednička karakteristika konvencionalnih sistema za dojavu požara jeste organizacija javljača požara u dojavne zone – zone dojave požara, gde je kriterijum grupisanja javljača u zonu organizaciona ili konstruktivna celina u okviru objekta. U suštini, to znači da ovakav sistem prikuplja podatke i signalizira promene na nivou grupe javljača koji čine zonu koja u isto vreme predstavlja i prostornu celinu u okviru objekta. Suština podele na klasične i adresibilne sisteme leži u preciznosti lokalizacije požara. Kod klasičnih sistema jednu zonu dojave čini jedna „parica” sa više javljača i indikacija alarma je na nivou zone, dok kod adresibilnih sistema svaki javljač predstavlja jednu „zonu” dojave, te je indikacija alarma na nivou pojedinog javljača u sistemu čime je obezbeđena maksimalna preciznost lociranja nastanka požara [3].

2.1. Funkcionisanje sistema za dojavu požara

Komunikacija između javljača i svih ostalih uređaja koji su povezani na centralu za dojavu požara se kod klasičnih sistema obavlja na principu „prekida” gde svaka zona ulaskom u alarmno stanje prekida rad centrale signalom alarma. Sa druge strane, kod adresibilnih sistema, centrala za dojavu požara dobija informacije o stanju uređaja koji se nalaze u petlji cikličnim „prozivanjem” uređaja. Suština organizacije alarmiranja jeste u proverama koje su definisane programskom podrškom u centrali, odnosno da se alarm koji potiče od ručnog javljača ne proverava, dok se alarm koji potiče od automatskih javljača požara proverava radi minimiziranja broja lažnih alarmiranja. Provera pouzdanosti alarmne informacije se obavlja prvo na nivou sistema, a zatim obilaskom dežurnog osoblja prostorne celine odakle potiče alarmna informacija [3].

2.2. Prostorna organizacija sistema za dojavu požara

Prostor koji se nadgleda sistemom za dojavu požara deli se na područja koja se nazivaju sektori i zone. Podela na sektore i zone mora da se planira tako da se centar požara pronađe jednoznačno i brzo. Zona dojave kod klasičnih sistema je u suštini deo prostora koji se štiti i koji ima jedinstvenu indikaciju na centrali za otkrivanje i dojavu požara. Kod klasičnih sistema za dojavu požara zonu čine grupe javljača, dok kod adresibilnih sistema pojam zone se ne vezuje za jednoznačnu indikaciju na centrali nego za prostornu celinu radi lakše orijentacije. Kod klasičnih sistema zona, između ostalog, označava i pripadnost istoj liniji dojave, dok kod adresibilnih sistema zona najčešće

označava pripadnost istoj prostornoj celini. Zone dojave su područja na koja se primenjuju tehničke mere nadzora i ta područja moraju biti prostorno ili građevinski odvojena od područja na koje se te mere ne primenjuju. Podela područja se obavlja pomoću protivpožarnih zidova i podova [3].

2.3. Ispitivanje sistema za dojavu požara

Po završenoj instalaciji sistema za dojavu požara i kompletiranju uputstva za rukovanje i održavanje, potrebno je izvršiti testiranje sistema u okviru probnog rada. Posle završenog ispitivanja sistema izdaje se izveštaj o funkcionalnosti sistema za dojavu. Rezultati pregleda i ispitivanja se na propisanom obrascu upisuju u kontrolnu knjigu [4]. Evropski standard (EN 54-14) u delu koji se odnosi na ispitivanje i servisiranje sistema predviđa provere na dnevnom, mesečnom, kvartalnom i godišnjem nivou [5].

3. PRAVILA ZAŠTITE OD POŽARA - projektni biro

Obaveza izrade Plana evakuacije i uputstva za postupanje u slučaju požara utvrđena je na osnovu člana 28. stav 1. tačka 3. Zakona o zaštiti od požara. Pojam evakuacije, u smislu ovog Plana, predstavlja organizovani način napuštanja prostorija, pre nego što nastupi ugrožavanje života i zdravlja zaposlenih i drugih lica koja borave u objektu, što može izazvati vanredni događaj (požar), čije je nastajanje i posledice moguće predvideti [6].

3.1. Organizacija zaštite od požara

Kontrolu sprovođenja propisanih ili naloženih mera zaštite od požara i drugih poslova i zadataka propisanih Zakonom i drugim propisima u oblasti zaštite od požara, ovim Pravilima, a u skladu sa Zakonom, sprovodi zaposleni na poslovima i radnim zadacima – sistem administrator. Zaposleni koji neposredno radi na poslovima sprovođenja i organizovanja zaštite od požara neophodno je da najmanje ima visoko obrazovanje na studijama prvog stepena i položen stručni ispit. Za obavljanje poslova zaštite od požara projektni biro može ugovorom angažovati privredno društvo ili pravno lice koje ispunjava propisane uslove i ima ovlašćenje Ministarstva za obavljanje ovih poslova.

3.2. Obuka zaposlenih za zaštitu od požara

Obuka zaposlenih za zaštitu od požara vrši se, na osnovu Pravilnika o minimumu sadržine opšteg dela Programa obuke radnika iz oblasti zaštite od požara, putem osnovne i praktične provere znanja, koju je neophodno organizovati u roku ne dužem od 30 kalendarskih dana od dana zasnivanja radnog odnosa u firmi [7]. Provera znanja zaposlenih iz oblasti zaštite od požara sprovodi se jednom u tri godine. Zaposleni su dužni da prisustvuju obuci i proveru znanja iz oblasti zaštite od požara i da se u radu pridržavaju propisanih uputstava, upozorenja, zabrana, mera zaštite od požara, kao i da u slučaju požara pristupe gašenju istoga. Zaposleni u ovom projektnom birou su, prilikom izrade ovog radu, u svrhu provere njihovog znanja, radili test provere znanja iz oblasti zaštite od požara. Rezultati izvršene provere ukazuju na to da su svi zaposleni položili test, odnosno da su imali 20 ili više tačnih odgovora. Uvidom u testove može se zaključiti da su zaposleni prilikom popunjavanja testa najviše problema imali sa pitanjem pod rednim brojem 14, koje se odnosi na

način aktiviranja PP aparata. Nakon toga sledi pitanje pod rednim brojem 3 vezano za akt kojim se reguliše oblast ZOP u firmi. Zatim, na pitanje broj 25 koje je vezano za kaznene odredbe u slučaju neprisustvovanja obuci.



Grafikon 1. Prikaz broja netačnih odgovora na testu

3.3. Sredstva i oprema za dojavu i gašenje požara

Od mobilne opreme za gašenje požara, prisutna su tri protivpožarna aparata tipa CO₂:5 kg. Od stabilnih instalacija prisutan je jedan zidni hidrant. Takođe, instalirani su i sistem za automatsku dojavu požara i protivpanična rasveta.

3.4 Uputstvo za postupanje u slučaju požara

Svaki zaposleni koji primeti požar dužan je da glasnim uzvikivanjem reči „POŽAR“ upozori ostale o nastaloj situaciji i da proba da ga ugasi koliko je to moguće, bez opasnosti po sebe i/ili druga lica. U slučaju da zaposleni nije u mogućnosti da ugasi požar, dužan je da o požaru obavesti teritorijalnu vatrogasnu jedinicu na broj telefona „193“ i pruži im relevantne informacije o tome šta i gde gori i da li eventualno ima ugroženih lica. Takođe, neophodno je da odmah isključi električnu struju u objektu na glavnom razvodnom ormaru električne instalacije. Ukoliko nije moguće ugaziti početni požar, potrebno je pristupiti evakuaciji. Svi zaposleni (i druga lica koja se tu zateknu) treba da se bez panike upute prema evakuacionom izlazu. Prilikom evakuacije, potrebno je da zaposleni sa sobom ponesu neophodne stvari, ali samo ukoliko to ne ugrožava njihovu normalnu evakuaciju. Nakon izlaska iz objekta, zaposleni su dužni da se okupe na zbornom mestu – ispred zgrade na dovoljnoj udaljenosti (min. 15 m), radi prebrojavanja ljudi. Ukoliko se prilikom prebrojavanja utvrdi da neko nedostaje neophodno je bez odlaganja o tome obavestiti rukovodioca evakuacije. U slučaju pojave požara, svi prisutni su dužni da izvršavaju naloge i naredbe rukovodioca gašenja požara. Odgovorno lice je u obavezi da prilikom akcije gašenja požara i evakuacije, koordinira sa rukovodiocima organizacionih jedinica i donosi ključne odluke u zavisnosti od razvoja situacije.

3.5. Etape evakuacije

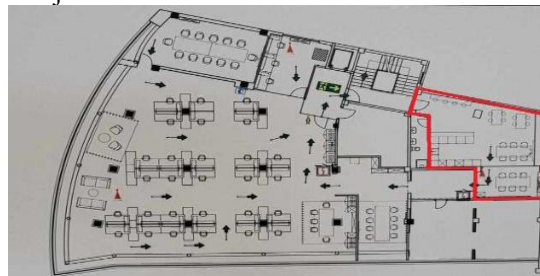
Sam postupak evakuacije, prema Pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu od požara stambenih i poslovnih objekata i objekata javne namene, sastoji se iz četiri etape: 1. etapa – od polaznog mesta (PM) do prvog izlaza (PI); 2. etapa – od prvog izlaza (PI) do etažnog izlaza (EI); 3. etapa – od etažnog izlaza (EI) do krajnjeg izlaza (KI) i 4. etapa – od krajnjeg izlaza (KI) do bezbednog mesta (BM).

Vreme evakuacije se računa na osnovu sledećeg izraza:

$$t_{ev} = \frac{L}{V} + t_z \quad [s] \quad (2)$$

gde je: t_{ev} – vreme evakuacije u sekundama; L – ukupna dužina puta u metrima; V – brzina kretanja osoba i t_z – projektovano vreme zadržavanja. Maksimalno dozvoljeno vreme za evakuaciju po etapama iznosi: 1. etapa < 30 s; 2. etapa < 60 s i 3. etapa < 180 s [8].

Za izračunavanje vremena evakuacije, u ovom slučaju korišćena je zajednička prostorija – kuhinja, kao jedna od najudaljenijih prostorija u kojoj se istovremeno može naći veći broj osoba.



Slika 1. Pozicija kuhinje u prostoru

Prva etapa evakuacije obuhvata kretanje iz početnog položaja (A), iz središnjeg dela kuhinje, kroz prolaz između kuhinje i kancelarijskog bloka, do kraja pomenutog prolaza (B). Maksimalan broj ljudi: $N = 20$; Širina izlaza: $B = 0,9$ m; Dužina puta: $L = 13$ m; Brzina kretanja: $V = 1,5$ m/s; Faktori usporavanja: nema; Vreme zadržavanja: $t_z = 8$ s / na svakih 10 lica (5 s zbog skretanja pod uglom koji je veći od 60° i 3 s zbog nailaska na suženje koridora koje je manje od 1 m).

$$t_{ev(1)} = \frac{13}{1,5} + 16 = 24,67 \approx 25 \quad [s] \quad (3)$$

Maksimalno vreme evakuacije u prvoj etapi iznosi 24,67 s, odnosno približno 25 s, što zadovoljava kriterijume za evakuaciju za ovu etapu, tj. ne prelazi granicu od 30 s.

Druga etapa evakuacije uključuje kretanje od tačke (B), prema izlaznim vratima iz velikog kancelarijskog bloka, kroz mali hodnik i druga vrata prema stepeništu (C). Maksimalan broj ljudi: $N = 32$; Širina izlaza: $B_{1,2} = 0,9$ m; Dužina puta: $L = 8$ m; Brzina kretanja: $V = 1,5$ m/s; Faktori usporavanja: nema; Vreme zadržavanja: $t_z = 8$ s / na svakih 10 lica (2 x 3 s zbog nailaska na suženje koridora koje je manje od 1 m (2 vrata) i 2 s za skretanje pod uglom koji je između 30° i 60°).

$$t_{ev(2)} = \frac{8}{1,5} + 32 = 37,33 \approx 37 \quad [s] \quad (4)$$

Maksimalno vreme evakuacije u drugoj etapi iznosi 37,33 s, odnosno približno 37 s, što zadovoljava kriterijume za evakuaciju za ovu etapu, tj. ne prelazi granicu od 60 s.

Treća etapa evakuacije uključuje kretanje od tačke (C), odnosno nailaska na stepenište, spuštanje niz stepenište do izlaska iz samog objekta, odnosno tačke (D) – krajnji izlaz iz objekta. Maksimalan broj ljudi: $N = 32$; Dužina puta: $L = 55$ m; Brzina kretanja: $V = 1,5$ m/s; Faktori usporavanja: 0,8; Vreme zadržavanja: $t_z = 15$ s / na svakih 10 lica (2 x 2 s zbog nailaska na stepenište (1,3 m je širina stepeništa), 5 s za skretanje pod uglom koji je veći od 60° i 2 x 3 s zbog nailaska na suženje koridora - vrata).

$$t_{ev(3)} = \frac{55}{1,2} + 60 = 105,83 \approx 106 \quad [s] \quad (5)$$

Maksimalno vreme evakuacije u trećoj etapi iznosi 105,83 s, odnosno približno 106 s, što zadovoljava kriterijume za evakuaciju za ovu etapu, tj. ne prelazi granicu od 180 s.

Četvrta etapa evakuacije uključuje kretanje od tačke (D) koja predstavlja konačan izlaz iz objekta, do tačke (E) koja predstavlja poziciju bezbednog mesta na udaljenosti od 15

m od samog objekta. Maksimalan broj ljudi: $N = 32$; Dužina puta: $L = 15$ m; Brzina kretanja: $V = 1,5$ m/s Faktori usporavanja: nema; Vreme zadržavanja: nema

$$t_{ev(4)} = \frac{15}{1,5} + 0 = 10 \text{ [s]} \quad (6)$$

Maksimalno vreme evakuacije u četvrtoj etapi iznosi 10 s što zadovoljava kriterijume za evakuaciju za ovu etapu.

Ukupno vreme koje je potrebno za evakuaciju u slučaju požara u najnepovoljnijem slučaju, odnosno ukoliko se osobe u trenutku evakuacije zateknu u kuhinji je 178 s, što u potpunosti zadovoljava kriterijume za evakuaciju za ovakav tip objekta. Ukupno vreme potrebno za evakuaciju računa se na osnovu sledećeg izraza:

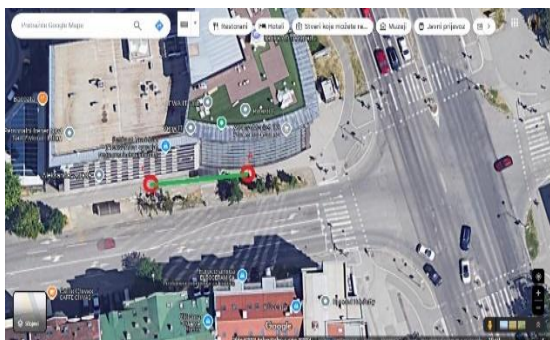
$$t_{ev} = \sum t_i \text{ [s]} \quad (7)$$

odnosno

$$t_{ev} = 25 + 37 + 106 + 10 = 178 \text{ [s]} \quad (8)$$



Slika 2. Koridor evakuacije (1., 2. i 3. etapa)



Slika 3. Koridor evakuacije – etapa 4

4. ZAKLJUČAK

Osnovna namena sistema za otkrivanje i dojavu požara jeste da korisniku što ranije da pouzdano upozorenje o nastanku požara da bi se izbegle ljudske žrtve i sačuvala imovina. Projektovanje ovih sistema predstavlja neizbežan kompromis između performansi sistema, kao što su vreme odziva sistema, vreme bezotkaznog rada, sklonost ka davanju lažnih alarma, raspoloživa tehnologija na jednoj strani i cene sistema na drugoj strani. Javljači požara projektuju se tako da reaguju na dim, toplotu, plamen ili kombinaciju navedenih parametara. Nezavisno od toga koji će se javljač primeniti u konkretnom slučaju, najvažniji parametar koji određuje efikasnost dojave požara je ukupno vreme odziva javljača. Izrada Pravila zaštite od požara utvrđena je na osnovu člana 28. Zakona o zaštiti od požara. Pravila zaštite od požara su izrađena za potreba projektnog biroa iz Novog Sada. U okviru Pravila zaštite od požara predstavljene su sledeće stavke: organizacija procesa rada u preduzeću, mere zaštite od požara, organizacija zaštite od požara, prava i obaveze kako rukovodioca tako i izvršilaca, obuka zaposlenih za zaštitu od požara, oprema za gašenje požara, uputstvo za postupak u slučaju požara i etape evakuacije. Prilikom

izrade ovog rada izvršena je provera znanja zaposlenih iz oblasti zaštite od požara. Rezultati izvršene provere znanja ukazuju na to da su svi zaposleni položili test, odnosno da su imali 20 ili više tačnih odgovora. Uvidom u testove može se zaključiti da su zaposleni prilikom popunjavanja testa najviše problema imali sa pitanjem koje se odnosi na aktiviranje protivpožarnog aparata, od testiranih 20 njih 13 je odgovorilo netačno na pomenuto pitanje. Poseban deo rada odnosi se na vreme koje je potrebno za evakuaciju iz jedne od najudaljenijih prostorija – kuhinje. U toku rada izvršen je proračun, kroz 4 etape, za vreme evakuacije u situaciji kada se zaposleni nalaze u kuhinji. Proračunom je dobijeno da vreme evakuacije predstavlja veoma povoljno vreme evakuacije i obezbeđuje visoku bezbednost u slučaju požara. Za ovo vreme je moguće bezbedno napustiti prostorije pre nego što se iste napune dimom. Ukupno vreme koje je potrebno za evakuaciju je 178 s, što u potpunosti zadovoljava kriterijume za evakuaciju za ovakav tip objekta. Bez obzira što se na osnovu proračuna dobije vreme evakuacije koje je povoljno za evakuaciju, postoje i vrata koja se ne koriste, odnosno koja su u trenutku izrade Plana evakuacije bila zaglavljena i neupotrebljiva, a vode direktno iz kuhinje na stepenište, a njihovom upotrebom bi se svakako dodatno skratilo vreme evakuacije, te je neophodna njihova popravka. Takođe, kako bi se evakuacija, mogla još efikasnije sprovesti potrebno je razmotriti i mogućnost postavljanja stepeništa izvan objekta, kako bi se dobila 2 koridora kretanja u toku evakuacije, te bi se time smanjilo i vreme potrebno za evakuaciju.

5. LITERATURA

- [1] http://prezentacije.mup.gov.rs/svs/HTML/strategija_za_stita_od_požara%2012-17.pdf (12. 07. 2024. godine)
- [2] Blagojević M. 2015. Alarmni sistemi.: Fakultet za zaštitu na radu u Nišu, Niš.
- [3] Blagojević M. 2018. Projektovanje sistema za dojavu požara.: Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš.
- [4] Erić M. 2017. Priručnik za kontrolisanje instalacija i uređaja za gašenje požara: AGM knjiga, Beograd.
- [5] EN 54-14 Part 14: Guidelines for planning, design, installation, commissioning, use and maintenance
- [6] Zakon o zaštiti od požara („Sl. Glasnik Republike Srbije” br. 111/2009, 20/2015, 87/2018 i 87/2018 – dr. Zakoni).
- [7] Pravilnik o minimumu sadržine opšteg dela Programa obuke radnika iz oblasti zaštite od požara („Službeni glasnik SRS”, broj 40 od 24. jula 1990).
- [8] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od požara stambenih i poslovnih objekata i objekata javne namene („Sl. Glasnik Republike Srbije” br. 22/2019).

Kratka biografija:



Nikola Draško, rođen u Zvorniku 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstvo zaštite na radu odbranio je 2024.god. kontakt: nikola_drasko@hotmail.com



Dragan Adamović, vanredni profesor na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Osnovne studije je završio na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu 2003. godine, a od 2005. je zaposlen na Fakultetu tehničkih nauka.

**РЕАЛИЗАЦИЈА ХАРДВЕРСКОГ И СОФТВЕРСКОГ РЕШЕЊА ЗА РЕГУЛИСАЊЕ
ТЕМПЕРАТУРЕ ПРОСТОРА КЛИМА КОМОРОМ****IMPLEMENTATION OF A HARDWARE AND SOFTWARE SOLUTION FOR ROOM
TEMPERATURE REGULATION USING AN AIR HANDLING UNIT**

Владимир Барјактаревић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – У раду је приказана реализација управљања клима комором за регулисање температуре у простору. Дат је значај и дефиниција система за управљање зградама. Описана је клима комора као најбитнији део система за климатизацију, грејање и хлађење, и њихов састав. Приказан је постојећи хардвер којим се управља. Описан је коришћени тип регулације температуре. Представљени су и образложени резултати регулације температуре простора клима комором.

Кључне речи: Системи за управљање зградама, грејање, вентилација и климатизација, клима комора, регулација температуре

Abstract – The paper presents control of an air handling unit for room temperature regulation. The significance and definition of building management systems are provided. The air handling unit, as the most important part of the heating, ventilation and air conditioning system, is described, including its composition. Existing air handling unit is shown. Used type of temperature regulation is described. The results of room temperature regulation using an air handling unit are presented and discussed.

Keywords: Building management systems, heating, ventilation and air conditioning, air handling unit, temperature regulation

1. УВОД

Људска жеља за удобношћу не стаје на вратима властитог дома или канцеларије. Она се протеже и на тржне центре, изложбене хале, спортске арене, фитнес центре, музеје, позоришта. Да би се одржали сви услови удобности, користи се много топлоте и електричне енергије у системима грејања, хлађења, санитарне воде, вентилације, климатизације, расвете [1].

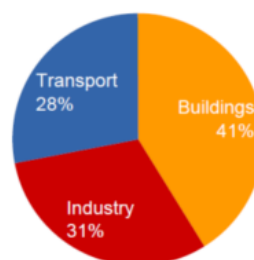
На слици 1 приказана је потрошња енергије у Европи. Зграде троше 41% енергије, више него саобраћај или индустрија.

Највећи потрошачи енергије у зградама су техничке инсталације и осветљење, који чине 40 до 60%

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Гордана Остојић, ред. проф.

укупних трошкова енергије. Реновирана зграда може смањити потрошњу енергије за више од 40% оптимизацијом перформанси њене опреме за грејање, вентилацију и климатизацију [1].



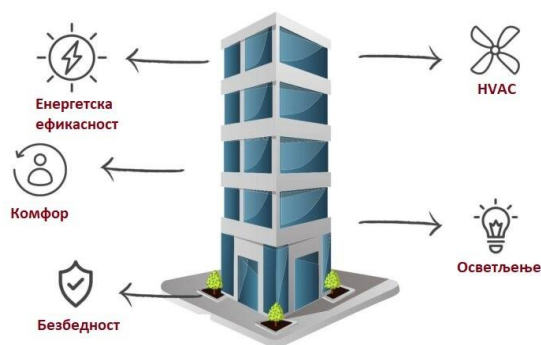
Слика 1. Потрошња енергије у Европи [1]

2. СИСТЕМИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ЗГРАДАМА

Систем управљања зградама (Building Management System, у наставку BMS) је рачунарски управљани систем инсталиран у зградама који надгледа и управља механичком и електричном опремом објекта, у системима као што су грејање, вентилација и климатизација, осветљење и електрични системи [2].

Предности коришћења BMS система:

- енергетска ефикасност,
- комфор
- безбедност,
- смањени оперативни трошкови,
- побољшана сигурност.



Слика 2. BMS системи

2.1. HVAC системи

Системи за грејање, вентилацију и климатизацију (Heating, Ventilation and Air Conditioning у наставку

HVAC) су срж комфора и енергетске ефикасности у зградама и индустријским објектима. Данас се сваки тип HVAC опреме, укључујући сензоре, вентиле, актуаторе, котлове, пећи, расхладне уређаје и друге периферне јединице, може интегрисати у систем управљања зградом како би се обезбедиле оптималне перформансе, максимална ефикасност и највеће уштеде енергије и оперативних трошкова. Правилно дизајниран и инсталиран HVAC и управљачки систем ће се брзо исплатити.

2.1.1. Клима комора

Када су у питању системи за грејање, вентилацију и климатизацију, клима комора је кључна компонента. Она је неопходна за одржавање квалитета ваздуха у затвореном простору, регулацију температуре и осигурање комфора у различитим окружењима, од стамбених кућа до комерцијалних зграда и индустријских објеката.

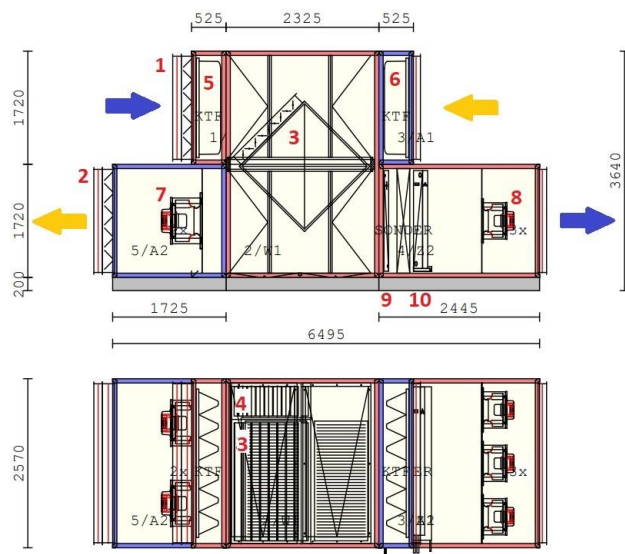
Клима комора је механички склоп дизајниран за третирање ваздуха и његово допремање у простор кроз систем канала. Њена примарна функција је да узима спољашњи ваздух, филтрира га, греје или хлади и затим дистрибуира до различитих делова зграде.

Клима коморе се могу састојати од различитих компоненти од којих свака има своју специфичну функцију. Неке од најчешће сретаних и често неопходних компонената за успешну регулацију жељених параметара су: вентилаторска секција, мешачка секција, рекуператорска секција, секција измењивача топлоте, овлаживачка секција, филтерска секција.

3. УПРАВЉАЊЕ КЛИМА КОМОРОМ

За део хале предвиђено је ваздушно грејање и хлађење каналима и опремом за дистрибуцију припремљеног ваздуха, тако да се обезбеди одржавање температуре у задатим границама.

Ваздух се припрема двосмерном, модуларном клима комором. На слици 3 је приказана конструкција клима коморе.



Слика 3. Конструкција клима коморе

Димензије су приказане у милиметрима. Стрелице означене плавом бојом показују смер свежег ваздуха, док је наранџастом бојом означен смер отпадног ваздуха.

Клима комора којом се управља се састоји од:

1. жалужине свежег ваздуха,
2. жалужине отпадног ваздуха,
3. плочастог рекуператора,
4. bypass жалужине,
5. филтера свежег ваздуха,
6. филтера на извлачењу ваздуха из простора,
7. вентилатора извлачења ваздуха из простора,
8. вентилатора упацивања вадзуха у простор,
9. грејача и
10. хладњака.

За жалужине свежег и отпадног ваздуха користи се једноставно on-off управљање.

Рекуператорска секција се састоји од две жалужине спрегнуте са истим вратилом. Једна жалужина је жалужина рекуператора, а друга жалужина bypass-а. Управљају се модулишућим сигналом са истим покретачем. Када је жалужина рекуператора потпуно отворена, bypass жалужина је потпуно затворена и обратно.

Грејање и хлађење се контролише трокраким и пролазним вентилом, са покретачима управљаним модулишућим сигналом.

3.1. Одабир управљачких уређаја

SIEMENS-ова серија Desigo PX модуларних контролера (слика 4) оптимизована је за управљање опремом везаном за управљање зградом. Омогућавају једноставну и економичну интеграцију система и компоненти других произвођача у систем управљања.

Овај контролер омогућава лако управљање алармима, временским планерима, као и праћење вредности у постројењима.



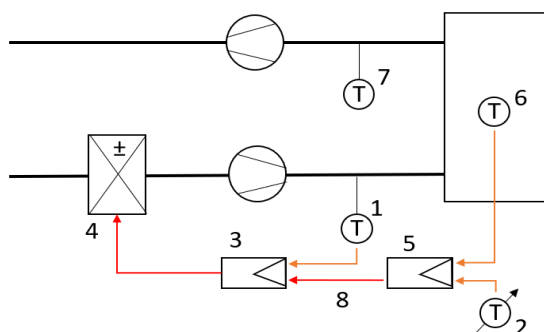
Слика 4. PXC200-E.D

3.2. Регулација температуре

За управљање клима комором коришћена је каскадна контрола температуре (слика 5). Користи се када у простору постоје велики извори топлоте који могу пореметити температуру простора која се жели одржавати у одређеним границама, или када се не користе други грејни елементи у простору.

Каскадна контрола температуре састоји се од два круга регулације. Први круг регулације састоји се од контролера температуре у простору (5), сензора температуре у простору (6) или сензора температуре ваздуха на каналу извлачења (7), задате вредности

температуре у простору (2) и задате вредности температуре на каналу убацивања (8). Други круг регулације састоји се од задате вредности температуре на каналу убацивања (8), сензора температуре на каналу убацивања (1), контролера температуре на каналу убацивања (3) и актуатора (4).

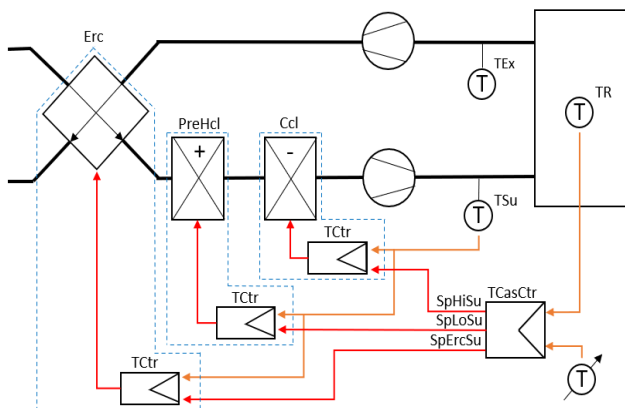


Слика 5. Каскадна контрола температуре

Контролер температуре у простору пореди вредности сензора температуре простора и задате температуре простора. На свом излазу контролер даје вредност задате температуре ваздуха на убацивању. Контролер температуре на каналу убацивања пореди вредности сензора температуре на каналу и задате температуре ваздуха на убацивању. Излаз другог контролера управља актуатором који је задужен за повећавање или смањивање температуре ваздуха.

У случају да нема одступања између вредности задате температуре у простору и сензора температуре у простору други контролер ће одржавати константну температуру ваздуха на каналу убацивања, добијену од стране првог контролера. Одступања између температуре ваздуха на каналу убацивања и задате вредности температуре убаченог ваздуха се детектују и исправљају од стране другог контролера, пре него што поремете температуру у просторији.

Пошто се температура ваздуха, коју даје клима комора, може мењати рекуператором Erc, грејачем PreHcl или хладњаком Ccl, на излазу контролера температуре у простору се налазе три вредности задате температуре ваздуха на убацивању, што се може видети на слици 6, на којој је приказана блок шема каскадне контроле температуре.



Слика 6. Блок шема каскадне контроле температуре управљане клима коморе

Рекуператор може бити у режиму грејања или режиму хлађења. За доношење те одлуке су битне

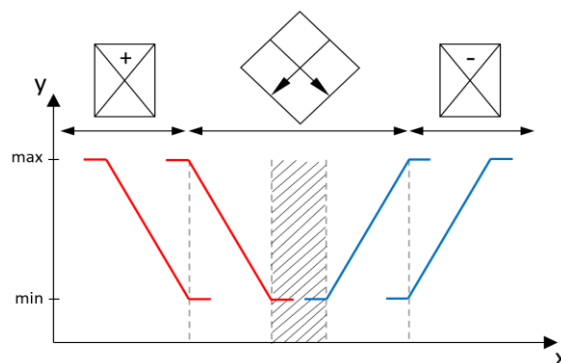
температура на каналу извлачења ваздуха и спољна температура. Уколико је температура на каналу извлачења мања од спољне, рекуператор може радити у режиму хлађења, што значи да ће одузимати топлоту од спољног ваздуха ваздухом извученим из просторије. Ако је температура на каналу извлачења већа од спољне температуре, рекуператор може редити у режиму грејања где ће загревати спољни ваздух са ваздухом извученим из просторије.

Да би уштеда енергије била што већа потребно је укључивати извршне елементе само када је то потребно. То се омогућава секвентним укључивањем.

На слици 7 је приказан секвентни дијаграм за управљање клима комором. На дијаграму се налази секвенца укључивања грејача, рекуператора и хладњака.

Излази контролера су приказани на у-оси, а температура на х-оси.

Када температура убаченог ваздуха падне испод доње границе неутралне зоне укључује се рекуператор, уколико је у моду грејања. Ако задата вредност температуре ваздуха није постигнута, а излаз контролера рекуператора је на максимуму, укључује се грејач.

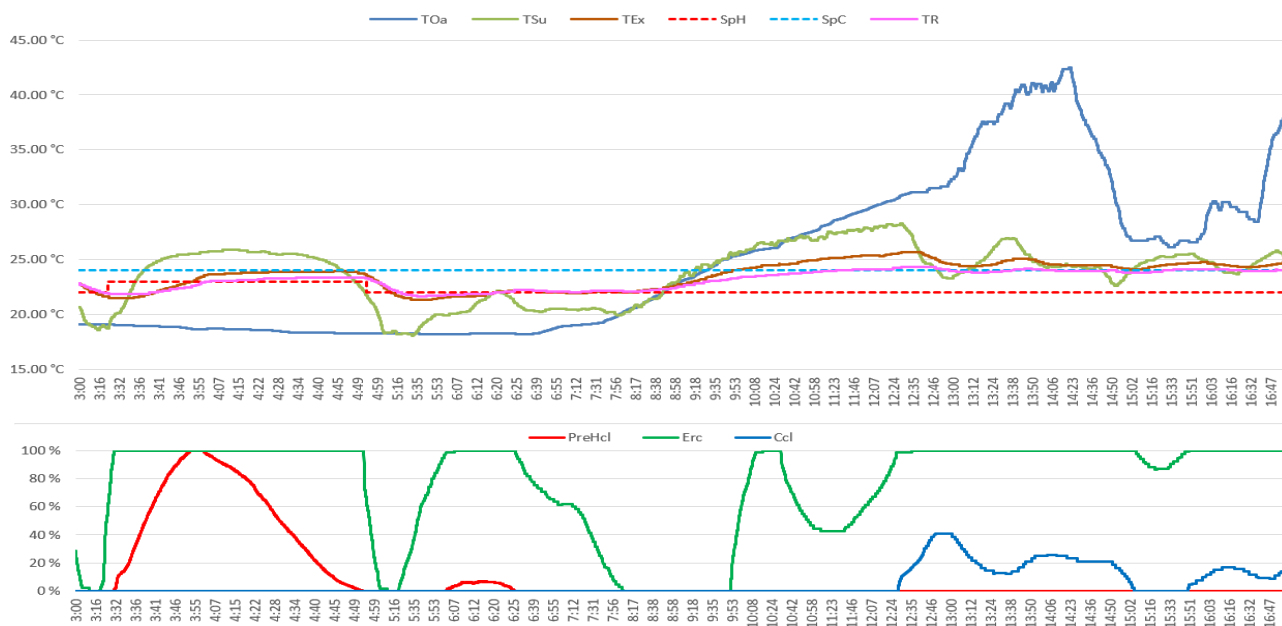


Слика 7. Секвентни дијаграм управљања клима комором

Слично, када температура ваздуха порасте преко горње границе неутралне зоне, уколико је рекуператор у моду хлађења, покушаће да охлади ваздух да би дошао до задате температуре убаченог ваздуха. Уколико задата вредност температуре није постигнута, а излаз контролера је у максимуму, контролер хладњака се укључује у регулацију.

Софтвер коришћен за управљање клима комором је структуриран и базиран према блок шеми каскадне регулације приказаној на слици 6. У софтверу је имплементирано секвентно управљање приказано на слици 7.

За програмирање PXC.ED серије контролера користи се програмски пакет Xworks Plus. CFC, Continuous Flow Chart, је део програмског пакета који служи за креирање планова управљања. Састоји се од блокова и веза међу њима. У њему су приказани сви блокови коришћени у програму као и библиотеке. Коришћењем библиотека са предефинисаним решењима која се могу мењати да би се добило одговарајуће решење, знатно се убрзава процес креирања софтвера.



Слика 8. Дијаграм измерених температура и излаза контролера извршних елемената

4. РЕЗУЛТАТИ

На слици 8 је приказан дијаграм са измереним температурама (температура спољног ваздуха TO_a , температура убаченог ваздуха TS_u , температура ваздуха на извлачењу TE_x , задата доња граница температуре у простору Sp_H , задата горња граница температуре у простору Sp_C и температура у простору TR) и излазима контролера температуре убаченог ваздуха извршних елемената (контролер грејача $PreHcl$, контролер рекуператора Erc и контролер хладњака Ccl).

У првој половини дијаграма, спољна температура је нижа од температуре на извлачењу ваздуха, што значи да је рекуператор у режиму грејања. Контролер температуре убаченог ваздуха, који управља рекуператором, повећава свој излаз да би загрејао ваздух који се убацује у простор. Када излаз контролера буде на максимуму, ако није достигнута жељена температура убаченог ваздуха, контролер који управља грејачем ће повећавати свој излаз да би се достигла жељена температура убаченог ваздуха. Када температура у простору буде у жељеном опсегу, прво ће контролер који управља грејачем смањивати свој излаз. Када излаз контролера падне на минималну вредност, контролер који управља рекуператором ће моћи да смањује вредност свог излаза.

У другој половини дијаграма, температура спољног ваздуха је већа од температуре ваздуха на извлачењу, па је рекуператор у режиму хлађења. Рекуператор успева да одржи температуру у жељеним границама све док спољна температура није превише порасла. Може се видети да излаз контролера температуре убаченог ваздуха, који управља хладњаком се укључује тек када је излаз контролера рекуператора у максимуму. Укључењем хладњака у регулацију, одржава се температура простора на горњој граничној вредности.

5. ЗАКЉУЧАК

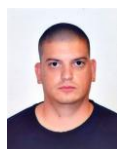
Коришћењем каскадне контроле температуре, клима комора може успешно одржавати температуру простора у задатим границама. Систем реагује на промену вредности граница жељене температуре.

Коришћењем секвентног управљања извршним елементима може се остварити додатна уштеда енергије. Клима комора покушава да одржи температуру у задатим границама, прво рекуператором, а уколико је то потребно у регулацију ће укључивати грејач и хладњак. Детаљна обрада потрошње и уштеде енергије након инсталирања BMS система би могла да буде предмет неког наредног истраживања.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Yuri Tarasenko, 2017, Energy efficient building technology, *AEB Real estate monitor*, стр. 32-35
- [2] <https://zenatix.com/building-management-system-bms/> (приступљено у августу 2024.)

Кратка биографија:



Владимир Барјактаревић рођен је у Ужицу 1997. год. Основне академске студије смера Мехатроника завршио је 2020. године. Исте године је уписао мастер академске студије. контакт: vladimir.barjaktarevic@gmail.com

**ПРИМЕНА ГЕНЕТСКОГ АЛГОРИТМА НА РЕШАВАЊЕ ВРЕМЕНСКИ
ОГРАНИЧЕНОГ ПРОБЛЕМА ТРГОВАЧКОГ ПУТНИКА СА САКУПЉАЊЕМ
НАГРАДА****GENETIC ALGORITHM FOR THE TIME-LIMITED PRIZE-COLLECTING
TRAVELING SALESMAN PROBLEM**

Јелена Ћурчић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – У овом раду анализирана је синтеза оптималне стратегије за такмичење у роботизици ЕУРОБОТ користећи генетски алгоритам. Основни циљеви истраживања су развој ефикасног алгоритма и оптимизација стратегије за специфичне задатке. Проблем је моделован као варијација проблема трговачког путника са сакупљањем награда. Анализирани су случајеви са различитим врстама ограничења и параметара генетског алгоритма, и упоређена је њихова ефикасност.

Кључне речи: Проблем трговачког путника, варијација проблема трговачког путника са сакупљањем награда, генетски алгоритам, Еуробот такмичење

Abstract – This paper analyzes the synthesis of an optimal strategy for the Eurobot robotics competition using a genetic algorithm. The primary objectives of the research are the development of an efficient algorithm and the optimization of the strategy for specific tasks. The tasks and constraints that must be integrated into the generated strategy are defined. The problem is modeled as a variation of the prize collecting traveling salesman problem. Various cases with different types of constraints and parameters of the genetic algorithm were analyzed, and their effectiveness was compared.

Keywords: Traveling salesman problem, variation of Prize collecting traveling salesman problem, genetic algorithm, Eurobot competition

1. УВОД

Решавање проблема трговачког путника и других НП-тешких проблема представља активну област истраживања у рачунарству још од средине прошлог века. Ови проблеми представљају значајан изазов за истраживаче и практичаре, јер моделују многе ситуације у логистици, оптимизацији путање и планирању ресурса. Сложеност ових проблема проистиче из потребе за анализом великог броја могућих решења, што чини традиционалне алгоритме непогодним за проналажење оптималних решења у разумном временском оквиру.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Срђан Савић, доц.

У контексту роботике, проблем трговачког путника добија нове димензије, посебно у такмичењима као што је ЕУРОБОТ. У овом раду истражује се примена генетских алгоритама за оптимизацију стратегија које робот мора усвојити како би успешно реализовао правилима дефинисане задатке. Циљ овог рада је да пружи свеобухватан преглед методологије која се користи за оптимизацију стратегије робота у такмичењу ЕУРОБОТ, истражујући различите аспекте генетских алгоритама и њихову примену у контексту решавања варијације проблема трговачког путника са сакупљањем награда.

**2. УОПШТЕЊЕ ПРАВИЛА ТАКМИЧЕЊА
ЕУРОБОТ У ПРОБЛЕМ ТРГОВАЧКОГ
ПУТНИКА**

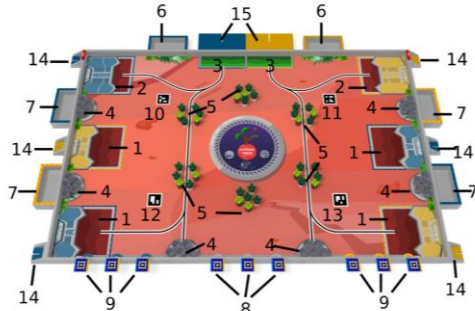
Проблем трговачког путника (TSP) представља значајан НП-тежак проблем у области рачунарства. Овај проблем захтева минимизацију укупно пређеног пута, који трговачки путник пређе приликом обиласка задатог скупа градова, уз ограничење да сваки град мора бити посећен тачно једанпут и да се путник мора вратити у тачку из које је пошао.. НП проблеми су група проблема чија решења могу бити верификована у полиномијалном времену, али за које тренутно нема доказа да се могу решити у истом времену. Са друге стране, П проблеми су они проблеми за које се решење може пронаћи у полиномијалном времену [1], [2]. На пољу рачунарских наука води се велика дискусија да ли су НП и П проблеми уопште две засебне класе проблема [3], [4]. У овом раду сматраћемо да $P \neq NP$, $P \subseteq NP$. За проблем кажемо да је НП комплетан ако важи:

$$(\exists L \in NP)(\forall L' \in NP) L' \leq L \quad (1)$$

Поред класичног проблема трговачког путника, постоји и сложенији модел – Prize collecting traveling salesman problem (PC-TSP), односно проблем трговачког путника са сакупљањем награда. У овом проблему, трговачки путник не само да треба да минимизује пређени пут, већ и да максимизује награде које прикупља током путовања. Сваком граду придружена је одређена вредност награде које путник добија посетом граду, и није у обавези да посети све градове. За сваки непосећен град, путнику се коначна вредност пенализује.

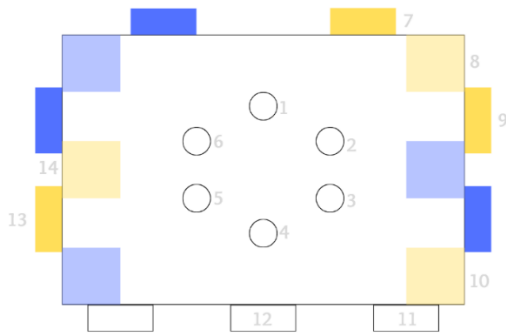
2.1 ЕУРОБОТ правила

Такмичење ЕУРОБОТ је аматерско европско првенство у мобилној роботизи који подразумева конструкцију једног или више мобилних, аутономних робота, који поседују одређене функционисности и извршавају задатке прописане пропозицијама такмичења. Задаци симболички одржавају тему такмичења која је била насељавање и тераформирање Марса. Роботи се такмиче један против другог на столу чија је дужина 3000, а ширина 2000 милиметара, и на ком се налазе сви радни елементи и неопходни објекти. Изглед стола за овогодишње такмичења ЕУРОБОТ приказан је на сл. 1.



Слика 1 Изглед ЕУРОБОТ стола [5]

Циљ такмичења је максимизирати број освојених поена за дато ограничено време извршавањем неких од следећих задатака: сакупљање радних елемената (биљчица) са поља означених бројем 5, њихово остављање на унапред дефинисаним локацијама, окретање соларних панела (означених са 8 и 9), и повратак на једно од стартних поља. Бројевима 1 и 2 означена су стартна поља на којима робот може да започне меч. Заједно с објектима 6 и 7, она представљају места за истовар радних елемената. Број поена сваке акције строго је дефинисан правилима. Укупно време трајања стратегије не сме да премашује 100 секунди, јер то представља трајање једног меча. У мечу учествују два робота из супарничких тимова, којима се пред почетак додељују боје (жута и плава) за стартне позиције. На сл. 2 су илустровани положаји елемената за игру и акције жутог тима, док су позиције плавог тима симетричне у односу на централну вертикалну осу стола. Сваком од задатака придружен је одговарајући број поена и време извршења.



Слика 2 Предефинисана поља на такмичарском столу

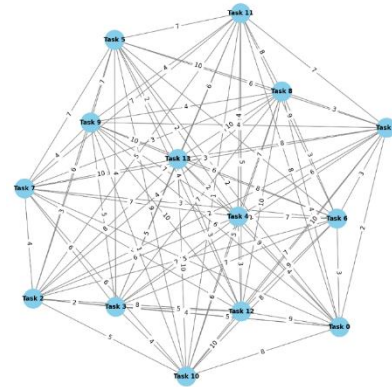
Разликујемо 5 врста задатака – старт (са позиција 8, 10 или 14), утовар (позиције 1-6), истовар (позиције 7, 8,

9, 10, 13 и 14), окретање панела (позиције 11 и 12), хоминг (8, 10 или 14).

Време преласка између задатака је израчунато за све могуће парове задатака и на тај начин је формирана матрица **Travel_time**:

$$\text{Travel_time} = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 & 4 & 2 & 3 & 4 & 4 & 6 & 8 & 8 & 9 & 9 \\ 2 & 0 & 2 & 2 & 6 & 6 & 3 & 3 & 3 & 4 & 7 & 7 & 10 & 8 \\ 4 & 2 & 0 & 2 & 6 & 6 & 5 & 4 & 4 & 3 & 5 & 5 & 8 & 8 \\ 4 & 2 & 2 & 0 & 2 & 4 & 7 & 6 & 7 & 5 & 4 & 2 & 5 & 5 \\ 4 & 6 & 6 & 2 & 0 & 2 & 7 & 7 & 7 & 7 & 6 & 4 & 3 & 2 \\ 2 & 6 & 6 & 4 & 2 & 0 & 6 & 7 & 10 & 7 & 9 & 7 & 4 & 2 \\ 3 & 3 & 5 & 7 & 7 & 6 & 0 & 3 & 3 & 6 & 8 & 9 & 9 & 8 \\ 4 & 3 & 4 & 6 & 7 & 7 & 3 & 0 & 3 & 4 & 6 & 7 & 9 & 10 \\ 4 & 3 & 4 & 7 & 7 & 10 & 3 & 3 & 0 & 4 & 5 & 8 & 10 & 10 \\ 6 & 4 & 3 & 5 & 7 & 7 & 6 & 4 & 4 & 0 & 1 & 4 & 10 & 10 \\ 8 & 7 & 5 & 4 & 6 & 9 & 8 & 6 & 5 & 1 & 0 & 1 & 10 & 10 \\ 8 & 7 & 5 & 2 & 4 & 7 & 9 & 7 & 8 & 4 & 1 & 0 & 5 & 6 \\ 9 & 10 & 8 & 5 & 3 & 4 & 9 & 9 & 10 & 10 & 10 & 5 & 0 & 3 \\ 9 & 8 & 8 & 5 & 2 & 2 & 8 & 10 & 10 & 10 & 6 & 3 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Важно је напоменути да, поред ограничења по времену, постоји и ограничење запремине робота. Сваки од задатака има предефинисан утицај на запремински капацитет робота. Максимални капацитет робота је +15, док је минимални -5, што омогућава остављање биљака у више плантера. Ако је робот максимално попуњен (15 биљака), може истовремено испразнити садржај у два плантера, доводећи капацитет теоретски на -5, иако укупно оставља само 15 биљака. На слици 5 је приказан граф где чворови представљају задатке, а тежине ивица време потребно за прелазак између задатака при константној брзини.



Слика 3. Репрезентација проблема одређивања оптималне стратегије за ЕУРОБОТ такмичење, у форми графа

2.2 Дефинисање проблема

Проблем можемо дефинисати на следећи начин. Нека је дат скуп задатака:

$$T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\} \quad (3)$$

где сваки од задатака има своје карактеристике:

$time(t_i)$ – време потребно за извршење задатка

$volume(t_i)$ – утицај задатка на запремину

$points(t_i)$ – награду за извршени задатак

Нека је дата и матрица са временима прелаза између задатака:

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & \dots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

која је једнака матрици **Travel time**, где је са d_{ij} представљено време прелаза између задатака t_i и t_j .

Свако решење се може представити као низ задатака:

$$C = \{t_{i_1}, t_{i_2}, t_{i_3}, \dots, t_{i_k}\} \quad (5)$$

Ограничење по времену дефинише се као:

$$\sum_{j=1}^k \text{time}(t_{i_j}) + \sum_{j=1}^{k-1} d_{i_j, i_{j+1}} \leq \text{MAX_TIME}. \quad (6)$$

Ограничење по запремини дефинише се као:

$$\text{MIN_VOLUME} \leq \sum_{j=1}^k \text{volume}(t_{i_j}) \leq \text{MAX_VOLUME}. \quad (7)$$

3. ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ

3.1 Генетски алгоритам и НП-тешки проблеми

Генетски алгоритам представља пример стохастичког глобалног алгоритма у чијој основи се налази теорија еволуције. Имитирањем процеса селекције и еволуције, решења се побољшавају у свакој итерацији, претрага се усмерава ка регионима оптимума, уз одржавање разноликости решења. Иако генетски алгоритми показују велики потенцијал у решавању НП-тешких проблема, имају и своја ограничења. Ови алгоритми могу захтевати значајне рачунарске ресурсе због великог броја итерација и потребе за чувањем више могућих решења у популацији [7], [8].

3.3 Генерисање оптималне стратегије за ЕУРОБОТ коришћењем генетског алгоритма

Хромозом и гени

Хромозом је дефинисан као уређени скуп, тј. секвенца задатака које робот треба да изврши у оквиру стратегије. Сваки задатак у том низу симболизује један ген у хромозому. Пример структуре хромозома приказан је на сл. 4.



Слика 4. Изглед хромозома са n гена, где су гени дефинисани изразом 3

Иницијална популација

Да би хромозом имао смисла у контексту стратегије, процес креирања иницијалне популације подразумевао је одређена ограничења у погледу распореда гена. Хромозоми морају бити фиксне дужине, која је у случају класичног TSP проблема одређена укупним бројем градова (задатака). На прву позицију у хромозому поставља се насумично једно од 3 стартна поља, односно задатка типа *STARTING POSITION*. Такође, на последње место се, опет насумично, поставља један од 3 хоминг задатка. Остали задаци се распоређују у преостале гене хеуристички, узимајући у обзир искуствену компоненту и смисленост стратегије.

Функција прилагођености

Функција прилагођености (енгл. *Fitness function*) сваком хромозому додељује вредност која недвосмислено означава квалитет датог решења, и представља критеријум оптималности. Функција прилагођености за проблем проналаска оптималне

стратегије за такмичење ЕУРОБОТ 2024 дефинисана је на следећи начин:

$$\text{fitness} = \begin{cases} \sum_{j=1}^k \text{points}(t_{i_j}), & \text{ако су сва ограничења задовољена} \\ -99, & \text{ако је неко од ограничења премашено} \end{cases} \quad (8)$$

Селекција

Као што је већ наглашено, процес селекције подразумева одабир јединки које ће у процесу репродукције бити кориштене за стварање наредне генерације хромозома. Одабир јединки може се урадити на више начина. Најчешће кориштена и најједноставнија врста селекције је метода рулетског точка (енгл. *Roulette wheel selection*). Ова техника осигурава да јединке са већом прилагођеношћу (већим сегментима на точку) имају веће шансе да буду одабране за родитеље у следећој генерацији, чиме се повећава квалитет потомства, и задржава се разноликост.

Укрштање и елитизам

Укрштање је процес који доводи до промена у популацији, комбиновањем генетског материјала две јединке. У овом раду је, због природе проблема, кориштено ОХ (енгл. *Order crossover*) укрштање. Ова техника омогућава да се потомци креирају тако да задржавају валидну пермутацију елемената родитеља, тј. да у потомку не буде дубликата елемената. На слици 5 приказан је процес укрштања.



Слика 5 Кораки поступка укрштања

Да би се спречио губитак најквалитетнијих хромозома из генерације у процесу укрштања и мутације, најбоље јединке директно се преносе у наредну генерацију методом елитизма. У нашем случају, у наредну генерацију директно се преноси 5% најбољих јединки.

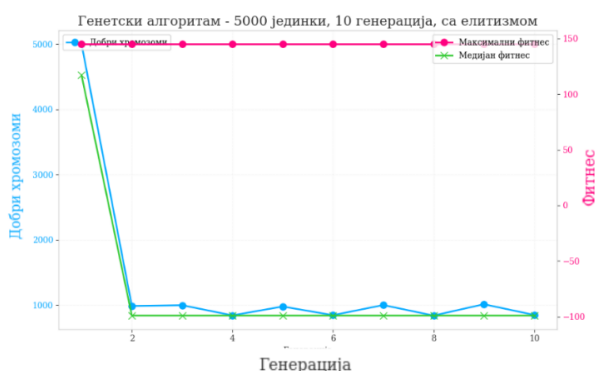
Мутација

Мутација је још један од оператора генетских алгоритама. Она уноси случајне промене у генотип потомака, уводећи варијације које можда нису постојале у претходним генерацијама. Техника мутације која је кориштена је мутација заменом места (енгл. *Swap mutation*). Ова техника насумично узима два гена у хромозому и мења им места.

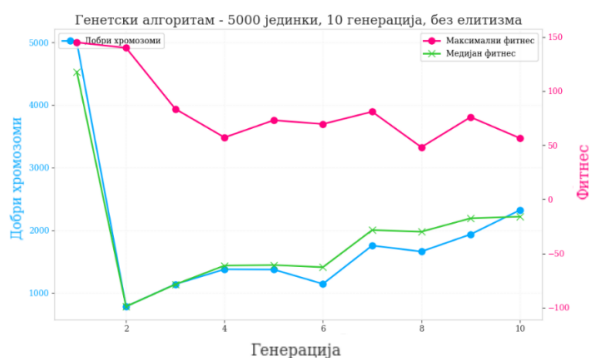
4. РЕЗУЛТАТИ

У овом поглављу анализирани су резултати примене генетског алгоритма, са нагласком на значај

доменског знања при формирању иницијалне популације. Испитане су три верзије алгоритма које се разликују у степену коришћења информација о проблему приликом генерисања почетних јединки. Прва верзија користи дубоко разумевање такмичења за пажљиво креирање иницијалне популације. Друга верзија фиксира почетне и крајње задатке, док су остали насумично одређени, а трећа је потпуно насумична. Тестирани су различити параметри: величина популације (500, 5000 и 50000 јединки), број генерација (10 и 20), као и утицај присуства елитизма. Резултати показују да је алгоритам са контролисаним генерисањем и елитизмом често већ у првој генерацији достигао оптимално решење, што је последица ригорозних ограничења у иницијалној популацији. Без елитизма, вредности фитнеса показују веће осцилације, јер мутације и укрштање могу довести до деградације решења.



Слика 6 Резултати извршавања генетског алгоритма након 10 покретања, са елитизмом.



Слика 7. Резултати извршавања генетског алгоритма након 10 покретања, без елитизма.

Са популацијом од 5000 јединки, генетски алгоритам увек конвергира ка оптималном решењу (фитнес 145). Иако се оптимално решење понекад нађе већ у првој генерацији, значај примене генетског алгоритма лежи у томе што се у последњој генерацији појави већи број алтернативних стратегија са максималним фитнесом, што је корисно за прилагођавање специфичним карактеристикама робота или противника. Друга верзија кода давала је резултате сличне првој, уз ограничење да оптималне решење скоро никада није достигнуто. Максимални фитнес износио је, у ретким случајевима, до 140, али најчешће око 100. Трећа верзија није давала задовољавајуће резултате, и врло ретко се дешавало да уопште постоје јединке са позитивним фитнесом.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду представљен је приступ оптимизацији стратегије за такмичење ЕУРОБОТ 2024 применом генетског алгоритма, моделујући проблем као варијацију проблема трговачког путника са сакупљањем награда. Анализа показује да генетски алгоритам може ефикасно да реши овај НП-тежак проблем, омогућавајући оптимизацију стратегије робота и ефикасно управљање ресурсима, попут времена и запремине. Примењени модел укључује више врста ограничења и различите параметре алгоритма, што омогућава прилагођавање стратегије специфичним захтевима такмичења. Међутим, генетски алгоритам има и одређене мане. Због своје стохастичке природе, алгоритам може захтевати велики број итерација за проналажење оптималног решења, што може бити рачунарски интензивно. Поред тога, због потребе за одржавањем разноликости решења у популацији, постоји ризик да алгоритам остане заглављен у локалном оптимуму или да не постигне стабилну конвергенцију. Иако ове слабости могу ограничити примену у реалном времену, резултати показују да генетски алгоритам остаје вредан алат за решавање сложених проблема у роботској оптимизацији.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Sipser, „Introduction to the Theory of Computation“, 3rd ed., Cengage Learning, 2012
- [2] M. Garey, S. Johnson, „Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness“, 1st ed., W. H. Freeman, 1979
- [3] T. Baker, J. Gill, R. Solovay, „Relativizations of P =? NP question“, SIAM Journal on Computing, vol. 4, no. 4, pp. 431–442, Dec. 1975, doi: <https://doi.org/10.1137/0204037>.
- [4] D. S. Johnson, „The NP-Completeness Column: An Ongoing Guide“, Journal of Algorithms, vol. 7, no. 4, pp. 584–601, Dec. 1986, doi: [https://doi.org/10.1016/0196-6774\(86\)90020-9](https://doi.org/10.1016/0196-6774(86)90020-9).
- [5] EUROBOT 2024 rules, <https://www.eurobot.org/eurobot-contest/eurobot-2024/> (приступ: септембар 2024)
- [6] B. Bryson, „The Body“, Anchor, 2019
- [7] Ж. Кановић, З. Јеличић, М. Рапаић, „Еволутивни оптимизациони алгоритми у инжењерској пракси“, Нови Сад, ФТН, 2017.
- [8] Наставни материјали из предмета Методе оптимизације, <http://www.automatika.ftn.uns.ac.rs/nastavni-materijali-mo-meh-geo> (приступ: септембар 2024)

Кратка биографија:



Јелена Ђурчић, рођена је 2001. године у Новом Саду. Дипломски рад под називом „Праћење играча у реалном времену коришћењем камере и генерисање тренутног понашања роботизованог дефанзивног играча“ на Факултету техничких наука одбранила је 2023. године.

OPTIMIZACIJA KOLONIJOM MRAVA ANT COLONY OPTIMIZATION

Nikolina Jošić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MATEMATIKA U TEHNICI

Kratak sadržaj – U ovom radu istražen je algoritam optimizacije kolonijom mrava (*Ant Colony Optimization - ACO*), koji se koristi za rješavanje kompleksnih optimizacijskih problema. Poseban fokus stavljen je na problem trgovačkog putnika (*Traveling Salesman Problem - TSP*), gde je potrebno pronaći najkraću moguću putanju koja prolazi kroz zadati skup gradova. Praktični dio rada je urađen u programskom jeziku Python. U radu je implementiran ACO algoritam, eksperimentisano je sa različitim parametrima, i analizirane su performanse algoritma. Rezultati su pokazali efikasnost i adaptivnost ACO algoritma, kao i uticaj različitih parametara na njegovu performansu.

Ključne reči: Optimizacija kolonijom mrava (*ACO*), Problem trgovačkog putnika (*TSP*), Optimizacijski algoritmi, Python, Performanse algoritma, Analiza parametara

Abstract – In this paper, the Ant Colony Optimization (*ACO*) algorithm, used for solving complex optimization problems, is investigated. Special focus is placed on the Traveling Salesman Problem (*TSP*), where the objective is to find the shortest possible route that passes through a given set of cities. The practical part of the study was conducted in the Python programming language. The ACO algorithm was implemented, various parameters were experimented with, and the algorithm's performance was analyzed. The results demonstrated the efficiency and adaptability of the ACO algorithm, as well as the impact of different parameters on its performance.

Keywords: Ant Colony Optimization (*ACO*), Traveling Salesman Problem (*TSP*), Optimization Algorithms Python, Algorithm Performance Parameter Analysis

1. UVOD

Problemi optimizacije su veoma važni u oblasti nauke i industrije. Neki primjeri problema optimizacije iz stvarnog života su pravljenje rasporeda, pravljenje reda vožnje, planiranje kapaciteta, problem trgovačkog putnika, problem rasporeda grupne radnje, itd. Mnogi algoritmi optimizacije su razvijeni iz ovog razloga.

Optimizacija kolonijom mrava je jedan od njih. Optimizacija kolonijom mrava je probabilistička tehnika za pronalaženje optimalnih putanja. Algoritam optimizacije kolonijom mrava se koristi za rješavanje različitih računarskih problema.

Ovaj algoritam je uveden na osnovu ponašanja mrava u potrazi za hranom za traženje puta između svoje kolonije i izvorne hrane. U početku se koristio za rješavanje dobro poznatog problema trgovačkog putnika. Kasnije se koristi za rješavanje različitih teških problema optimizacije. U ovom radu detaljno je razmotrena teorijska osnova ACO algoritma, kao i njegova primjena u različitim oblastima sa posebnim fokusom na problem trgovačkog putnika TSP.

U ovom problemu dati su skup lokacija i udaljenosti između njih. Problem se sastoji u nalaženju zatvorene šetnje minimalne dužine koja prolazi kroz svaku lokaciju tačno jednom (osim one prve u koju se i vraća).

2. OPTIMIZACIJA KOLONIJOM MRAVA

Optimizacija kolonijom mrava (*Ant Colony Optimization - ACO*) je metaheuristički algoritam inspirisan ponašanjem stvarnih mrava u prirodi, posebno načinom na koji oni pronalaze najkraći put između kolonije i izvora hrane. Ovaj algoritam je prvi put predložio Marko Dorigo 1990-ih godina, i od tada je postao jedan od najpoznatijih pristupa u rješavanju složenih problema optimizacije.

Mravi koriste hemijski trag poznat kao feromon kako bi komunicirali međusobno. Kada mrav pronađe izvor hrane, na putu nazad do kolonije ostavlja trag feromona. Ostali mravi imaju veću vjerovatnoću da prate puteve sa većom koncentracijom feromona, što dovodi do formiranja sve efikasnijih puteva kako se više mrava kreće tom rutom. Ovaj princip je osnova ACO algoritma: mravi virtuelno ostavljaju tragove feromona na putevima između različitih tačaka problema koje treba optimizovati, i postepeno pronalaze optimalno rešenje kroz iterativnu optimizaciju.

ACO algoritam za problem trgovačkog putnika

Problem trgovačkog putnika (*TSP*) je jedan od najčešćih problema optimizacije koji ACO algoritam rešava. Cilj je pronaći najkraći put koji polazi iz jednog grada, prolazi kroz sve druge tačno jednom, i vraća se u početni grad. ACO koristi veštačke mrave koji pretražuju prostor mogućih rešenja, imitirajući ponašanje stvarnih mrava.

Vjerovatnoća da mrav pređe sa jednog čvora i u drugi čvor j je definisana formulom:

$$P_{ij} = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in J} [\tau_{ik}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ik}]^\beta}$$

gdje su:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Ralević, red. prof.

- $\tau_{ij}(t)$ - količina feromona na putu između čvorova i i j u trenutku t ,
- η_{ij} – heuristička vrijednost, obično definisana kao recipročna vrijednost udaljenosti između i i j ($\eta_{ij} = 1/d_{ij}$),
- α i β su parametri koji kontrolišu relativan značaj feromona i heurističke informacije,
- J je skup neposjećenih čvorova.

Ažuriranje feromona

Nakon svake iteracije, tragovi feromona se ažuriraju kako bi odražavali kvalitet pronađenih rješenja. Proces isparavanja feromona je ključan za sprječavanje preuranjene konvergencije na suboptimalna rješenja. Ažuriranje feromona za svaki put (i,j) odvija se po formuli:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k$$

gdje je:

- ρ – faktor isparavanja feromona ($0 < \rho < 1$),
- $\Delta\tau_{ij}^k$ – količina feromona koju ostavlja k -ti mrav.

Količina feromona koju jedan mrav ostavlja proporcionalna je kvalitetu njegovog rješenja (obrnuto proporcionalna dužini puta koji je prešao):

$$\Delta\tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k}$$

gdje je:

- Q – konstanta.
- L_k – dužina puta kojeg je prešao k -ti mrav.

3. Praktična primjena

Proces pretrage

Na početku pretrage, svi mravi su postavljeni nasumično na različite čvorove grafa koji predstavlja problem. Svaki mrav pretražuje prostor mogućih rješenja koristeći pravilo proporcionalno količini feromona i heurističke vrijednosti, birajući sledeći čvor na osnovu vjerovatnoće P_{ij} . Kako iteracije napreduju, putevi sa većom koncentracijom feromona postaju popularniji, što vodi ka globalnom optimizovanom rješenju.

ACO algoritam je fleksibilan i lako se može prilagoditi različitim problemima optimizacije, uključujući probleme rasporeda, rutiranja i druge kombinatorne probleme.

Optimizacija kolonijom mrava (ACO) implementirana je u Python programskom jeziku zbog njegove jednostavnosti, bogatog seta biblioteka i čitljivog koda. Python omogućava brzu prototipizaciju i vizualizaciju složenih algoritama, što je idealno za testiranje i analizu performansi ACO algoritma.

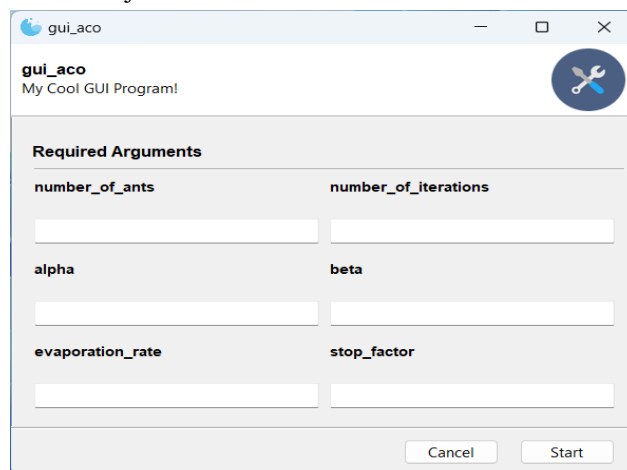
Implementacija ACO algoritma uključuje nekoliko ključnih koraka:

1. Inicijalizacija kolonije mrava: Svaki mrav predstavlja potencijalno rešenje problema, npr. za TSP problem, mrav predstavlja rutu između gradova.
2. Izbor sledećeg čvora: Koristi se pravilo proporcionalno feromonima i heurističkim vrednostima kako bi mravi birali sledeći čvor.
3. Ažuriranje feromona: Nakon što svi mravi završe iteraciju, tragovi feromona se ažuriraju, uzimajući u obzir dužinu pređenih ruta.
4. Kriterijum zaustavljanja.

3.1. Grafički korisnički interfejs (GUI)

Jedan od ključnih elemenata praktične primjene ACO algoritma je razvoj grafičkog korisničkog interfejsa (GUI). GUI omogućava korisnicima da vizualno prate proces optimizacije i podešavaju parametre kao što su broj iteracija, broj mrava, stopa isparavanja feromona i početne vrijednosti feromona. Za razvoj GUI-ja u Pythonu korištena je biblioteka Tkinter, koja omogućava jednostavno kreiranje prozora, dugmadi, polja za unos i grafikona.

Na sledećoj slici je prikaz jednostavnog GUI-ja koji omogućava unos parametara ACO algoritma i pokretanje vizualizacije:

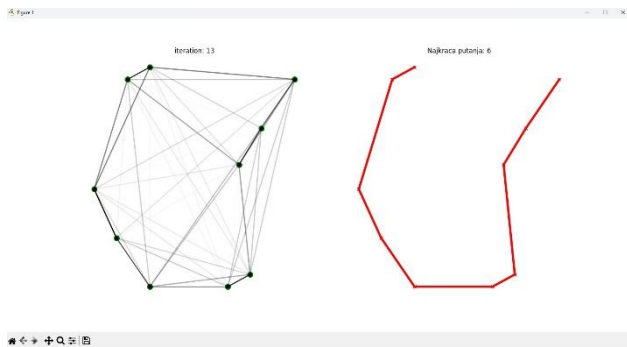


Slika 1. Grafički korisnički interfejs GUI

Korisnici mogu lako prilagoditi parametre i pratiti kako algoritam prolazi kroz iteracije, tražeći optimalno rešenje problema. Vizualizacija pokazuje kako se rute mjenjanju i konvergiraju ka optimalnim tokom vremena, što je posebno korisno za analizu performansi algoritma.

3.2. Vizualizacija rezultata

Biblioteka Matplotlib koristi se za vizualizaciju pređenih ruta i feromonskih tragova u svakoj iteraciji. Na slici 2. je prikazan primer rute koju su mravi pronašli nakon nekoliko iteracija. Crne tačke predstavljaju gradove, a crte između njih predstavljaju rute koje mravi koriste. Debljina linije je proporcionalna količini feromona deponovanih na toj ruti, što omogućava vizuelno praćenje koji putevi su češće korišćeni.



Slika 2. Prikaz iteracije

3.3. Mjerenja

U ovoj podsekciji testiramo kako hiperparametri utiču na efikasnost algoritma. Parametri na raspolaganju su: n (broj mrava), m (broj gradova), α (važnost traga), β (važnost vidljivosti) i ρ (faktor isparavanja), kao i stop faktor.

Tabela 1. Mjerenja sa inicijalnim parametrima programa sa random tačkama

n	m	α	β	ρ	Najkraća putanja	Broj iteracija	Stop faktor
10	10	1	1	0.6	12	99	0
10	10	1	1	0.6	17	99	0
10	10	1	1	0.6	16	99	0
10	10	1	1	0.6	10	21	2
10	10	1	1	0.6	6	13	2
10	10	1	1	0.6	9	91	10

Tabela 2. Mjerenja sa inicijalnim parametrima programa sa fiksnim tačkama

n	m	α	β	ρ	Najkraća putanja	Broj iteracija	Stop faktor
10	10	1	1	0.6	14	99	0
10	10	1	1	0.6	7	99	0
10	10	1	1	0.6	7	99	0
10	10	1	1	0.6	5	11	2
10	10	1	1	0.6	7	15	2
10	10	1	1	0.6	8	81	10

U prve dvije tabele testiramo funkciju stop faktora. Ostali parametri su fiksirani, s tim da su u prvoj tabeli gradovi random generisani, a u drugoj fiksirani.

Ako izostavimo stop faktor (odnosno postavimo ga na 0), onda algoritam vrši 100 iteracija (unaprijed zadato). Ako je stop faktor 2, onda broj trenutne iteracije treba da bude duplo veći od broja najbolje iteracije kako bi se zaustavila pretraga.

Posmatrajući ove dvije tabele vidimo da je najkraća putanja pronađena već do 20. iteracije, tako da nam je broj koraka 100 kao parametar zaustavljanja malo prevelik, to jest, bespotrebno se troše resursi, dakle bolje je staviti npr. da je stop faktor 2.

U narednim tabelama ostavićemo istih 10 fiksiranih tačaka, stavićemo da je stop faktor 2 i menjati ostale parametre.

U sledeće dve tabele menjamo α i β . Naime, u prethodnim tabelama su parametri α i β bili isti. U prvoj narednoj tabeli je β veća od α a drugoj α veća od β .

Tabela 3. Mjerenja uz veću važnost vidljivosti

n	m	α	β	ρ	Najkraća putanja	Broj iteracija	Stop faktor
10	10	2	3	0.6	6	13	2
10	10	2	3	0.6	3	7	2
10	10	2	3	0.6	7	15	2
10	10	3	5	0.6	4	9	2
10	10	3	5	0.6	4	9	2
10	10	3	5	0.6	3	7	2
10	10	1	2	0.6	7	15	2
10	10	1	2	0.6	3	7	2
10	10	1	2	0.6	4	9	2
10	10	1	5	0.6	6	13	2
10	10	1	5	0.6	2	5	2
10	10	1	5	0.6	2	5	2

Primjećujemo drastično poboljšanje uspjeha algoritma ukoliko mu povećamo zavisnost o vidljivosti (udaljenosti gradova). Naime, vidimo da je najkraća putanja najbrže nadjena kada je β mnogo veća od α .

Tabela 4. Mjerenja uz veću važnost traga

n	m	α	β	ρ	Najkraća putanja	Broj iteracija	Stop faktor
10	10	3	1	0.6	4	9	2
10	10	3	1	0.6	6	13	2
10	10	5	1	0.6	8	17	2
10	10	5	1	0.6	6	13	2
10	10	1	0	0.6	7	15	2
10	10	1	0	0.6	8	17	2
10	10	1	0	0.6	5	11	2
10	10	2	0	0.6	7	15	2
10	10	2	0	0.6	7	15	2
10	10	2	0	0.6	10	21	2

Naglasakom na trag mravi gube važnost najbližeg grada. U eksperimentima bez osjetljivosti na udaljenost ($\beta=0$) algoritam dolazi do najkraće putanje nakon mnogo koraka.

Pokušaj da se malo poveća uloga traga u algoritmu bez mijenjanja koeficijenta α i β može se postići povećanjem faktora isparavanja. Smanjenjem ρ bi trebalo da poraste uticaj vidljivosti u odnosu na trag. Iz rezultata eksperimenata iz tabele 1. vidljivo je da faktor isparavanja ne utiče na rezultat tako jako kao sami α i β .

U tabeli 6 provjerićemo da li broj mrava utiče na efikasnost algoritma za naših 10 fiksiranih tačaka.

Tabela 5. Mjerenja važnosti faktora isparavanja

n	m	α	β	ρ	Najkraća putanja	Broj iteracija	Stop faktor
10	10	1	1	0.4	7	15	2
10	10	1	1	0.4	8	17	2
10	10	1	1	0.4	7	15	2
10	10	1	1	0.5	8	17	2

10	10	1	1	0.5	6	13	2
10	10	1	1	0.5	4	9	2
10	10	1	1	0.7	9	19	2
10	10	1	1	0.7	7	15	2
10	10	1	1	0.7	4	9	2
10	10	1	1	0.8	7	15	2
10	10	1	1	0.8	4	9	2
10	10	1	1	0.8	7	15	2

Međutim, eksperimentalni rezultati takođe ukazuju na neke izazove i ograničenja ACO algoritma. Na primjer, performanse algoritma mogu značajno varirati u zavisnosti od inicijalnih parametara, što zahtjeva pažljivo podešavanje kako bi se postigli najbolji rezultati. Takođe,

vrijeme izvršavanja algoritma može postati problematično za vrlo velike ili kompleksne instance TSP-a, gde broj mogućih rješenja eksponencijalno raste sa brojem gradova. Međutim, u ovom konkretnom radu uveli smo stop faktor, koji omogućava da se algoritam zaustavi u relativno kratkom vremenu.

Ovaj rad je demonstrirao da ACO algoritam, iako već dobro poznat u teoriji optimizacije, ima ogroman potencijal za praktične primjene, posebno kada se kombinuje sa savremenim tehnologijama kao što su Python i grafički korisnički interfejsi. Iako postoje izazovi u vezi sa performansama i skalabilnošću, ovi problemi su rješivi kroz dalja istraživanja i unapređenja algoritma.

Tabela 6. Mjenjanje broja mrava

n	m	α	β	ρ	Najkraća putanja	Broj iteracija	Stop faktor
2	10	1	1	0.6	9	19	2
2	10	1	1	0.6	5	10	2
6	10	1	1	0.6	10	21	2
6	10	1	1	0.6	5	11	2
10	10	1	1	0.6	7	15	2
10	10	1	1	0.6	1	3	2
10	10	1	1	0.6	5	11	2
14	10	1	1	0.6	12	25	2
14	10	1	1	0.6	8	17	2
18	10	1	1	0.6	13	27	2
18	10	1	1	0.6	10	21	2
20	10	1	1	0.6	14	29	2
20	10	1	1	0.6	9	19	2

Vidimo da se povećanjem broja mrava efikasnost algoritma ne povećava, kao i da se u slučaju jednakog broja mrava i gradova algoritam zaustavio nakon samo 3 iteracije. Zaključujemo da nema smisla uzimati veći broj mrava, nego je bolje uzeti isti ili manji broj mrava od gradova.

6. ZAKLJUČAK

Evalucija rezultata implementacije pokazala je da ACO algoritam može efikasno da rješava problem trgovačkog putnika, često nalazeći optimalne ili blizu optimalne rute. Jedna od prednosti ovog algoritma je njegova sposobnost da se prilagodi različitim konfiguracijama problema, uz relativno brz proces konvergencije ka optimalnom rješenju.

7. LITERATURA

- [1] Dorigo, M., Optimization, Learning and Natural Algorithms (in Italian). PhD thesis, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Milan, Italy, 1992.
- [2] Dorigo, M., and Gambardella, L.M., Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Travelling Salesman Problem, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1, 53-66, (1997).
- [3] Dorigo, M., and Gambardella, L.M., Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the

Travelling Salesman Problem, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1, 53-66, (1997).

- [4] Lučić, P., and Teodorović, D., Transportation Modeling: An Artificial Life Approach, Proceedings of the 14th IEEE "International Conference on Tools with Artificial Intelligence", pp. 216-223, November 4-6, 2002 Washington D.C.
- [5] Teodorović, D., Šelmić, M., Računarska inteligencija u saobraćaju, Beograd, 2019.

Kratka biografija:



Nikolina Jošić rođena je 14. juna 1985. godine u Trebinju. Završila je gimnaziju "Jovan Dučić" 2004. godine. Diplomirala je 2013. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Banjaluci, smjer Elektronika i telekomunikacije. U oktobru 2017. godine upisuje master studije primjenjene matematike na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

IZRADA GEOPORTALA NA OSNOVU PODATAKA DOBIJENIH IZ BIM OKRUŽENJA

CREATION OF A GEOPORTAL BASED ON DATA OBTAINED FROM THE BIM ENVIRONMENT

Aneta Koprivica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj – Za uspešnu realizaciju praktičnog dela rada potrebno je poznavanje teorijskih osnova iz oblasti 3D modela podataka, BIM-a, kao i razumevanje softvera i formata podataka za 3D modelovanje. U praktičnom delu rada je izvršena izrada 3D modela u SketchUp-u, uključujući izvoz modela u različite formate, kao i publikovanje 3D modela na različite platforme za vizualizaciju na web-u.

Ključne reči: Geoportali, BIM, 3D modeli

Abstract – For the successful completion of the practical part of the project, it is essential to have a solid understanding of the theoretical foundations in the areas of 3D data models, BIM, and familiarity with software and data formats for 3D modeling. In the practical section, a 3D model was created in SketchUp, which included exporting the model to various formats and publishing the 3D model on different web visualization platforms.

Keywords: Geoportals, BIM, 3D models

1. UVOD

Glavni cilj ovog rada je upoznati se sa osnovnim teorijskim konceptima 3D modelovanja, softverima i formatima za formiranje i publikovanje 3D modela podataka, gde su BIM modeli centralni aspekt izučavanja i mogućnost njihove integracije u geoprostorni domen. Primena prethodno pomenutog cilja se se realizuje kroz praktični deo rada koji obuhvata izradu 3D modela objekta u softveru SketchUp, izvoz 3D modela u odgovarajući format podataka, publikovanje tog modela kroz softvere za vizuelizaciju 3D modela na Web-u (Google Earth Pro, BIMserver, Cesium, BIMx, BIMvision) i analiza dobijenih rezultata.

2. 3D MODELI PODATAKA

Kada se spominju 3D modeli, podrazumevaju se:

Digitalni model terena (DMT) - jednostavan statistički prikaz kontinualne površine tla pomoću velikog broja odabranih tačaka sa poznatim X, Y, Z koordinatama u proizvoljnom koordinatnom polju [1].

Digitalni model visina (DMV) - podrazumeva nadmorsku visinu terena lišenu vegetacije i osobina koje je napravio čovek [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dubravka Sladić, redovni profesor.

Digitalni model površi (DMP) - Za razliku od prethodna dva termina koji se odnose na "golu" površ terena, DSM uključuje i puteve, hidrografiju, vegetaciju, ali i druge objekte koji su neposredno na samoj površi terena [3].

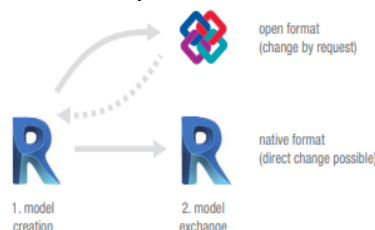
3. BIM (Building Information Modeling)

BIM, ili informaciono modelovanje zgrada, predstavlja proces visokog nivoa saradnje koji omogućava arhitektama, inženjerima, programerima nekretnina, izvođačima, proizvođačima i drugim profesionalcima u građevinarstvu da planiraju, projektuju i izgrade strukturu ili zgradu unutar jedinstvenog 3D modela. Ovaj pristup takođe obuhvata upravljanje zgradama korišćenjem podataka kojima vlasnici objekata imaju pristup [4].

3.1 openBIM

OpenBIM standard razvijen je kroz buildingSMART alijansu, koja okuplja građevinske kompanije, programere softvera i druge zainteresovane strane s ciljem stvaranja otvorenih standarda za upravljanje informacijama u građevinskoj industriji. Prvi otvoreni BIM standard objavljen je 2006. godine, a od tada je OpenBIM postao sve popularniji. Trenutno postoji više od 200 openBIM softverskih proizvoda, svaki sa svojim prednostima i nedostacima.

Proces razmene u kontekstu BIM-a se odvija na jednostavan način (*Slika 1*). Prvo se model proizvodi u određenom softveru, poput Autodesk Revit-a. Ako se ovaj model deli u Revit formatu, to predstavlja zatvorenu razmenu, jer primalac mora imati isti ili kompatibilan softver za pregled i može slobodno uređivati originalni model. Kada se datoteka izveze u ne-vlasnički format, tada govorimo o openBIM razmeni, što omogućava primaocu da pristupi modelu bez potrebe za istim softverom [4].



Slika 1. Tok rada BIM-a od sastavljanja do razmene

4. SOFTVERI ZA 3D MODELOVANJE

Softveri za 3D modelovanje nude raznovrsne alate i funkcionalnosti koje omogućavaju kreativno i precizno dizajniranje objekata, prilagođavajući se specifičnim potrebama korisnika i industrije.

4.1 BIM SOFTVERI

Autodesk Revit Architecture je inovativan BIM program koji omogućava organizovanje i predstavljanje opsežnih skupova podataka o svim aspektima zgrade [6].

Tekla Structures je 3D BIM softver za modelovanje građevinskih konstrukcija, koji omogućava kreiranje, kombinovanje, upravljanje i deljenje tačnih modela sa svim relevantnim materijalima i informacijama o konstrukciji [7].

4.2 CAD/ BIM SOFTVERI

AutoCAD je CAD softver koji omogućava crtanje i modelovanje u 2D i 3D okruženju, pružajući mogućnost kreiranja i modifikacije geometrijskih modela sa neograničenim kapacitetom za projektovanje različitih struktura i objekata [8].

SolidWorks je parametarski čvrsti modeler koji koristi dimenzije, parametre i odnose za definisanje i kreiranje 3D oblika. Čvrsti model podrazumeva da je model potpuno definisan i da ima zapreminu [9].

ArchiCAD je softver za autorsko projektovanje koji koriste arhitekte i BIM menadžeri, poznat po svojoj jednostavnosti, što omogućava arhitektama da se fokusiraju na svoj krajnji cilj u projektovanju [10].

SketchUp je softver za 3D modelovanje i renderovanje koji omogućava lako kreiranje i uvoz 2D i 3D modela, te se koristi u arhitekturi, dizajnu enterijera, dizajnu nameštaja, kreiranju video igara i 3D štampanju [11].

4.3 GIS SOFTVERI

QGIS (*Quantum GIS*) je GIS aplikacija otvorenog koda koja omogućava vizuelizaciju, upravljanje, uređivanje i analizu geoprostornih podataka [12].

ArcGIS je komercijalni softver u vlasništvu kompanije ESRI, koji omogućava prostorne analize, upravljanje podacima, geokodiranje, visoku interoperabilnost, kao i alate za mapiranje i vizualizaciju [13].

4.4 SOFTVERI ZA VIZUALIZACIJU NA WEB-U

BIMvision je besplatni softver za pregled i vizualizaciju IFC modela, koji omogućava prikaz virtuelnih modela iz CAD sistema kao što su *Revit*, *ArchiCAD* i *Tekla* [14].

BIMx od *Graphisoft*-a je profesionalni BIM preglednik koji omogućava integrisanu 2D i 3D navigaciju projekatima, uz lak pristup ugrađenim BIM podacima i interaktivnim rasporedima [15].

Cesium je *JavaScript* biblioteka otvorenog koda zasnovana na *WebGL*-u za virtuelne globuse i 3D mape, koja je odličan alat za 3D tematske vizualizacije [16].

BIMserver omogućava skladištenje i upravljanje informacijama o građevinskim projektima, a podaci se čuvaju u standardu otvorenih podataka IFC [17].

Google Earth je online virtuelni globus koji omogućava korisnicima sa računom i internet konekcijom da istražuju bilo koji deo Zemlje, pregledajući satelitske

fotografije, terenske površine, političke granice, nazive ulica i mesta od interesa [18].

5. FORMATI PODATAKA ZA 3D MODELOVANJE

Formati podataka za 3D modelovanje su ključni za kreiranje, razmenu, vizualizaciju i analizu 3D objekata, jer utiču na kompatibilnost softvera, kvalitet prikaza, performanse i interakciju s drugim podacima poput tekstura i informacija o materijalima [19].

OBJ je ključni format podataka u 3D štampi i grafici, koji se preferira za višebojnu 3D štampu i često se koristi kao neutralni format za razmenu neanimiranih 3D modela [20].

STL je format podataka za 3D modelovanje, najčešće korišćen u 3D štampanju, koji opisuje površine trodimenzionalnog objekta putem trouglova, pri čemu svaki trougao definiše deo površine modela [21].

FBX je 3D format podataka kreiran od strane *Autodesk*-a, koji se može koristiti u aplikacijama kao što su *Maya*, *3DS Max* i *Blender*, i obuhvata informacije o mreži, materijalima, teksturama i skeletnoj animaciji [22].

CityGML je informacioni model podataka za predstavljanje geografskog terena i 3D objekata u urbanim sredinama [23].

KML je XML format podataka koji se koristi za prikaz informacija u geografskom kontekstu [24].

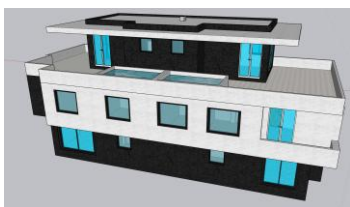
IFC je otvoreni standard za razmenu informacija o građevinskim projektima unutar BIM-a [25].

6. REALIZACIJA PRAKTIČNOG DELA RADA

Sprovođenje praktičnog dela rada obuhvata tri faze. Prva faza uključuje 3D modelovanje stambenog objekta u *SketchUp*-u, koji se sastoji od prizemlja, prvog sprata i povučenog sprata, i nalazi se u novosadskom naselju Karagača, na katastarskoj parceli broj 4589/11, K. O. Petrovaradin. Druga faza obuhvata izvoz 3D modela u odgovarajući format (IFC, KML itd.) i publikovanje na platforme za vizualizaciju, kao što su *Google Earth Pro*, *BIMserver*, *BIMx*, *BIMvision* i *Cesium*. Treća faza se fokusira na analizu rezultata, uključujući kvalitet prikaza modela, interaktivnost, kompatibilnost i tačnost podataka, performanse, brzinu učitavanja 3D modela, integraciju sa geolokacijskim podacima, kao i alate za analizu i kolaboraciju.

6.1 MODELOVANJE OBJEKTA U SKETCHUP-U

Osnova temelja, prizemlja, prvog sprata, povučenog sprata i krova su zasebne 3D modelovane celine spojene u jednu celinu (objekat) i predstavljaju "građu" kuće. Nakon definisanja "grade" kuće, prelazi se na crtanje prozora, vrata i stepenica. Poslednja faza se odnosi na dodavanje materijalnih karakteristika elementima kuće, kao što su staklo, krov, zidovi, asfalt, beton, pločice, tepih, metal itd. Konačni rezultat je završen 3D model kuće sa primenjenim teksturama. Na sledećim ilustracijama predstavljen je 3D model stambenog objekta (*Slika2*, *Slika3*) izrađen u softveru *SketchUp Pro 2023*.



Slika 2. Prikaz 3D modela objekta sa zadnje strane



Slika 3. Prikaz 3D modela objekta sa prednje strane

6.1 PRIKAZ 3D MODELA U GOOGLE EARTH-U

3D model iz *SketchUp*-a potrebno je izvesti u KML format radi uvoza u *Google Earth Pro*. Nakon učitavanja, model se može nalaziti na pogrešnoj lokaciji zbog nedostatka georeferenciranja. U ovom radu, georeferenciranje stambenog objekta izvršeno je direktno u *Google Earth*-u, koristeći stvarne koordinate preuzete iz situacionog plana. Sledeća slika (Slika4) prikazuje 3D model objekta u *Google Earth*-u.

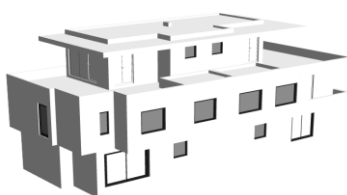


Slika 4. Zadnja strana 3D objekta u *Google Earth*-u

Kvalitet prikaza modela ostaje visok čak i nakon izvoza u KML format, bez gubitka tekstura ili detalja. Interaktivnost u *Google Earth*-u je osnovna, sa ograničenim mogućnostima manipulacije u poređenju sa alatima poput *SketchUp*-a. Model je uspešno georeferenciran na osnovu realnih koordinata, čime je osigurana tačnost podataka. Performanse su zadovoljavajuće zbog jednostavne strukture modela, što omogućava brže učitavanje i bolje korisničko iskustvo. Iako KML format olakšava deljenje i saradnju, nedostaju napredne analitičke funkcije koje nude BIM alati.

6.2 PRIKAZ 3D MODELA U BIMSERVER-U

Pre izvoza 3D modela iz *SketchUp*-a u IFC format, važno je da model bude dobro organizovan, što podrazumeva grupisanje sličnih elemenata poput zidova, prozora i vrata. Nakon uspešnog kreiranja projekta na *BIMserver*-u, potrebno je importovati 3D model (Slika5).



Slika 5. Prednja strana 3D objekta u *BIMserver*-u

Kvalitet prikaza modela zadržava osnovne geometrijske karakteristike, ali gubi detalje poput tekstura zbog ograničenja IFC formata. Iako *BIMserver* omogućava osnovnu interaktivnost i efikasan prenos geometrijskih podataka, informacije o materijalima su pojednostavljene. Učitavanje modela je brzo, ali složeniji modeli mogu usporiti rad. Takođe, ne postoji automatska integracija geolokacijskih podataka, što zahteva dodatne alate. Na kraju, *BIMserver* podržava kolaboraciju i deljenje, ali za naprednije analize potrebni su dodatni softverski alati.

6.3 PRIKAZ 3D MODELA U BIMX-U

Za uvoz 3D modela iz *SketchUp*-a u *BIMx*, prvo je potrebno izvesti model u IFC format. Nakon uvoza u *ArchiCAD*, model se može dodatno prilagoditi i optimizovati za prikaz u *BIMx*-u. *ArchiCAD* omogućava direktan izvoz projekta u *BIMx* format (Slika6).



Slika 6. Zadnja strana 3D objekta u *BIMx*-u

Kvalitet prikaza modela u IFC formatu je visok zahvaljujući preciznoj geometriji, iako složene teksture zahtevaju prilagođavanje nakon uvoza u *BIMx* ili *ArchiCAD*. Interaktivnost omogućava rotaciju, zumiranje i pregled po slojevima, dok IFC podržava većinu geometrijskih podataka, ali može imati problema s kompleksnim materijalima. *BIMx* obezbeđuje brzo učitavanje modela, ali geolokacijske podatke treba ručno postaviti. Pruža osnovne analitičke alate i dobru podršku za kolaboraciju, uključujući deljenje modela i komentare.

6.4 PRIKAZ 3D MODELA U CESIUM-U

U *Cesium* je uvezen georeferenciran KML fajl, koji je izvezen iz *Google Earth*-a. Rezultat učitavanja 3D modela prikazan je na sledećoj slici (Slika7).

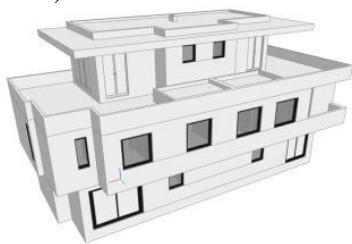


Slika 7. Zadnja strana 3D objekta u *BIMx*-u

Prikaz modela u *Cesium*-u je zadovoljavajući, iako su materijali i teksture delimično izgubljeni. Interaktivnost je dobra, a georeferenciranje je uspešno, dok su performanse brze, ali složeniji modeli mogu usporiti učitavanje. *Cesium* nudi korisne analitičke alate i lako omogućava deljenje modela, što olakšava saradnju.

6.5 PRIKAZ 3D MODELA U *BIMVISION-U*

BIMvision podržava IFC format, pa se model iz *SketchUp*-a prvo mora izvesti u taj format. Pravilna priprema geometrije, materijala i drugih BIM podataka tokom izvoza ključna je za očuvanje informacija pri uvozu u *BIMvision* (Slika 8).



Slika 8. Prednja strana 3D objekta u *BIMvision-u*

Kvalitet prikaza modela u *BIMvision-u* je zadovoljavajući, ali gubi detalje u teksturama prilikom izvoza iz *SketchUp*-a. Interaktivnost je osnovna, a performanse zavise od složenosti modela. Geometrijski podaci su precizni, dok materijali mogu biti izgubljeni. Nedostatak geolokacijskih informacija utiče na tačnost analiza, a *BIMvision* nudi alate za analizu i deljenje, ali mogućnosti kolaboracije variraju.

7. ZAKLJUČAK

Različiti softveri i formati 3D modelovanja omogućavaju korisnicima da ostvare kreativnost, efikasnost i tačnost u dizajnu, svako pružajući specifične funkcionalnosti prema potrebama. Različiti formati nude interoperabilnost između sistema, što je ključno za složene projekte, dok izbor pravog alata zavisi od zahteva projekta, budžeta i veština tima.

Svaki softver za web vizualizaciju 3D modela ima svoje prednosti i slabosti, što utiče na izbor alata prema potrebama projekta. *Cesium* nudi odličnu geolokaciju, dok *BIMx* i *Google Earth* pružaju dobru vizualizaciju, ali sa ograničenjima u analizi. *BIMserver* i *BIMvision* omogućavaju efikasnu saradnju, ali se suočavaju s izazovima kod složenijih modela. Pažljivo planiranje i optimizacija formata su ključni za postizanje željenih rezultata u 3D modelovanju i BIM procesima.

7. LITERATURA

- [1] DOI: <https://doi.org/10.24867/32KG01Koprivica>
- [2] DOI: <https://doi.org/10.24867/32KG01Koprivica>
- [3] Borisov M., "Digitalni modeli terena", Novi Sad, 2015
- [4] Mark Baldwin, "The BIM Manager: A practical Guide for BIM Project Managment", Deutsches Institut für Normung e.V. Mensch und Maschine Schweiz AG, 1st edition 2019, ISBN: 978-3-410-26822-2
- [5] Abdul-Rahman, A., & Pilouk, M. (2007). Spatial data modelling for 3D GIS. New York: CRC Press.7
- [6] Douglas R. Seidler, "Revit Architecture 2022 for designers", Faichild Books, Bloomsbury Publishing Inc, 2022, ISBN:978-1-5013-8556-8
- [7] Construsoft, [link](#), datum pristupa: 03.09.2024
- [8] Medium.com, [link](#), datum pristupa: 03.09.2024

[9] Jim Bethune, Nathan Brown, "Engineering Design and Graphics with SolidWorks 2023", Pearson, 2023, ISBN: 0137899521,9780137899524

[10] Bob Martens, Herbert Peter, "ArchiCAD: Best Practice: The Virtual Building", Springer Vienna, 2007, ISBN: 978-3-211-32789-0,978-3-211-70799-9

[11] InspirationTuts, [link](#), datum pristupa: 06.09.2024

[12] Pointscene diaries, [link](#), datum pristupa: 06.09.2024

[13] ESRI Press, "What is ArcGIS 9.1?", ESRI Press, 2005, ISBN: 1589481321

[14] BIMvision, [link](#), datum pristupa: 09.09.2024

[15] Zoltan Toth, "Mastering ArchiCAD 19", Packt Publishing, 2015, ISBN: 978-1783559566

[16] Bachassoftware.com, [link](#), pristupljeno: 09.09.2024

[17] Wiki.OSArch, [link](#), datum pristupa: 10.09.2024

[18] David A. Crowder, "Google Earth for Dummies", For Dummies, 2007, ISBN: 9780470095287

[19] Keith Rule, "3D Graphics File Formats: A Programmer's Reference", Addison - Wesley Developers Press, 1996, ISBN: 9780201488357

[20] all3dp.com, [link](#), datum pristupa: 11.09.2024

[21] Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, "Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing", Springer-Verlag New York, 2015, ISBN: 978-1-4939-2112-6,978-1-4939-2113-3,978-1-4419-1119-3

[22] vection-tech.com, [link](#), pristupljeno: 11.09.2024

[23] Govedarica M. ,” Materijali sa predavanja- VGP Formati”, Novi Sad, 2021

[24] Dariush Derakhshani, Randi L. Derakhshani, Randi Lorene Munn, "Introducing Autodesk 3DS Max 2011", John Wiley and Sons, 2010, ISBN: 9780470916155

[25] Karen Kensek, Douglas Noble, "Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice", Wiley, 2014, ISBN: 9781118766309

Kratka biografija:



Aneta Koprivica je rođena 1994. godine u Vrbasu. Završava gimnaziju 2013. godine. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer geodezija i geomatika, na kom diplomira juna 2018. godine. U oktobru iste godine upisuje master akademske studije koje završava 6 godine kasnije.

АНАЛИЗА СТАЊА ПРЕМЕРА И КАТАСТРА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ И БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ**ANALYSIS OF THE STATE OF THE LAND SURVEY AND CADASTRE IN THE REPUBLIC OF SERBIA AND BOSNIA AND HERZEGOVINA**Бојана Брујић, Горан Маринковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА**

Кратак садржај – У овом раду је представљено истраживање стања премера, дигиталног катастарског плана и катастра непокретности у појединим општинама у Републици Србији и Босни и Херцеговини..

Кључне речи: Дигитални катастарски план, катастар непокретности, премер

Abstract – *This paper presents a survey of the state of surveying, digital cadastral plan and real estate cadastre in certain municipalities in the Republic of Serbia and Bosnia and Herzegovina.*

Keywords: *Digital cadastral plan, Land cadastre, survey*

1. УВОД

Премер је вештина којом се помоћу утврђених геодетских метода мерења дефинишу релативни положаји тачака на земљиној површи или у њеној непосредној близини. Поред тога што је је вештина, премер има и сва научна обележја [1].

Катастар је евиденција о земљишту која садржи податке о парцелама и објектима на земљишту у погледу њиховог положаја, облика, површине, врсте, односно културе земљишта, бонитета, класе, катастарских прихода и корисника – посредника.

Подаци које садржи катастар служе за идентификацију и разграничавање земљишта, користе се као основа за опорезивање и служе за разне привредне, управне и статистичке сврхе, за израду земљишних књига, за израду просторних планова, итд.

Катастар непокретности је основни и јавни регистар о непокретностима и стварним правима на њима. Непокретности које се уписују у катастар непокретности јесу :

1. Земљиште (катастарске парцеле пољопривредног, шумског, грађевинског, водног и другог земљишта)
2. Надземни грађевински објекти
3. Посебни делови објеката који чине грађевинску целину (стан, пословни простор, гаража, гаражно место и други простори) (закон о премеру).

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Горан Маринковић, ванредни професор

Врсте катастра непокретности су класичан европски парцеларни, затим *Thorrensov* и *Register deeds* [2].

Катастарски план јесте дводимензиони приказ парцела и објеката он може бити у дигиталном или аналогном облику **Error! Reference source not found..** Дигитални катастарски план се по правилу израђује за територију једне катастарске општине[4].

2. АНАЛИЗА СТАЊА КАТАСТРА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**2.1 Општина Чачак**

Општина Чачак налази се у Моравичком округу. Град Чачак садржи 57 катастарских општина, и то 50 катастарских општина су сеоског типа, а преосталих 7 градског типа. Дигитални катастарски план је израђен у 30 катастарских општина у поступку израде дигиталног катастарског плана се налази 5 катастарских општина док преосталих 22 катастарске општине немају урађен катастарски план. Током 1928. године доношењем техничких правилника и прописа вршен је катастарски премер. Организацију извођења катастарског премера вршила је Генерална дирекција катастра. У том периоду на територији Чачка извршено је омеђавање 30 катастарских општина. Првобитни премер је извршен у периоду 1933-1935. године у Гаус-Кригеровој пројекцији, поларном методом снимања у размери 1:2500 и ортогоналном методом снимања у размери 1:500. У периоду од 1959-1962. године у поступку реамбулације границе катастарске општине Чачак је проширена на рачун суседних општина. Током 2010. године завршено је формирање катастра непокретности. Даном ступања на снагу операта катастра непокретности престао је да важи катастар земљишта и земљишна књига. У поступку оснивања катастра формирано је укупно 59 576 листова непокретности.

2.2 Општина Ужице

Општина Ужице се налази у Златиборском округу. Општина Ужице се састоји од 31 катастарске општине, од тога 29 катастарских општина сеоског типа, а две градског типа. Дигитални катастарски план је урађен у 30 катастарских општина, а једина катастарска општина за коју није урађен је Мокра Гора. Први премер катастарске општине урађен је 1933. године у Гаус-Кригеровој пројекцији. Градски део општине је снимљен ортогоналном методом у

размери 1:500. Ванградски део општине је снимљен поларном методом у размери 1:2500. Допунски премер је спроведен 1954. године, извршен је са постојеће полигонске мреже. Подаци овог премера нису до краја искоришћени, тако да промене нису до краја спроведене у катастарском оперативном делу. Допунски премер је такође извршен 1965. године. Премер је извршен са постојеће полигонске и линијске мреже. Снимљене промене су картиране на постојећим радним оригиналима и спроведене су у катастарском оперативном делу. Обнова премера за део катастарске општине извршен је 1987. године и то аерофотограмметријском методом за израду планова размере 1:1000.

2.3 Општина Сечањ

Општина Сечањ се налази у источном делу Војводине. Катастарску општину чини 10 катастарских општина. ДКП је урађен у 6 катастарских општина, за преостале 4 катастарске општине извршена је дигитализација аналогних планова али ови планови се нису у службеној употреби. Први премер на овом подручју извршен је у стереографској пројекцији почетком 20. века, а планови су израђени у размери 1:2880. Овај премер се одржао у две КО док је за осталих 8 КО извршен нови премер након II светског рата, планови су тада израђени у размери 1:2500 за све општине осим за једну где је грађевински реон израђен у 1:1000.

2.4 Општина Житиште

Општина Житиште се налази у северном делу Србије у АП Војводини и припада средње-банатском управном округу. На подручју општине Житиште се налази 12 К.О. Дигитални катастарски планови су израђени само у три општине, а то су К.О. Житиште, К.О. Банатско Вишњићево и К.О. Честерег. Планови су израђени на основу оригиналних мерења. До 1995. године на подручју општине Житиште у свим К.О. важили су катастар земљишта и земљишне књиге. Катастар непокретности је прво успостављен у К.О. Банатско Вишњићево, а затим и у осталим К.О. Формирани КН су потврђени решењем, а прокламација је извршена у Службеном Гласнику. Поступак успостављања КН је завршен оснивањем КН у К.О. Банатско Карађорђево 2011. године.

2.5 Општина Зрењанин

Општина Зрењанин налази се у централној Војводини. Катастарска општина Зрењанин се састоји од 27 катастарских општина. Дигитални катастарски план постоји у 10 катастарских општина. У катастарској општини Зрењанин I креиран је ДКП само за један део општине. У 6 Катастарских општина још увек важи првобитни, стари премер у стереографској пројекцији из 1910. год, обнова премера је извршена у 11 К.О., комасацијом уређено је земљиште 10 К.О. и у том поступку је извршена и обнова премера. Где је грађевински реон приказан плановима у размери 1:1000, док је ванграђевински реон приказан плановима размере 1:2500. На територији К.О. Зрењанин процес формирања КН завршио 2011. године изузетак је само К.О. Зрењанин

I где се КН успоставља по деловима и последње решење о успостављању је донето 2014. године.

У Зрењанину је 2010. године са радом званично почео ГИС центар тј. географски информациони систем. Географски информациони систем се користи за прикупљање, обраду и анализу просторних података.

2.6 Општина Богатић

Место у Мачванском округу. У 8 Катастарских општина општине Богатић израђен је ДКП. У 6 Катастарских општина није израђен или није у употреби дигитални катастарски план. Први премер на територији среза Богатинског извршен је у периоду 1921-1926. године класичним методама премера. На основу тих података успостављена је земљишна књига. Пре тога је у употреби био тапијски систем. У пожару 1960. године изгубљен је већи део података снимања и записника. 1967. године је израђен нови премер аерофотограмметријском методом.

2.7 Општина Рума

Општина Рума се налази у Средњобанатском округу. У Општини Рума дигитални катастарски план израђен је за 7 катастарских општина, док за преосталих 10 још увек није усвојен или није у службеној употреби.

Први премер Општине Рума извршен је око 1860 године у Стереографској пројекцији у Клоштап-Ивањичком систему где је јединица мере била бечки хват, а планови су били урађени у размери 1:2880. У пет општина је још увек у употреби овај премер. У осталим катастарским општинама је урађен нови премер и планови су у размери 1:1000 и 1:2500. Снимање је извршено комбиновањем аерофотограмметријском методом, комасацијом и класичним премером. На подручју општине Рума у периоду од 1999. до 2011. постепено су престале да важе земљишне књиге и катастар земљишта и успостављен је катастар непокретности.

2.8 Општина Шабац

Општина Шабац налази се у западном делу Србије и припада Мачванском округу. У 38 КО општине Шабац израђен је ДКП, али у две општине је само део општине. За 11 КО ДКП није израђен или још увек није у службеној употреби. Први премер у општини Шабац израђен је 1928. године поларном и ортогоналном методом. На основу планова извршено је успостављање катастра земљишта. Комасација земљишта у периоду 1977-1984. године, када су израђени у размери 1:1000 у градском, а на пољопривредном земљишту 1:2500. Аерофотограмметријско снимање је извршено 1984-1989. године на територији К.О. Шабац и делу Поцерских села. Процес реализације катастра непокретности трајао је од 1998. године до 2009. године.

3. АНАЛИЗА СТАЊА КАТАСТРА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

3.1 Општина Власеница

Општина Власеница смештена је у источном делу Републике Српске. Општину Власеница чини 18

катастарских општина, и то 15 катастарских општина сеоског типа и 3 катастарске општине градског типа. Дигитални катастарски план је урађен за 10 катастарских општина док за преосталих 8 још увек није. Прва евиденција на подручју општине успостављена је за време Аустроугарске 1882. године. Омеђавање катастарских општина на подручју Општине Власеница вршено је 1977. године. Исте године извршено је аерофотограметријског снимање чиме је обухваћено 15 од укупно 18 катастарских општина.

3.2 Општина Хан Пијесак

Налази се у источном делу Републике Српске. Политичка општина Хан Пијесак садржи 12 катастарских општина од којих је једна градског типа, а преостале сеоског. Дигитални катастарски план је урађен за 10 катастарских општина док је за преостале у фази израде. Први премер је урађен 1885. године од стране Аустроугарске. Снимање је вршено у размери 1:2880. У 7 катастарских општина делимично су уништени катастарски планови. У тим катастарским општинама основан је пописни катастар. Постоје поједини делови где је он и данас у употреби. Катастар непокретности на подручју општине Хан Пијесак је успостављен у периоду 2015-2017 године.

3.3 Општина Рогатица

Рогатица се налази у источном делу Републике Српске. Општина Рогатица има 31 катастарску општину и за сваку од њих је урађен дигитални катастарски план. Први премер на територији општине Рогатица извршен је у периоду Аустроугарске власти у периоду 1880-1884. године. 1954. године је извршен нови премер градског и приградског дела општине Рогатица. Снимање је извршено поларном и опртогоналном методом, а планови су израђени у размери 1:1000 и 1:2500. У периоду 1984-1985. године извршено је аерофотограметријско снимње целе општине. Последња обнова премера била је 2000. године.

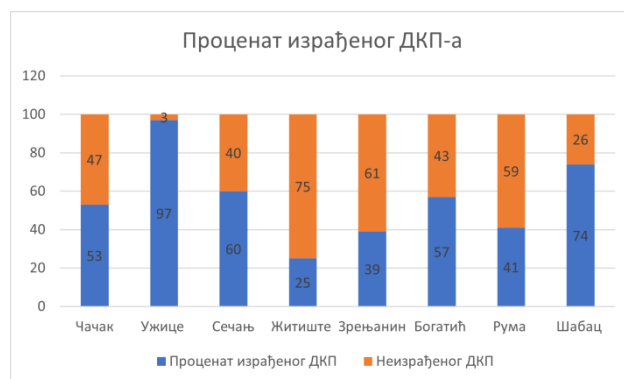
3.4 Општина Фоча

Фоча се налази у југоисточном делу Босне и Херцеговине (БиХ). Катастарска општина Фоча се састоји од 58 катастарских општина. Дигитални катастарски план је израђен за све општине. Први премер извршила је Аустроугарска 1905. године када је успостављена прва потпуна евиденција земљишта. На основу премера израђени су катастарски планови у размери 1:6250. За време Другог светског рата земљишна књига је уништена. На основу литографских копија аустроугарских планова које је поседовала Републичка геодетска управа израђен је пописни катастар за општину Фоча у периоду 1951-1953. године. Први премер је урађен тек 1978. године, премер је извршен од стране Геодетског завода Босне и Херцеговине. На основу премера Општина Фоча је подељена на 58 катастарских општина. Подаци

премера су коришћени за израду катастарског оператa.

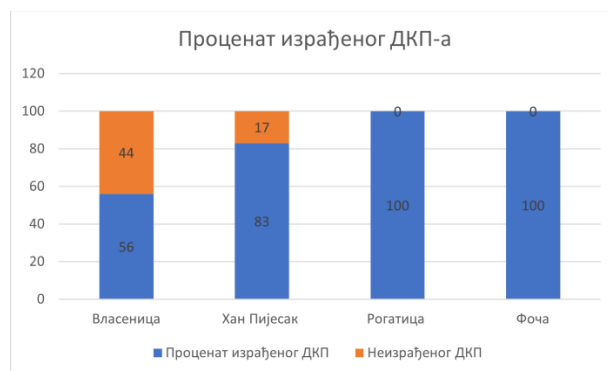
4. УПОРЕДНА АНАЛИЗА

График приказује проценат израђеног и неизрађеног дигиталног катастарског плана (ДКП) за различите општине у Србији: Чачак, Ужице, Сечањ, Житиште, Зрењанин, Богатић, Рума и Шабац. Плава боја представља проценат израђеног ДКП-а у свакој општини. Наранџаста боја представља проценат неизрађеног ДКП-а у истим општинама.



Слика 1. Проценат израђеног ДКП-а по општинама у Републици Србији

Ужице се истиче као општина са највећим степеном дигитализације катастарских планова, док Житиште заостаје са најнижим процентом израђености. Остале општине показују мешовите резултате, са видљивим потенцијалом за унапређење процеса израде ДКП-а, посебно у Зрењанину, Чачку и Сечњу, где је значајан део ДКП-а још неизрађен. Општине са већим процентом неизрађеног ДКП-а треба да идентификују узроке кашњења и убрзају процес како би биле конкурентније и ефикасније у управљању земљиштем.



Слика 2. Проценат израђеног ДКП-а по општинама у БиХ

Историјски посматрано, већина општина је прошла кроз неколико фаза премера, почевши од првих премера у 19. веку до савремених метода као што су аерофотограметрија, док су градски делови снимани класичним методама због велике количине детаља. Општине као што су Ужице и Чачак спровеле су премере у Гаус-Кригеровој пројекцији, која је била стандардна за прецизне картографске радове. С друге стране у Војводини посебно у општинама Зрењанин и

Сечањ, најстарији премери су изведени у стереографској пројекцији. Ова пројекција је такође примењена у општини Рума где је премер у стереографској пројекцији спроведен 1860. године, што га чини једним од најстаријих премера у том региону.

У Босни и Херцеговини први премери су одрађени током Аустроугарске власти крајем 19. века. Ови премери су у многим деловима још увек у примени посебно у руралним срединама, што указује на дуготрајност и значај премера из тог периода. Аустроугарска администрација увела је модернији и прецизнији систем премера који је, иако застарео у неким аспектима, још увек релевантан за поједине катастарске општине у БиХ.

Табела 1. Стање катастра водова у Републици Србији

Катастарска општина	Катастар водова
Чачак	Постоји
Ужице	Постоји
Сечањ	Не постоји
Житиште	Не постоји
Зрењанин	Не постоји
Богатић	Не постоји
Рума	Не постоји
Шабац	Не постоји

Табела 2. Стање катастра водова у Босни и Херцеговини

Катастарска општина	Катастар водова
Власеница	Не постоји
Хан Пијесак	Не постоји
Рогатица	Не постоји
Фоча	Постоји делимично

5. ЗАКЉУЧАК

Циљ истраживања је анализирање стања катастара у појединим општинама у Републици Србији и Босни и Херцеговини. Поред основних података о овим општинама као што је њихов положај и величина, приказани су такође: стање премера, када је тај премер рађен у којој размери, статус ДКП-а.

Анализа премера и катастарских система у Србији и Босни и Херцеговини показала је да обе земље улажу значајне напоре у процес дигитализације катастарских података и увођење савремених метода управљања земљиштем. Ипак постоје изазови које је потребно превазићи како би се ови системи у потпуности модернизовали и учинили функционалнијим. Општине са већим економским и инфраструктурним капацитетом, као што су Чачак, Ужице и Зрењанин, показале су бржи напредак у процесу дигитализације катастарских података, док су руралне општине као што су Богатић и Житиште још увек у раним фазама модернизације. Док је у Босни и Херцеговини због употпуности уништене евиденције неопходна је обнова и дигитаизација која је израђена али не употпуности. Резултат истраживања показао је углавном позитивне резултате. У већини општина посматраних обнова премера је изнад 70%. Док је анализа дигитализације мало лошија. Најнижи проценат дигитализације је у општини Житиште где

је 25%. У посматраним општинама у Босни и Херцеговини је боља ситуације где је најмањи проценат дигитализације 56%. Наставак и убрзање процеса дигитализације катастарских општина у обе земље уз фокус на општине које су у заостатку. Циљ је да се сви подаци учине доступним у дигиталном формату што ће убрзати и поједноставити обраду земљишних и имовинских питања.

Катастар водова је и у Републици Србији и Босни и Херцеговини у лошем стању у већем делу посматраних општина не постоји. Последнице могу бити тешкоће у инфраструктури, ризици за безбедност и недовољна ефикасност. Општина која се издваја јесте Чачак која има формирану базу за катастар водова и картиране и надземне и подземне водове. Решење би могло бити у стандардизацији софтвера коришћеног за картирање.

Неуједначеност у квалитету катастарских података и разлике у коришћеним софтверима указују на потребу за свеобухватном стандардизацијом. Стандардизација би значајно олакшала координацију између различитих институција и смањила број административних грешака.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маринковић Г., Трифковић М., Нинков Т.: „Основе геодезије“, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2016.
- [2] Маринковић Г., Трифковић М.: „Одабрана поглавља из Катастра непокретности“, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2017.
- [3] Закон о државном премеру и катастру непокретности ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 18/2010, 65/2013, 15/2015 - odluka US, 96/2015, 47/2017 - autentično tumačenje, 113/2017 - dr. zakon, 27/2018 - dr. zakon, 41/2018 - dr. zakon, 9/2020 - dr. zakon i 92/2023)
- [4] Миладиновић М.: „Геодетски планови“, Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд 2005.

Кратка биографија:



Бојана Брујић рођена је у Новом Саду 2000. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоматике одбранила је 2024. год.

контакт: bojanabrujic10@gmail.com

Горан Маринковић рођен је у Власеници 1968. г. Докторирао је на Факултету техничких наука 2015. г., а од 2021. г. је у звању ванредног професора.

контакт: goranmarinkovic@uns.ac.rs

ANALIZA STANJA PREMERA I KATASTRA U OPŠTINAMA VRBAS, SRBOBRAN I TEMERIN**THE ANALYSIS OF THE STATE OF SURVEYING AND CADASTRE IN THE MUNICIPALITIES OF VRBAS, SRBOBRAN AND TEMERIN**Anđela Mračević, Goran Marinković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA**

Kratak sadržaj – Ovaj rad analizira površine zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin, koristeći statističke podatke iz katastarskih operata. Fokus istraživanja je na tipovima zemljišta i njihovim površinama, što je ključan faktor za efikasno upravljanje zemljišnim resursima. Korišćeni podaci pružaju pregled raspodele zemljišnih površina u ovim opštinama.

Ključne reči: katastar, površine zemljišta, tipovi zemljišta, Vrbas, Srbobran, Temerin

Abstract – This paper analyzes land surface areas in the municipalities of Vrbas, Srbobran and Temerin, using cadastral data. The focus of the research is on land types and their surface areas, which are key factors for effective land resource management. The data provide an overview of the distribution of land surfaces in these municipalities..

Keywords: cadastral, land surfaces areas, land types, Vrbas, Srbobran, Temerin

1. UVOD

Katastar predstavlja skup grafičkih i pisanih dokumenata u kojima je iskazan određen broj informacija o svakoj tačno definisanoj parceli i o nepokretnostima koje se na njoj nalaze [1].

Ranije se u Srbiji katastar sastojao iz katastra zemljišta i zemljišne knjige, dok su na nekim mestima bile dostupne i knjige tapija, dok danas katastar čine katastar nepokretnosti i katastar vodova [2].

Katastar nepokretnosti je javna knjiga koja predstavlja osnovnu evidenciju o nepokretnostima i pravima na njima. Prava na nepokretnostima stižu se, prenose, ograničavaju i prestaju upisom u katastar nepokretnosti [3]. Nepokretnosti za koje se vrši upis u katastar nepokretnosti su: zemljišta, zgrade, posebni delovi zgrada (stanovi i poslovne prostorije) i drugi građevinski objekti sa stvarnim pravima, teretima i ograničenjima [4].

Predmet ovog istraživanja su statistički podaci o površinama i tipovima zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin preuzetih iz katastarskih operata. Cilj istraživanja jeste da se prikaže uporedna analiza površinskih karakteristika zemljišta u ovim

političkim opštinama, zasnovana na podacima iz katastarskih operata, kako bi se obezbedio jasan pregled trenutnog stanja zemljišnih resursa.

2. MATERIJALI I METODE

Područje istraživanja obuhvata političke opštine Vrbas, Srbobran i Temerin, koje se nalaze u Vojvodini, odnosno Južnobačkom okrugu. Svaka od ovih opština ima specifične karakteristike u upravljanju zemljištem i nepokretnostima. Opština Vrbas uključuje katastarske opštine Vrbas, Vrbas Grad, Kucura, Kosačić, Savino Selo, Ravno Selo, Zmajevu i Bačko Dobro Polje. Ova opština je poznata po svojoj raznovrsnoj poljoprivrednoj proizvodnji, sa naglaskom na ratarske i povrtarske kulture. Katastarske opštine kao što su Kucura i Zmajevu imaju bogatu istoriju u poljoprivredi, dok urbane opštine poput Vrbas Grada pružaju uvid u urbano-ruralne interakcije. Opština Srbobran obuhvata katastarske opštine Srbobran, Turiju, Nadalj I i Nadalj II. Ova opština se karakteriše po kombinaciji poljoprivrednih i industrijskih aktivnosti. Katastarske opštine Turija i Nadalj su poznate po svojim specifičnim lokalnim poljoprivrednim praksama, koje pružaju uvid u različite metode upravljanja zemljištem i njihov uticaj na lokalnu ekonomiju. Opština Temerin, koja uključuje katastarske opštine Temerin, Bački Jarak i Sirig, ima značajnu ulogu kao suburbano naselje sa rastućim urbanizacionim pritiskom. Katastarske opštine Bački Jarak i Sirig su primeri područja koja balansiraju između poljoprivrednih i stambenih potreba, pružajući jedinstvenu perspektivu na izazove upravljanja zemljištem u tranziciji. Kroz analizu podataka iz katastarskog operata za sve navedene katastarske opštine, istraživanje će obuhvatiti raznovrsne aspekte upravljanja zemljištem, vlasništva, tereta, objekata, upisanih lica i domaćinstava. Ovi podaci će biti sistematizovani i analizirani kako bi se identifikovali ključni faktori koji utiču na korišćenje zemljišta i upravljanje resursima u ovim opštinama. Istraživanje se oslanja na kvantitativnu metodologiju, sa fokusom na analizu podataka iz katastarskog operata. Metode uključuju deskriptivnu statistiku za prikazivanje osnovnih karakteristika podataka, kao i grafičku prezentaciju za vizualizaciju trendova i međusobnih odnosa između različitih parametara. Takođe, primenjena je komparativna analiza između opština kako bi se identifikovali ključni faktori i trendovi koji utiču na katastarska stanja.

NAPOMENA:

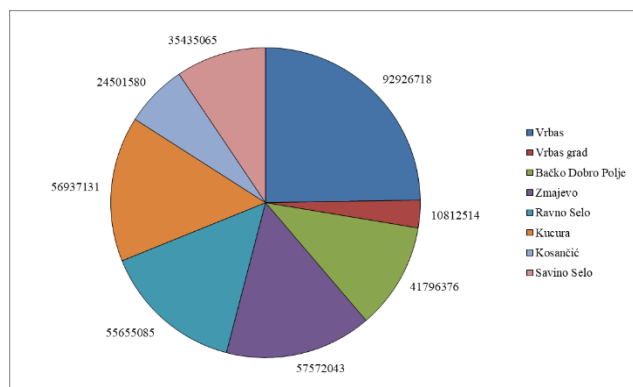
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Marinković, vanredni profesor

3. REZULTATI

Podaci o površinama i tipovima površina su preuzeti iz katastarskih operata u katastrima u Vrbasu, Srbobranu i Temerinu. Podaci su prikazani u katastarskom operatu prema katastarskim opštinama.

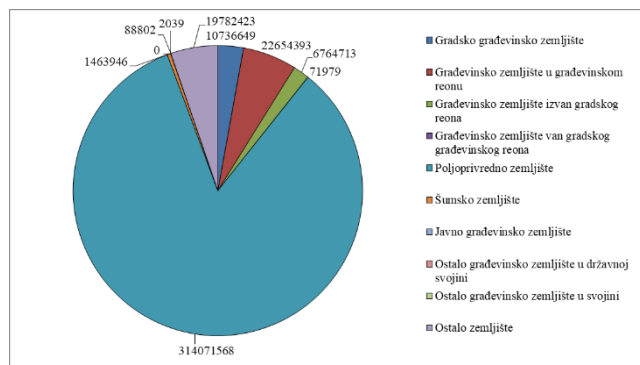
3.1. Politička opština Vrbas

U političkoj opštini Vrbas se nalaze sledeće katastarske opštine: K.O. Vrbas, K.O. Vrbas- grad, K.O. Bačko Dobro Polje, K.O. Zmajevo, K.O. Ravno Selo, K.O. Kucura, K.O. Kosančić i K.O. Savino Selo. Na slici 1 je prikazan grafik površina navedenih katastarskih opština izraženih u kvadratnim metrima.



Slika 1. Površine katastarskih opština u političkoj opštini Vrbas

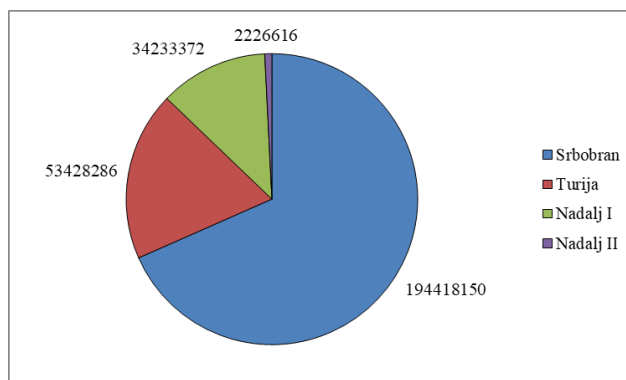
Za političku opštinu Vrbas pregled površina za različite tipove zemljišta se nalazi na slici 2.



Slika 2. Pregled tipova površina u političkoj opštini Vrbas

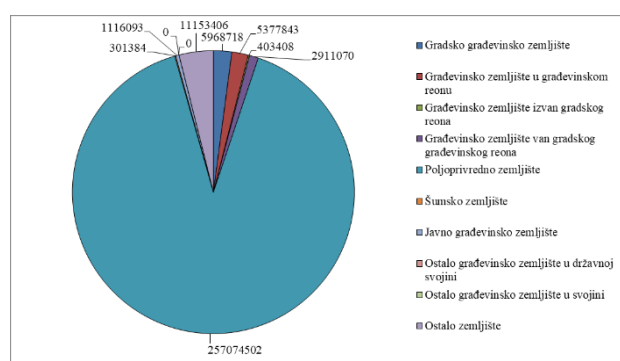
3.2. Politička opština Srbobran

K.O. Srbobran, K.O. Turija, K.O. Nadalj I i K.O. Nadalj II pripadaju političkoj opštini Srbobran. Površine ovih katastarskih opština izražene u kvadratnim metrima su prikazane na grafiku na slici 3.



Slika 3. Površine katastarskih opština u političkoj opštini Srbobran

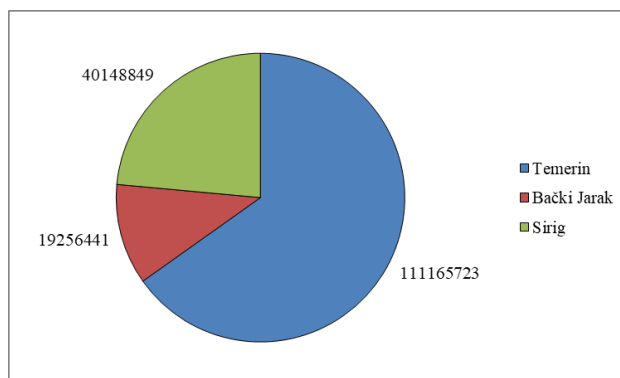
Na slici 4 su prikazane površine prema tipu za političku opštinu Vrbas izražene u kvadratnim metrima.



Slika 4. Pregled tipova površina u političkoj opštini Srbobran

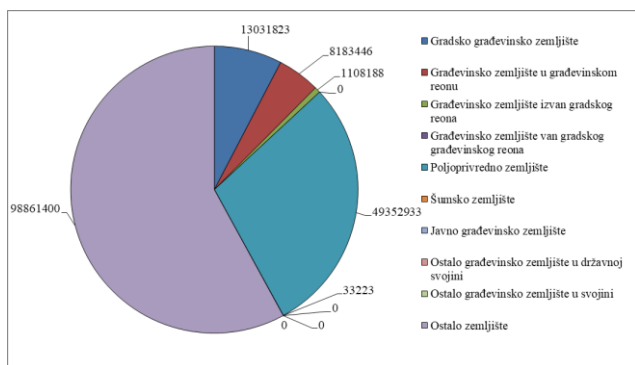
3.3. Politička opština Temerin

Politička opština Temerin obuhvata K.O. Temerin, K.O. Bački Jarak i K.O. Sirig. Slika 5 prikazuje grafik površina nabrojanih katastarskih opština izraženih u kvadratnim metrima.



Slika 5. Površine katastarskih opština u političkoj opštini Temerin

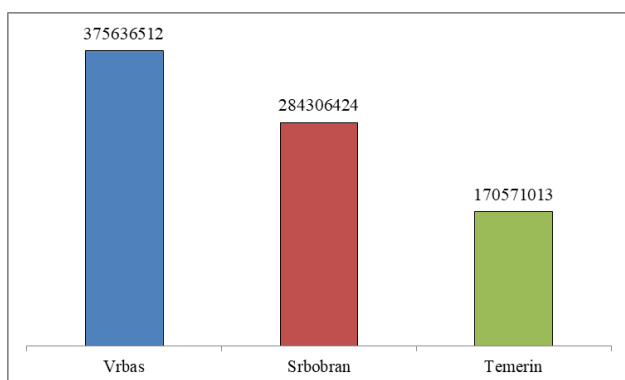
Površine tipova zemljišta u političkoj opštini Temerin su prikazani na grafiku na slici 6.



Slika 6. Pregled tipova površina u političkoj opštini Temerin

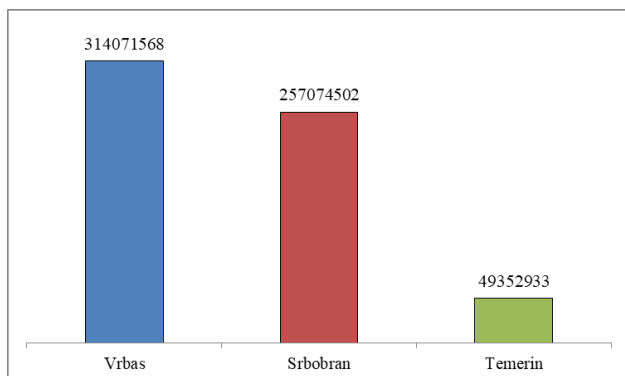
4. UPOREDNA ANALIZA POVRŠINA POLITIČKIH OPŠTINA VRBAS, SRBOBRAN I TEMERIN

Na grafiku sa slike 7 su prikazane površine političkih opština Vrbas, Srbobran i Temerin izražene u metrima kvadratnim.



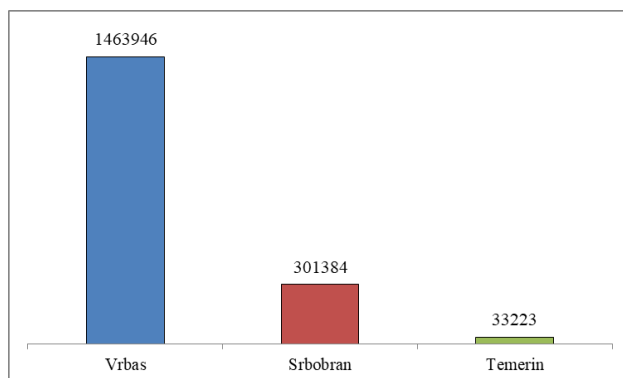
Slika 7. Pregled ukupnih površina političkih opština Vrbas, Srbobran i Temerin

Na grafikonu (Slika 8.) jasno se vidi da opština Vrbas ima najznačajniju površinu poljoprivrednog zemljišta, sa ukupno 314,071,568 m², dok Srbobran takođe pokazuje značajnu površinu od 257,074,502 m². U poređenju sa njima, Temerin ima znatno manju površinu poljoprivrednog zemljišta, koja iznosi 49,352,933 m².



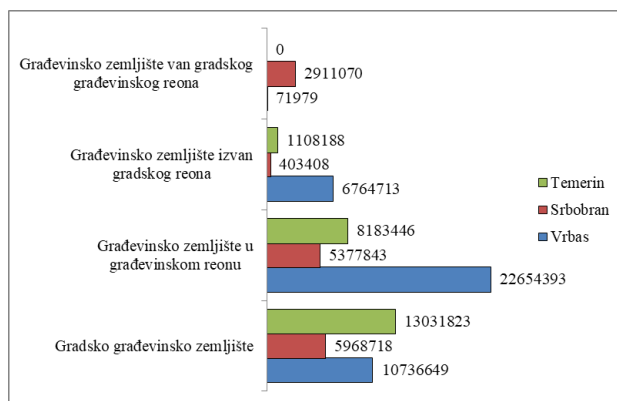
Slika 8. Uporedni prikaz površina poljoprivrednog zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin

Opština Vrbas ima najveću površinu šumskog zemljišta, dok Temerin ima daleko manje (Slika 9).



Slika 9. Uporedni prikaz površina šumskog zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin

Grafikon na slici 10. prikazuje površine četiri tipa građevinskog zemljišta za opštine Vrbas, Srbobran i Temerin. Na osnovu prikazanih podataka, Temerin ima najveću površinu gradskog građevinskog zemljišta, sa 13,031,823 m², dok Vrbas i Srbobran imaju manje površine u ovoj kategoriji. U kategoriji građevinskog zemljišta u građevinskom reonu, Vrbas ima najveću površinu od 22,654,393 m², dok Srbobran i Temerin imaju manje vrednosti. Za građevinsko zemljište izvan gradskog reona, Vrbas takođe ima veću površinu u odnosu na druge opštine. U kategoriji građevinskog zemljišta van gradskog građevinskog reona, Srbobran se izdvaja sa površinom od 2,911,070 m², dok Temerin nema registrovane površine.



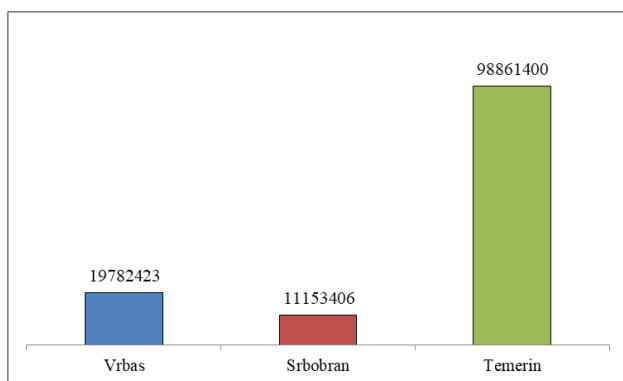
Slika 10. Uporedni prikaz površina građevinskog zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin

Tabela 1 prikazuje površine javnog građevinskog zemljišta i drugih vrsta građevinskog zemljišta u državnoj i privatnoj svojini za opštine Vrbas, Srbobran i Temerin. Prema prikazanim podacima, Vrbas i Temerin nemaju registrovane površine javnog građevinskog zemljišta, dok Srbobran ima značajnu površinu od 1,116,093 m² u ovoj kategoriji. U pogledu zemljišta u državnoj svojini, Vrbas je registrovao 88,802 m², dok Srbobran i Temerin nemaju registrovane površine. Za ostalo građevinsko zemljište u privatnoj svojini, samo Vrbas ima minimalnu površinu od 2,039 m², dok Srbobran i Temerin nemaju takvo zemljište.

Tabela 1. *Površine ostalih tipova zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin*

K.O.	Javno građevinsko zemljište	Ostalo građevinsko zemljište u državnoj svojini	Ostalo građevinsko zemljište u svojini
Vrbas	0	88802	2039
Srbobran	1116093	0	0
Temerin	0	0	0

Grafikon na slici 11. prikazuje površine nekategorisanog zemljišta za opštine Vrbas, Srbobran i Temerin. Ovi podaci ukazuju na značajne razlike u raspodeli nekategorisanog zemljišta između opština. Vrbas ima površinu od 19.782.423 m², što predstavlja značajan deo ukupnog zemljišta koje nije precizno kategorizovano u prethodnim vrstama. Srbobran ima površinu od 11.153.406 m², dok Temerin ima najveću površinu od 98.861.400 m² u ovoj kategoriji.



Slika 11. *Uporedni prikaz površina nekategorisanog zemljišta u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin*

U tabeli 2 su prikazane prosečne površine katastarskih parcela u ataru, za političke opštine Vrbas, Srbobran i Temerin izražene u kvadratnim metrima.

Tabela 2. *Prosečna površina katastarske parcele u političkim opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin*

Politička opština	Broj katastarskih parcela u opštini	Prosečna površina parcele u opštini
Vrbas	48090	7811.11
Srbobran	24505	11601.98
Temerin	11471	14869.76

5. ZAKLJUČAK

Analizom podataka o površinama i tipovima površina u ovom radu se dolazi do zaključaka koji ukazuju na razlike u strukturi zemljišta među opštinama Vrbas, Srbobran i Temerin. Poljoprivredno zemljište dominira u Vrbasu i Srbobranu, što naglašava njihov agrarni karakter i ukazuje na važnost poljoprivrede u ovim opštinama. S druge strane, u Temerinu, najveća površina otpada na nekategorisano zemljište, što ukazuje na drugačiju strukturu i potencijal za različite oblike razvoja,

uključujući industrijske, komunalne ili rekreativne svrhe. Što se tiče građevinskog zemljišta, Vrbas pokazuje visok nivo urbanizacije, sa značajnim delom zemljišta unutar građevinskog reona, dok Temerin, iako sa većom površinom gradskog građevinskog zemljišta, još uvek ima prostor za dalji urbani rast. Srbobran ima manju površinu građevinskog zemljišta, ali značajno mesto zauzima javno građevinsko zemljište, što može ukazivati na aktivnu javnu infrastrukturu i javne projekte u toj opštini. Šumsko zemljište je najmanje zastupljeno u sve tri opštine, posebno u Temerinu, što ukazuje na manji značaj šumarstva u ovim područjima. Ovi podaci su neophodni za dalja planiranja, kako za poljoprivredu, urbanizaciju, tako i za korišćenje nekategorisanih površina u svrhu infrastrukturnog i ekonomskog razvoja.

6. LITERATURA

- [1] Đurović, R.: Koncept održavanja državnog premera i katra nepokretnosti, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet- Odsek za geodeziju, Beograd, **2016**
- [2] Miladinović, M.: Katastar nepokretnosti, Arheološko-građevinsko-geodetski fakultet, Banja Luka, **2013**
- [3] Trifković, M., Marinković, G.: Odabrana polavlja iz katastra nepokretnosti, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, **2017**
- [4] Aleksić, I., Vujanac, B., Dugonjić, M.: Katastar nepokretnosti- osnovni strateški cilj Republičkog geodetskog zavoda Srbije, Prvi kongres o katastru u BiH, Geodetsko društvo Herceg-Bosne, Neum, **2017**

Kratka biografija:



Andela Mračević rođena je 1998. godine u Bačkoj Topoli. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Geodezija i geomatika, odbranila je 2024.

Kontakt: axyandjela98@gmail.com

Goran Marinković rođen 1968. godine u Vlasenici. Doktorirao je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a od 2021. je u zvanju vanrednog profesora.

Kontakt: goranmarinkovic@uns.ac.rs

**ANALIZA SATELITSKIH SNIMAKA PRIMENOM PYTHON BIBLIOTEKA I METODA
SPEKTRALNE MEŠAVINE****ANALYSIS OF SATELLITE IMAGES USING PYTHON LIBRARIES AND SPECTRAL
MIXTURE METHODS**

Sebastijan Ristić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj – U radu je izvršena analiza modela spektralnih smeša (SMA) nad satelitskim snimcima Sentinel-2 platforme, u cilju klasifikacije setvenih kultura na užem području Bačkog okruga. Za obradu snimaka korišćen je Python programski jezik i njegove biblioteke.

Ključne reči: Daljinska detekcija, Python, SMA, klasifikacija

Abstract – The paper presents an analysis of spectral mixture models (SMA) on satellite images from the Sentinel-2 platform, aimed at classifying crop types in specific area of Bačka district. The processing of the images was carried out using Python programming language and its libraries.

Keywords: Remote sensing, Python, SMA, classification

1. UVOD

Zbog velikog broja satelitskih podataka koji su dostupni danas, postavlja se pitanje kako na efikasan način prikupiti, analizirati i interpretirati ove informacije. Iz ovog razloga, potrebno je usmeriti pažnju ka primeni Python programskom jeziku, koji svojim bibliotekama predstavlja izuzetno rešenje za obradu i analizu satelitskih snimaka.

Izrada ovog master rada, bazira se na obradi Sentinel – 2 satelitskih snimaka primenom različitih Python biblioteka za potrebu klasifikacije useva na području u Bačkom okrugu. Kroz ovaj rad su prikazane neophodne faze pripremnih radnji, razvoja metoda, obrade, prikaza i analize dobijenih rezultata, a sve sa ciljem klasifikacije useva primenom Spectral mixture analysis modela, odnosno modela spektralnih smeša, kao i ograničenja koja se javljaju prilikom primene ovih modela.

Takođe, ovim master radom obuhvaćena je analiza zastupljenosti poljoprivrednih kultura: graška, pšenice, kukuruza, suncokreta, soje i ječma, na posmatranom području i uticaj fenoloških faza na rezultat klasifikacije.

2. PYTHON BIBLIOTEKE

Python programski jezik je postao rasprostranjen za mnoge primene u oblastima nauke i radu sa podacima. Ovaj programski jezik kombinuje snagu programskih jezika opšte namene sa jednostavnošću skript jezika

Python programski jezik je postao rasprostranjen za mnoge primene u oblastima nauke i radu sa podacima. Ovaj programski jezik kombinuje snagu programskih jezika opšte namene sa jednostavnošću skript jezika specifičnih za određene oblasti kao što su MATLAB ili R programski jezik. Python raspolaže bibliotekama za učitavanje podataka, vizualizaciju, statistiku, obradu prirodnog jezika, obradu slika i mnoge druge oblasti. Ovaj bogat alatni set pruža širok spektar funkcionalnosti opšte namene i specifičnih funkcionalnosti. Jedna od glavnih prednosti korišćenja Python-a je mogućnost direktne interakcije sa kodom, kroz terminal ili druge alate poput Jupyter Notebook.

Za ove procese je od suštinskog značaja imati alate koji omogućavaju brzu i jednostavnu interakciju. Kao jezik opšte namene, Python takođe omogućava kreiranje kompleksnih grafičkih interfejsa (GUI) i web servisa, kao i integraciju u postojeće sisteme [2].

Python programski jezik ima obimnu kolekciju biblioteka koje svoju primenu nisu pronašle isključivo u daljinskoj detekciji, već se one koriste i u različitim naučnim oblastima, kao i pri obradi velikih skupova podataka. Na osnovu same rasprostranjenosti primene, jasno je da ove biblioteke predstavljaju moćne alate za manipulaciju i analizu podataka, vizualizaciju, kao i za potrebe mašinskog učenja.

3. PRIPREMA PODATAKA

Osnovni cilj ovog master rada jeste formiranje i primena modela za klasifikaciju geoprostornih podataka, odnosno primena matematičkog modela koji se koristi za razdvajanje i grupisanje spektralnih vrednosti različitih vegetacionih pokrivača koji su prisutni na slici. Matematički model koji se analizira jeste Spectral Mixture Analysis, kojim je objašnjeno kako se na osnovu ulaznih rasterskih podataka i obučavajućih skupova dobijaju nove informacije, odnosno konačan rezultat klasifikacije. Na ovaj način se krajnjem korisniku na osnovu ulaznih podataka, koji u osnovi predstavljaju polazne parametre klasifikacije, omogućava da kao rezultat realizuje klasifikovano područje od interesa.

3.1. Područje analize

Ovaj master rad fokusira se na klasifikaciji zemljišta u centralnom delu Bačkog okruga u Srbiji. Centralni deo Bačkog okruga predstavlja ključnu regiju u Srbiji u kojoj se javljaju najčešće promene u upotrebi zemljišta, posebno u sferi poljoprivrede, urbanizma i ekoloških promena. Cilj ove analize se zasniva na dubljem razumevanju načina na

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Dušan Jovanović.

Jedan od razloga za izbor ovog područja za analizu (Slika 1), odnosno klasifikaciju, jeste njego^{va} ekonomska i društveno-privredna vrednost. Bački okrug je poznat po raznolikom korišćenju zemljišnjih resursa i njegovom uticaju na prehrambenu industriju u Srbiji. Analizom klasifikacije zemljišta na ovom području se može bolje razumeti koje poljoprivredne kulture prednjače u proizvodnji.



3.2. Vektorski ulazni podaci

Izuzimanjem ovih marginalnih slučajeva, preostaje ukupno 27 katastarskih parcela i one definišu kulture prikazane u Tabeli 1. Ove kulture ujedno predstavljaju klase na osnovu kojih se vrši klasifikacija i analiza zastupljenosti navedenih kultura na posmatranom području.

Naziv klase	Broj obučavajućih skupova
grašak	2
pšenica	5
suncokret	1
kukuruz	12
soja	5
ječam	2

3.3. Rasterski ulazni podaci

Kulture koje se klasifikuju; grašak, pšenica, kukuruz, suncokret, soja i ječam, imaju međusobno različite periode u kojim dostižu maksimalan intenzitet vegetacije, kao i različit period ubiranja plodova. Shodno tome, kao i

5. SPEKTRALNA SMEŠA PIKSELA

S obzirom da, u zavisnosti od prostorne rezolucije satelitskog snimka, jednim pikselom može se predstaviti veća ili manja površina Zemlje (Slika 2), metodom *SMA* se viši analiza i klasifikacija sa ciljem određivanja koji element i u kojem udelu je zastupljen na sceni koja je predstavljena pikselom.

This image shows an aerial view of a forest floor, divided into a 3x3 grid by yellow lines. Three labels with arrows point to specific features: 'Pesak' (sand) points to a light-colored, sandy area in the top-left; 'Trava' (grass) points to a green, grassy area in the middle-left; and 'Drvo' (tree) points to a dark, circular tree trunk in the center.

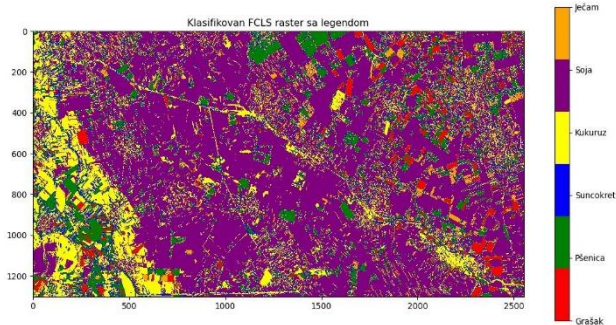
$$R_i = \sum_{k=1}^n f_k A_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Model se zasniva na postojanju dve vrste ograničenja koja se moraju zadovoljiti. Prvim ograničenjem je definisano da vrednosti udela unutar piksela moraju biti pozitivne i manje ili jednake jedan, dok je drugim ograničenjem definisano da suma svih udela mora biti jednaka jedan (Израз 2 [3]).

$$0 \leq f_k \leq 1 \quad \text{i} \quad \sum_{k=1}^n f_k = 1 \quad (2)$$

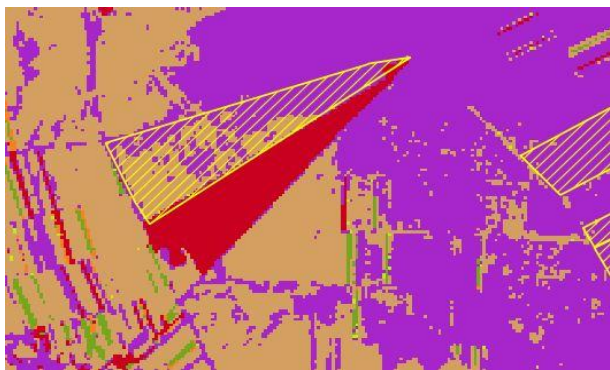
Na osnovu prethodno realizovanog potpuno ograničenog modela spektralnih smeša, koji je proizveo matematički logične rezultate, na osnovu kojih se može ustanoviti zastupljenost setvene kulture u svakom pikselu, potrebno je izvršiti klasifikaciju dobijenih vrednosti za svaki piksel analiziranog područja.

U prilogu *klasifikacija.py* može se videti način na koji je izvršena primena numpy i matplotlib biblioteka za klasifikaciju područja od interesa, a rezultat je prikazan na slici 3.



Slika 3. Rezultata klasifikacije vrednosti FCLS modela za mesec april

Napred priloženom slikom 3 su prikazani kvalitetni rezultati klasifikacije na nivou celokupnog područja, ali ukoliko se detaljnije pogleda rezultat klasifikacije, odnosno na nivou jedne ili više parcela (Slika 4), rezultat je malo drugačiji.



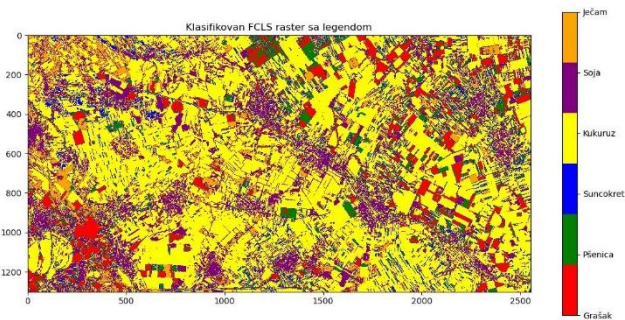
Slika 4. Rezultat klasifikacije na nivou parcele kukuruza

Uočljivo je da poligon, odnosno parcela, koja je korišćena kao jedan od obučavajućih skupova za klasu kukuruza, nakon klasifikacije ne sadrži samo klasu kukuruza (žuta boja), već u značajnoj meri i klasu soje (ljubičasta boja).

6.1. Klasifikacioni model tokom vremena

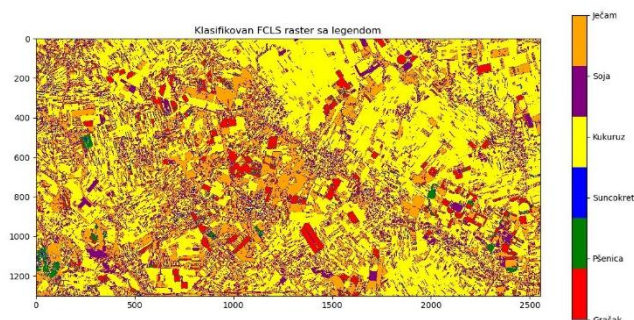
Razmatranje modela klasifikacije i proizvedenih rezultata u prethodnoj fazi ovog naučnog rada, izvršeno je za april mesec. Količina biomase, kao što su broj listova, stepen prokljalosti odnosno razvijenosti biljke, varira među poljoprivrednim kulturama posmatranim u aprilu mesecu i značajno utiče na rezultat klasifikacije. Kulture koje su obuhvaćene ovom analizom, odnosno: kukuruz, pšenica, soja, grašak, suncokret i ječam, nalaze se u različitim fazama rasta, što značajno može uticati na njihove spektralne karakteristike.

Prema tome, rezultat klasifikacije u prethodnoj analizi u velikoj meri nije merodavan usled slabe razvijenosti kulture kukuruza, soje, graška i suncokreta, pa se shodno tome prate promene nastale primenom potpuno ograničenog modela spektralnih smeša i klasifikacionog modela na satelitski snimak iz maja i avgusta meseca 2018. godine.



Slika 5. Klasifikovano područje za mesec maj pomoću FCLS modela

Nakon jasno uočljivih razlika između rezultata klasifikacije sprovedene za april i maj mesec, na isti način se pristupa klasifikaciji satelitskog snimka od 28. avgusta 2018. godine, a rezultat je prikazan na slici 6.



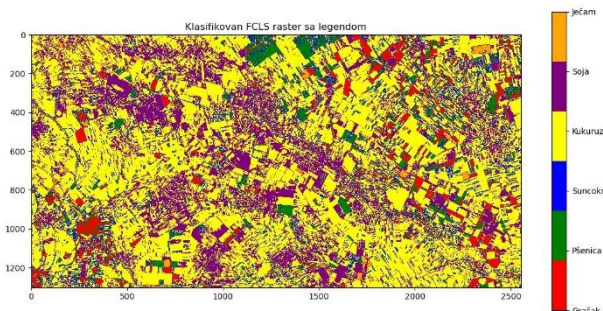
Slika 6. Klasifikovano područje za mesec avgust pomoću FCLS modela

S obzirom da ovaj snimak datira iz poslednjih dana avgusta, odnosno iz perioda kada na njivama više nisu prisutne neke od kultura, niti zelena biomasa, već samo suva biomasa spremna za žetvu, koja dovodi do značajne varijabilnosti u modelu spektralnih smeša i klasifikacije, može se smatrati da klase koje su u svojim završnim fazama jesu lakše prepoznatljive, ali se preklapanjem suvih ostataka može smanjiti tačnost, pa tako rezultati sa slike 6 imaju najmanju merodavnost za sve klase osim za klasu kukuruza.

Na osnovu navedenog, jasno je da rezultati koji su dobijeni klasifikacijom FCLS metodom za sva tri pojedinačno analizirana meseca, opterećena sezonskim promenama u vegetaciji, osvetljenju, atmosferi i drugim faktorima koji mogu uticati na rezultate FCLS modela.

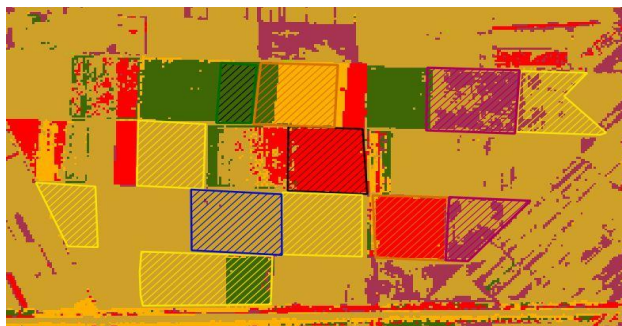
Formiranjem rastera srednjih vrednosti (slika 7) na osnovu FCLS metode za rezultate iz aprila, maja i avgusta meseca, načinjen je značajan korak u analizi i obradi podataka. Ovaj postupak je omogućio smanjenje sezonskih varijacija koje mogu da utiču na rezultate, jer su vegetacija, atmosferski uslovi i osvetljenje skloni promenama tokom godine.

Analizirajući celokupno područje, jasno je uočljivo da je kukuruz i dalje dominantna kultura, što ukazuje na veliku zastupljenost ove kulture tokom meseci koji su obuhvaćeni srednjim vrednostima. Pored toga, soja, pšenica i grašak su takođe značajno prisutne, ali u manjem obimu. Takođe, primetno je da manji regioni sa specifičnim kulturama koje se izdvajaju, kao što su suncokret i ječam, se pojavljuju u ograničenim delovima. Rezultat ovog rastera je omogućio bolji uvid u prostornu dinamiku useva na celokupnom području.



Slika 7. Klasifikovano područje srednjih vrednosti FCLS modela za mesece april, maj i avgust

Međutim, fokusiranjem na deo područja analize na kojem se nalaze parcele, odnosno poligoni, koji su predstavljali obučavajuće skupove za svaku od analiziranih klasa (slika 8), vizuelnom analizom se može ustanoviti kvalitet dobijenih rezultata. Parcele su prikazane bojom koja odgovara klasi koju predstavljaju, osim parcele graška koja je prikazana crnom bojom i pšenice koja je prikazana zelenim poligonom i crnom šrafurom, radi bolje prepoznatljivosti.



Slika 8. Poređenje klasifikacije i parcela analiziranih klasa

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu, primenom različitih Python biblioteka, kao i funkcija koje one nude, analiziran je razvoj modela spektralnih smeša i njegova primena za klasifikaciju poljoprivrednih kultura u različitim mesecima. Paralelno sa realizacijom modela spektralnih smeša su identifikovani ključni izazovi i prednosti ove metode. Analiza rezultata pokazala je da su spektralne karakteristike, fenološke faze posmatranih kultura i vreme snimanja područja od interesa, značajno uticale na preciznost klasifikacije i postizanje merodavnih rezultata.

Python biblioteka, poput *NumPy*, *SciPy*, *rasterio* i *Matplotlib*, bile su neophodne za implementaciju i analizu modela spektralnih smeša. Biblioteke *NumPy* i *SciPy*, omogućile su matematičke operacije i funkcije za razdvajanje spektralnih komponenti piksela, dok je *rasterio* biblioteka korišćena za unos i obradu podataka, uz primenu *Matplotlib* biblioteke za prikaz rezultata.

Potpuno ograničeni model spektralnih smeša, kao konačan i jedini model koji je proizveo merodavne rezultate, u aprilu mesecu je zbog početnih faza rasta i vrlo niskog stepena zelene biomase, proizveo rezultate koji su vrlo male pouzdanosti.

Analizom rezultata iz maja meseca, uočljivo je značajno poboljšanje rezultata klasifikacije za sve kulture zbog

intenzivnog vegetativnog rasta i jasnije izraženih spektralnih svojstava. Fenološke faze poput cvetanja i formiranja ploda, pružile su dodatne spektralne informacije, koje su primenom numeričkih alata iz *SciPy* biblioteke poboljšale optimizaciju rezultata.

Klasifikacija rezultata za avgust mesec pokazala je da promena spektralnih karakteristika, usled sušenja i žetve, unosi kompleksnost među rezultatima, pa tako kukuruz koji se nalazi u fazi zrenja, poseduje visoku spektralnu refleksiju i lako prepoznatljive spektralne osobine, dok druge klase poput pšenice i ječma, koje su već požnjene, pokazuju izraženu spektralnu varijabilnost. *Matplotlib* biblioteka omogućila je lako uočavanje ovih promena, što je ključno za interpretaciju rezultata.

Formiranjem rastera srednjih vrednosti na osnovu FCLS metode predstavlja praktično i efikasno rešenje za analizu podataka kroz duži vremenski period. Ovaj pristup je pružio dublji uvid u konačan rezultat klasifikacije, te je ujedno otklonio problem sezonskih varijacija koje mogu da utiču na rezultate, jer su vegetacija, atmosferski uslovi i osvetljenje skloni promenama tokom godine.

Python biblioteke su ključne za primenu modela spektralnih smeša i klasifikaciju po maksimalnoj vrednosti. Primenom ovih alata ostvarena je efikasna obrada velikih setova podataka i precizna analiza rezultata. Takođe je prikazano da Python jezik i detaljna dokumentacija za svaku od biblioteka, omogućava da se apstraktne matematičke ideje primene u konkretnim proračunima i analizama, te je shodno tome opravdano jedan od vodećih programskih jezika u nauci.

8. LITERATURA

- [1] *SentinelHub*, <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/bands/> (pristupljeno 19.09.2023.)
- [2] Andreas C. Muller, Sarah Guido, "Introduction to Machine Learning with Python" 1st edition, Доступно на: [https://www.nrigrupindia.com/e-book/Introduction%20to%20Machine%20Learning%20with%20Python%20\(%20PDFDrive.com%20\)-min.pdf](https://www.nrigrupindia.com/e-book/Introduction%20to%20Machine%20Learning%20with%20Python%20(%20PDFDrive.com%20)-min.pdf), 5-7, (pristupljeno 17.09.2023.)
- [3] John A. Richards, *Remote Sensing Digital Image Analysis – Fifth edition*; Berlin – Heidelberg, 2013, 424-426

Kratka biografija:

Sebastijan Ristić rođen je u Kikindi 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezije i geomatike odbranio je 2024.god. kontakt: sebaristic@gmail.com

ISPITIVANJE TAČNOSTI ROBOTIZOVANE TOTALNE STANICE TRIMBLE S5

TESTING THE ACCURACY OF THE ROBOTIC TOTAL STATION TRIMBLE S5

Jovan Bačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA

Kratak sadržaj – U okviru teorijskih osnova master rada obrađene su metode za merenje i greške koje se javljaju pri merenju horizontalnih pravaca i dužina. Takođe, opisana je konstrukcijski korišćena totalna stanica i odgovarajući postupak ispitivanja i rektifikacije totalne stanice, kao i primenjeni matematički modeli obrade podataka realizovanih merenja. U okviru praktičnog primera izvršena je obrada podataka i prikaz rezultata u vidu numeričkih, grafičkih i tabelarnih priloga..

Ključne reči: Girusna metoda, Robotizovana totalna stanica, MNK, JAG3D.

Abstract – As part of the theoretical foundations of the master's thesis, methods for measurement and errors that occur during the measurement process of horizontal directions and lengths are covered. Also, the constructionally used total station and the appropriate procedure for testing and rectifying the total station are described and the applied mathematical models for data processing of the measurements. In the practical example, the collected data were processed and the results were presented as numerical, graphic, and tabular appendices.

Keywords: Gyrus method, Robotic total station, LSA, JAG3D.

1. UVOD

Za poslove inženjerske geodezije, totalne stanice su danas nezamenljivi instrumenti sa mnoštvom pogodnosti i pomoćnih opcija koje prvenstveno olakšavaju i višestruko ubrzavaju obavljanje poslova. Postoji novi napredak u geodetskoj industriji sa dodatkom robotizovane totalne stanice, kojom se može upravljati na daljinu, što znači da je potreban samo jedan operater na terenu, a ne tradicionalni tim od dve osobe, odnosno geodete i pomoćnika. Aktiviranjem samo jednog funkcijskog tastera može se izvršiti više različitih funkcija (izmeri se kosa dužina, na ekranu se prikaže kosa i hor. dužina i visinska razlika, sračunaju se koordinate vizurne tačke...).

Podaci koji su dobijeni za potrebe ovog master rada su snimljeni pomoću robotizovane totalne stanice Trimble S5. Lokacija izvođenja eksperimentalnih istraživanja je Univerzitetski kampus, tačnije Trg Dositeja Obradovića 3. Cilj ovog rada je da se dobiju nezavisna merenja ispitivanja robotizovane totalne stanice pre i nakon kalibracije instrumenta, a da se zatim uz pomoć formula izračunaju i uporede vrednosti snimanja.

NAPOMENA:

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

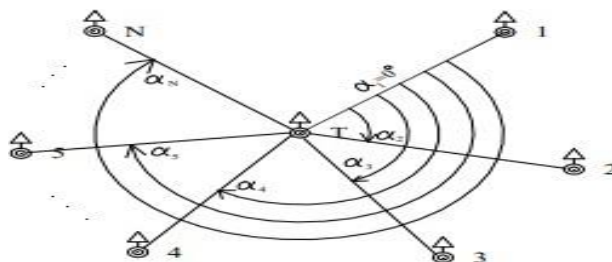
2. METODE I PRINCIPI MERENJA HORIZONTALNIH PRAVACA I DUŽINA

2.1. Metode merenja horizontalnih pravaca

Postoji više postupaka rada, odnosno različitih metoda merenja horizontalnih uglova. One se razlikuju po tačnosti i ekonomičnosti, a to su: prosta, girusna, Šrajberova, Francuska, Švajcarska, metoda zatvaranja horizonta, metoda dvostrukih kombinacija itd. U radu će biti objašnjena samo girusna metoda.

2.1.1. Girusna metoda

Girusna metoda predstavlja metodu merenje uglova u oba položaja durbina. Opažaju se pravci, a uglovi se dobijaju kao razlike vrednosti odgovarajućih pravaca (Slika 1.). Pre početka merenja, mora se odabrati tačka za početnu vizuru. U trigonometrijski obrazac br.1 (T.O.1), upisuju se topografske oznake, brojevi tačaka i ostali podaci (datum, vreme, podaci o instrumentu i dr.). U prvom girusu, u I položaju durbina opažaju se pravci u smeru kretanja kazaljke na satu, redom od početne tačke 1 do poslednje N, a na kraju se uzima završna vizura na početnoj tački 1 u cilju kontrole. U II položaju durbina, opažanja se obavljaju suprotno kretanju kazaljke na satu, polazeći od početne tačke 1 na kojoj se obavlja merenje u cilju kontrole, a zatim slede redom opažanja pravaca ka ostalim tačkama od N do 1.



Slika 1. Girusna metoda

Za svaki mereni pravac u I i II položaju durbina, računa se dvostruka kolimaciona greška po formuli:

$$2C = (II \pm 180^\circ) - I = (KD \pm 180^\circ) - KL \quad (1)$$

Ukoliko ona prelazi dozvoljeno odstupanje, merenja se trebaju ponoviti, a ukoliko je u dozvoljenim granicama, računa se srednja vrednost opažanog pravca. Na vrednost čitanja podele u I položaju durbina algebarski se doda vrednost kolimacione greške C. Redukovana sredina se dobija kada se od vrednosti sredine pravaca oduzme sredina početnog pravca po formuli:

$$\text{Red_sredina}_i = \text{Sredina}_i - \text{Sredina}_1 \quad (2)$$

Potrebni uglovi se dobijaju razlikom redukovane sredine levog i desnog pravca po formuli:

$$\text{Ugao} = \text{Red_sredina}_{\text{levi}} - \text{Red_sredina}_{\text{desni}} \quad (3)$$

2.2. METODE MERENJA DUŽINA

Osnovni princip merenja dužina baziran je na merenju vremena prostiranja elektromagnetne oscilacije, čija je brzina poznata, kako bi se odredio pređeni put tj. izmerilo rastojanje, na osnovu formule:

$$S = \frac{v \cdot \Delta t}{2} \quad (4)$$

Fazni metod rastojanja se uglavnom koristi u geodeziji. Pomoću njega se mere dužine sa visokom tačnošću. Ne meri se vreme neposredno, kao što je slučaj kod impulsnog načina merenja, nego se određuje razlika faze modulacije u predajniku i prijemniku, u slučaju kada je osnovni signal prešao dvostruko rastojanje daljinomer-reflektor. Kod impulsnog načina merenja rastojanja, neposredno se meri vreme koje je potrebno da emitovani talas pređe dvostruko dužinu merenog rastojanja. Pošto je brzina prostiranja elektromagnetnih talasa vrlo velika, to je vreme za koje talasa pređu veliko rastojanje za kratko vreme [1].

3. GREŠKE PRI MERENJU TOTALNOM STANICOM

3.1. Greške pri merenju dužina elektrooptičkim daljinomerima

1. Greška jedinice mere i brzine svetlosti u vakumu
2. Greške koje potiču od instrumenta (periodična i aperiodična greška, centrisanje i nestabilnost instrumenta, određivanje adicione konstante...)
3. Greške koje potiču od reflektora (centrisanje i nestabilnost signala, greška orijentacije signala)
4. Greške izazvane spoljašnjim uslovima (refleksija talasa, nedovoljna jačina signala...)

Greške se mogu podeliti prema [1]:

1. Izvoru nastanka (instrumentalne, greške operatera, greške uticaja spoljne sredine)
2. Zakonitosti pojave (grube, sistematske, slučajne)
3. Značaju uticaja na merenje

3.2. Greške pri merenju horizontalnih uglova

1. Greške vezane za teodolit (greške limba, kolimacija, centrisanje i nestabilnost instrumenta, ekscentricitet vizure/centra hor.limba/obrtne ose limba, pomeranje limba pri okretanju alhidade...)
2. Greške vezane za signal za viziranje (torzija, greška centrisanja signala, nestabilnost signala)
3. Greške operatera (greška viziranja)
4. Greške izazvane spoljnim uslovima (refrakcija, treperenje vazduha, uticaj temperature)

4. ISPITIVANJE I REKTIKACIJA USLOVA KOD TOTALNE STANICE

Svi geodetski instrumenti koji se koriste u merenju, pre same upotrebe moraju proći detaljnu kontrolu kvaliteta i ispravnosti, kako bi bili sigurni u kvalitet dobijenih podataka. Pregled i kontrola geodetskih instrumenata se vrši u ovlašćenim metrološkim laboratorijama, dok ispitivanje i rektifikaciju sprovodi sam korisnik na terenu.

4.1. Podešavanje totalne stanice

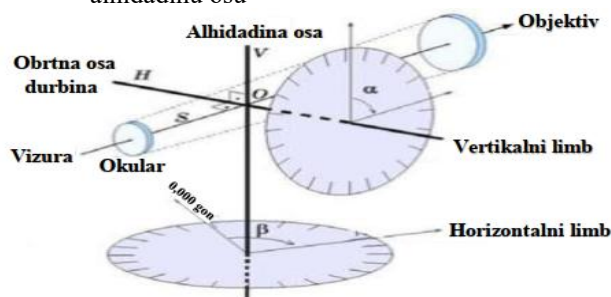
Glavne ose totalne stanice su: osa cevaste libele (OL), alhidadina osa (AO), vizurna osa (VIZ) i obrtna osa durbina (OO). Uslovi koje totalna stanica mora da ispuni prilikom rada su: uslovi za horizontalne i vertikalne

uglove, optički i laserski viskovi, adiciona i multiplikaciona konstanta.

4.1.1. Uslovi za horizontalne uglove

Pri merenju horizontalnih pravaca, horizontalni limb mora biti u horizontalnoj ravni, a vertikalni limb u vertikalnoj ravni. Uslove koje je potrebno ispuniti (Slika 2.) :

1. Osa libele mora biti upravna na alhidadinu osu
2. Vizura mora biti upravna na obrtnu osu durbina
3. Vertikalna crta končanice treba da je zaista vertikalna
4. Obrtna osa durbina mora biti upravna na alhidadinu osu



Slika 2. Glavna ose totalne stanice [2]

4.1.2. Uslovi za vertikalne uglove

Totalne stanice imaju vertikalni limb koji se koristi za merenje vertikalnih ili zenitnih uglova. Obrtna osovina i vertikalni limb moraju biti strogo centrični, tako da se centar podele limba nalazi tačno na obrtnoj osi durbina. Nepomičnost indeksa za čitanje podele vertikalnog limba se postiže pomoću cevaste libele. Prilikom čitanja podele vertikalnog limba mora se dovesti mehur libele da vrhuni.

5. TOTALNA STANICA

Tahimetri ili totalna stanica (engl. *Total Station*) su instrumenti kojima se mere horizontalni, vertikalni uglovi i kose dužine. Osnovna svojstva su domet, brzina i tačnost. Dele se na: jednostavne električne, standardne električne, univerzalne električne i precizne električne. Sastavni delovi totalne stanice su: ručka za nošenje, oznaka visine instrumenta, baterija, korekcionni zavrtnji, sferna libela, displej, objektiv, prsten za fokusiranje, poklopac končanice, okular optičkog viska i durbina, mikrometerski zavrtnj alhidade i durbina, cevasta libela, prsten za unutrašnje fokusiranje durbina, optički nišan itd.

5.1. Glavne komponente totalne stanice

- Elektronski teodolit – komponenta za merenje pravaca i uglova
- Elektronski daljinomer (EDM – komponenta za merenje dužina)
- Mikroprocesor – uređaj za određivanje tačaka čije su koordinate nepoznate, vertikalnih dužina, visinskih razlika, visina nepristupačnih objekata [3]

5.2. Robotizovana totalna stanica Trimble S5

Trimble S5 je robotizovana totalna stanica koja se koristi u inženjerskoj geodeziji. Bazirana je na Trimble tehnologijama, odnosno Trimble, SurePoint u MagDrive, kao i daljinomeru DR Plus EMD. Proizvodi se u Autolock verziji, koja omogućava automatsko traženje prizme, kao i Robotic verziji, koja omogućava automatski rad i ne zahteva da uz stanicu bude prisutan operater [4].

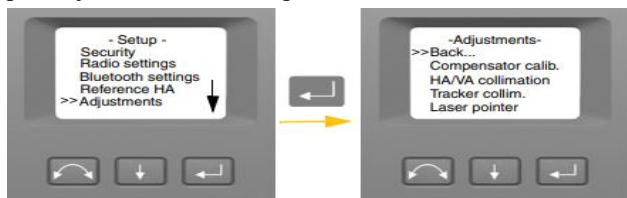
Tabela 1. Specifikacije totalne stanice Trimble S5

Tačnost merenja uglova	1"
Minimalno čitanje	0.1"
Merenje dužine	1mm+2ppm na prizmu, 2mm+2ppm bez prizme
Vreme merenja	1.2sek na prizmu, 1-5sek bez prizme
Domet merenja	0.2m-2500m sa prizmom, 1m-1300m bez prizme
Rasipanje zraka	Horizontalno 4cm/100m, vertikalno 8cm/100m
Rotacija durbina	2.6sek
Vidno polje durbina	2.6m na 100m
Vreme lociranja prizme	< 3sek
Vreme određivanja pozicije prizme	15-30sek
Autolock preciznost na 100m	< 2mm

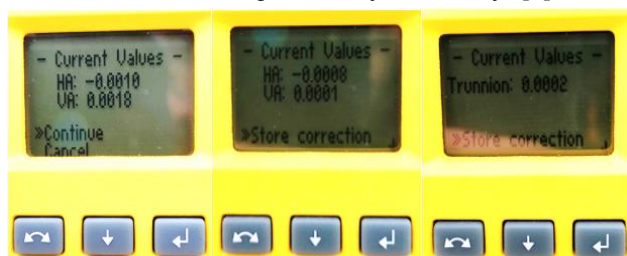
5.2.1 Postupak ispitivanja i rektifikacija

Kalibracija se vrši u njenom meniju za podešavanje (engl. *Adjustment Menu*), koji je prikazan na slici 3. Da bi se počelo sa postupkom kalibracije kompezatora (engl. *Compensator calibration*), neophodno je da instrument bude centrisan, a nakon toga instrument automatski proverava da li je kompenzator u dometu. Ova kalibracija kalibriše elektronski nivo za očitavanje kada se instrument okreće. Vrednosti horizontalne i vertikalne kolimacije (engl. *HA/VA collimation*) i korekcija nagiba ose ugla (engl. *Trunnion*) su izmerene i sačuvane u instrumentu u fabrici. U novom instrumentu vrednosti bi trebale biti blizu nule. *Trunnion* predstavlja nagib obrtne ose durbina u odnosu na alhidadinu osu. Na slici 4 su prikazane vrednosti ovih kolimacija pre i posle kalibracije.

Autolock collimation je jedinica koja je namenjena praćenju instrumenta, a dizajnirana je tako da je koaksijalna sa poprečnom osom instrumenta. Test se vrši na udaljenosti ne manjoj od 100 m. Prizma treba da bude mirna dok test traje i da je ona odlično vidljiva bez ikakvih ometanja. Instrument se tačno usmeri u horizontalni i vertikalni centar prizme. Kalibracija se sprovodi da bi se ispravio položaj svih tačaka izmerenih uz pomoć ove funkcije. Instrument će automatski izmeriti prizmu u oba položaja durbina, a zatim prikazati trenutne vrednosti.



Slika 3. Meni za podešavanje kalibracije [4]



Slika 4. Vrednosti HA/VA kolimacije i nagiba ose ugla

6. MATEMATIČKI MODEL IZRAVNANJA 2D GEODETSKIH MREŽA

6.1 Uvod

Osnovne komponente metoda izravnjanja su: merene veličine, stohastički i funkcionalni model, algoritam izravnjanja, ocene parametara, ocena tačnosti i kontrola kvaliteta. Ocena tačnosti dobijenih rezultata iz izravnjanja obavlja se nakon primene algoritma izravnjanja. Najčešće se koriste sledeće metode izravnjanja po metodi: posrednih merenja, uslovnih merenja, uslovnih merenja sa nepoznatim parametrima i posrednih merenja kada su parametri u određenim matematičkim uslovima.

6.2 Stohastički model

Stohastički model je identičan za sve metode izravnjanja jer se odnosi na vektor merenih veličina l . Kada su merene veličine u geodetskim mrežama stohastički zavisne, onda treba koristiti kovarijacionu matricu K_l ili matricu kofaktora Q_l .

$$K_l = \sigma_0^2 \cdot Q_l \quad (5)$$

gde je σ_0 standardna devijacija jedinice težine (a priori standardna devijacija) merenih veličina. Kada su merene veličine stohastički nezavisne, onda su svi elementi van glavne dijagonale matrice K_l jednaki nuli, pa se koristi matrica težina merenih veličina P_l po formuli:

$$P_l = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_l^2} \quad (6)$$

gde je σ_l a priori varijansa opažanja l_i [5].

6.3 Funkcionalni model

Definiše funkcionalnu vezu između merenih veličina l i nepoznatih parametara X . U opštem slučaju funkcije veze su nelinearne i pišu se u implicitnom vektorskom obliku:

$$\hat{l} = l + v = F(\hat{X}) \quad (7)$$

gde je $\hat{l}$ vektor izravnatih veličina, l vektor merenih veličina, v vektor popravaka merenih veličina, $F(\hat{X})$ vektor nelinearnih matematičkih funkcija, $\hat{X}$ vektor izravnatih parametara [5]. Broj merenja n je uvek veći od broja nepoznatih parametara u . Razlika $f = n - u$ definiše se kao broj stepeni slobode, odnosno broj suvišnih merenja. Nelinearne funkcije veze linearizuju se razvojem u Tejlorov red u okolini približnih vrednosti nepoznatih parametara [6]:

$$l_i + v_i = a_{ij}\Delta x_1 + \dots + a_{iu}\Delta x_u + l_i^0 \quad (8)$$

$$v_i = a_{ij}\Delta x_1 + \dots + a_{iu}\Delta x_u + f_i \quad (9)$$

gde su v_i popravke merenih veličina, l_i^0 približne vrednosti merenih veličina, $f_i = l_i^0 - l_i$ slobodni članovi, a_{ij} koeficijenti koji se dobijaju diferenciranjem funkcija veze po nepoznatim parametrima:

$$a_{ij} = \frac{\partial F_i}{\partial X_j}, j \in \{1, 2, \dots, u\}.$$

Jednačine popravaka mogu se predstaviti u matričnom obliku:

$$v = Ax + f \quad (10)$$

6.4 Algoritam izravnjanja – Metod najmanjih kvadrata

Sistemi linearnih jednačina koji se formiraju u okviru funkcionalnih modela sadrže vektor popravaka v i vektor

nepoznatih parametara $\hat{x}$. Primenom MNK obezbeđuju se jednoznačni rezultati primenom uslova minimuma:

$$v^T P_1 v = \min \rightarrow \text{nezavisne merene veličine} \quad (11)$$

$$v^T Q_1^{-1} v = \min \rightarrow \text{zavisne merene veličine} \quad (12)$$

gde je: v vektor popravaka merenih veličina, P_1 matrica težina merenih veličina, Q_1 matrica kofaktora merenih veličina. Na osnovu optimizacije uslova, dobijaju se normalne jednačine [6]:

$$N\hat{x} + n = 0 \rightarrow \hat{x} = -Q_x n \quad (13)$$

gde je N matrica koef. normalnih jednačina, a n vektor koef. slobodnih članova normalnih jednačina. Rešavanjem sistema normalnih jednačina određuje se vektor prirastaja nepoznatih parametara:

$$\hat{x} = -N^{-1} n \quad (14)$$

gde je Q_x kofaktorska matrica nepoznatih parametara. Određuju se kofaktorska matrica izravnatih merenih veličina Q_i i popravaka merenih veličina $Q_{\hat{v}}$, prema:

$$Q_i = A(A^T P_1 A)^{-1} A^T \quad (15)$$

$$Q_{\hat{v}} = Q_1 - (A^T P_1 A)^{-1} A^T \quad (16)$$

A posteriori disperzioni koef. koji predstavlja najbolju procenu a priori disperzionog faktora određuje se kao:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{v^T P_1 v}{f} \quad (17)$$

7. JAG3D

Za izravnjanje mreže korišten je besplatan tzv. *open-source* (OS) softver JAG3D. To je jedan od najpopularnijih OS softvera za izravnjanje geodetskih mreža. Mogu se kombinovati različita merenja poput nivelmana, merenja pravaca, dužina, vertikalnih uglova i GNSS vektora. Omogućava izravnjanje u 1D, 2D i 3D sistemu. Nezavisan je od operativnog sistema i nema instalacije. Unos merenja se vrši pomoću običnog tekstualnog fajla. Izravnjanje se vrši metodom najmanjih kvadrata (MNK) po *Gauss-Markovom* modelu koji se smatra standardnim modelom u izravnjanju geodetskih mreža. Glavni uslov je da suma kvadrata popravaka bude minimalna (formula 11.). U radu je izvršeno 2D izravnjanje geodetske mreže.

8. PRAKTIČAN PRIMER

Na terenu je razvijena mreža (Slika 5.) čije tačke predstavljaju temena trougla. Opažanje je izvršeno girusnom metodom u tri girusa. Korišćena je robotizovana totalna stanica *Trimble S5*, koja je centrisana i horizontirana na jednoj tački, dok su na druge dve tačke postavljene prisilno centrisane prizme, koristeći drajfuse. Nakon završetka opažanja sa sve tri tačke, izvršena je kalibracija, potom se nastavilo sa opažanjem tačaka sa poslednje stanice, odnosno u suprotnom smeru nego pre kalibracije instrumenta.



Slika 5. Skica 2D mreže

9. ANALIZA REZULTATA

Parametri pouzdanosti prikazani na slici 6., zadovoljavaju zahteve u pogledu tačnosti, odnosno dobijena je dobra kontrola za deset merenja, stim da je samo za dva merenja pravaca dobijena dovoljna kontrola jer se koeficijent r nalazi u opsegu $0.10 \leq r < 0.30$.

Stanica	Vizura	Pravci				Dužine			
		Q_{α} [mm ²]	Q_{β} [mm ²]	r	G	Q_{α} [mm ²]	Q_{β} [mm ²]	r	G
3	2	0.32825	0.67175	0.34	4.81	0.72473	0.27527	0.70	3.35
3	1	0.21036	0.67175	0.38	4.55	0.74500	0.25500	0.71	3.33
2	1	0.25928	0.74072	0.41	5.03	0.73238	0.26762	0.67	3.42
2	3	0.25928	0.74072	0.20	6.27	0.72473	0.27527	0.70	3.35
1	3	0.21036	0.78964	0.18	6.60	0.74500	0.25500	0.71	3.33
1	2	0.21036	0.78964	0.33	4.88	0.73238	0.26762	0.67	3.42

Slika 6. Ocena i kriterijumi kvaliteta i tačnosti projektovanih pravaca i dužina

Tačka	σ_y [mm]	σ_x [mm]	σ_p [mm]	A [mm]	B [mm]	θ [°]	A/B
1	0.17	0.16	0.23	0.638	0.495	177.01955	1.289
2	0.17	0.14	0.22	0.713	0.457	10.84565	1.562
3	0.08	0.09	0.12	0.754	0.514	167.84999	1.467

Slika 7. Ocena tačnosti i elementi standardne elipse grešaka

Na osnovu sračunatih vrednosti parametara elipse grešaka prikazanih na slici 7, može se zaključiti da elipse teže krugovima, odnosno $A/B \rightarrow 1$. Na osnovu zadatih (teorijskih) vrednosti kriterijuma kvaliteta i tačnosti projektovanih pravaca i dužina, može se zaključiti da parametri zadovoljavaju zahteve u pogledu tačnosti.

10. ZAKLJUČAK

Obradom podataka utvrđeno je da ne postoji greška nezatvaranja trouglova i dvostruka kolimaciona greška, zato što je neposredno pre merenja izvršena kalibracija, čime je omogućeno da se prilikom realizacije merenja automatski uvide popravke merenja horizontalnih i vertikalnih uglova. Takođe, merenja su izvršena u idealnim uslovima (dan je bio bez kiše i vetra), dužine vizura su iznosile od 80m do 120m, nije bilo ometanja od strane prolaznika i vozila u saobraćaju, stativi za prisilno centrisanje prizme su postavljeni na čvrstoj i stabilnoj podlozi. Glavni razlog dobrih rezultata merenja je to što se za realizaciju merenja koristio nov i veoma precizan instrument, tačnosti od 1".

11. LITERATURA

- [1] Mihajlović, K., „Geodezija II“, Zavod za udžbenike, Beograd, 2008.
- [2] https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_6810/objava_19186/fajlovi/%C4%8Cetvrti%20predavanje%20geodezija%20_%20gra%C4%91evinarstvo.pdf (pristupljeno u oktobru 2022.)
- [3] Ašanin, S., „Inženjerska geodezija 1“, Beograd, 2003.
- [4] <https://www.solitech.bg/uploads/assets/manual-trimble-total-stations-s5.pdf> (pristupljeno u junu 2022.)
- [5] Aleksić, I., Mihailović, K., „Koncepti mreža u geodetskom premeru“, Beograd, 2008.
- [6] Batilović, M., „Robusna ocena deformacija u slobodnim geodetskim mrežama primenom evolutivnih optimizacija algoritma“, Novi Sad, 2020.

Kratka biografija: Jovan Bačić rođen je u S. Mitrovici 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezija i geoinformatika – Geodetsko inženjerstvo odbranio je 2024. godine.
Kontakt: bacicjovan97@gmail.com



**РАЗВОЈ ГЕОПОРТАЛА СА ИНТЕГРАЦИЈОМ 2Д И 3Д ВИЗУАЛИЗАЦИЈЕ
ПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА****DEVELOPMENT OF A GEOPORTAL WITH INTEGRATION OF 2D AND 3D SPATIAL
DATA VISUALIZATION**

Јелена Глишић, Александра Радуловић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОИНФОРМАТИКА

Кратак садржај – У овом раду су представљени технички аспекти развоја геопортала, укључујући стандарде за управљање просторним подацима и принципе 3Д визуелизације. Визуелизација просторних података реализована је помоћу JavaScript библиотека OpenLayers и Cesium, при чему је Cesium коришћен за 3Д приказ модела објеката, а OpenLayers за 2Д приказ. Подаци су интегрисани у веб апликацију која функционише као геопортал, са Spring Boot за бекенд, PostgreSQL-а екстензијом PostGIS за управљање просторним подацима, те RESTful сервису за повезивање фронтенд и бекенд дијелова апликације. **Кључне ријечи:** Geoportal, PostGreSQL, PostGIS, Spring, Angular, Cesium

Abstract – The paper presents the technical aspects of geoportal development, including standards for spatial data management and principles of 3D visualization. Spatial data visualization was realized using JavaScript libraries OpenLayers and Cesium, whereby Cesium was used for 3D display of object models, and OpenLayers for 2D display. The data is integrated into a web application that functions as a geoportal, with Spring Boot for the backend, PostgreSQL extension PostGIS for spatial data management, and RESTful services for connecting the frontend and backend parts of the application.

Key words: Geoportal, PostGreSQL, PostGIS, Spring, Angular, Cesium

1. УВОД

У савременом друштву, просторна информација је кључна за доношење одлука у управљању, планирању и развоју. Географски информативни системи (ГИС) и геопортали постају централне технологије за прикупљање, анализу и дистрибуцију просторних података. Ови алати су кључни у областима као што су урбанистичко планирање, заштита животне средине, јавна управа и привреда. Геопортали омогућавају интеграцију различитих извора података и пружају приступ прецизним и актуелним информацијама.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада Јелене Глишић чији ментор је била Проф. Др Александра Радуловић.

Напредна 2Д и 3Д визуелизација геопросторних података пружа дубље разумијевање простора и боље управљање подацима, а веб апликације олакшавају њихову динамичну презентацију и анализу.

2. ИНФРАСТРУКТУРА ГЕОПРОСТОРНИХ ПОДАТАКА

Како би се омогућило одржавање и олакшала дистрибуција просторних података, препозната је потреба за успостављањем и развојем инфраструктуре просторних података на националном, регионалном и глобалном нивоу. Сврха ИГП је да омогући ефикасније и исплативије прикупљање просторних података, да се избјегне њихова редувантност и нехомогеност те омогући њихова доступност свим заинтересованим корисницима. Она је неопходан предуслов имплементације просторних података у данашњем информационом друштву.

Инфраструктура просторних података (енгл. Spatial Data Infrastructure – SDI) чини скуп темељних технологија, смјерница и институционалних споразума који омогућавају доступност просторних података, као и приступ њима. [1]

2.1. Компоненте инфраструктуре геопросторних података

Подаци, метаподаци, механизми приступа и мреже, стандарди, координација, регулативе, финансирање, људи и институционални оквир се често сматрају кључним елементима ИГП.

2.2 Национална инфраструктура геопросторних података

Национална инфраструктура геопросторних података – НИГП, (енгл. National Spatial Data Infrastructure – NSDI), представља интегрисани систем геопросторних података, који омогућава корисницима да идентификују и приступе просторним информацијама добијеним из различитих извора, од локалног, преко националног до глобалног нивоа, на свеобухватан начин.

3. АРХИТЕКТУРА ГЕОПОРТАЛА**3.1. Геопортал**

Према INSPIRE директиви, геопортал је средство за промоцију, приступ и манипулацију геопросторним подацима, служи као интерфејс за колекцију онлајн

геопросторних ресурса, укључујући податке и сервисе. Геопортали се дијеле на каталожке, који управљају приступом информацијама, и апликацијске, које пружају динамичне веб сервисе.

3.2. Референтна архитектура геопортала

Референтна архитектура геопортала треба да омогући лакшу, бржу и јефтинију имплементацију геопросторне портал апликације базиране на стандардима. Она дефинише обим, циљеве, понашање портала и идентификује његове функционалне компоненте. [2]

Геоportal апликације су предњи дио архитектуре геопортала, онај који ће корисник видјети, користити и преко којег ће бити у могућности да приступи подацима који су му потребни путем OGC сервиса.

3.3. Визуализација 3Д модела

3Д модели у комбинацији с геопросторним технологијама, попут геопортала, омогућавају реалистичну анализу и управљање инфраструктуром, интегришући физичке просторе са географским подацима.

3Д модели представљају дигиталне приказе објеката и простора у три димензије, с додатком географске позиције и простора у којем се налазе. За разлику од традиционалних 2Д приказа, 3Д модели омогућују визуализацију сложених објеката и простора, што укључује висину, ширину и дубину, али такође интегрирају и све релевантне информације везане уз локализацију, као што су географске координате.

4. ТЕХНОЛОГИЈЕ И СТАНДАРДИ ЗА ИЗРАДУ ГЕОПОРТАЛА

4.1. Стандарди

Стандарди представљају документе у којима се дефинишу правила, смјернице или карактеристике за активности и њихове резултате (производ или услуга могу бити тај резултат) ради постизања оптималног нивоа уређености. Стандарди у великој мјери имају позитиван утицај на већину аспеката живота. Они обезбијеђују жељене карактеристике производа и услуга као што су квалитет, позитивно дјеловање на животну средину, безбједност, поузданост, ефикасност. [3]

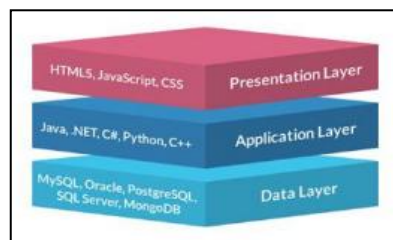
Када је ријеч о просторним подацима, главни циљ стандарда је да обезбиједи интероперабилност, односно створи окружење у којем корисници могу да приступе услугама широм свијета без обзира на коришћене технологије. Организације које расписују стандарде за просторне податке су:

- INSPIRE (енгл. Infrastructure for Spatial Information in Europe)
- OGC (енгл. Open Geospatial Consortium)
- ISO (енгл. International Standard Organisation)

4.2. Трослојна архитектура

Трослојна архитектура је развијена еволуцијом клијент-сервер архитектуре и подразумева три логички независна слоја: слој презентације (кориснички интерфејс), средњи слој (пословна логика) и слој података. [4]

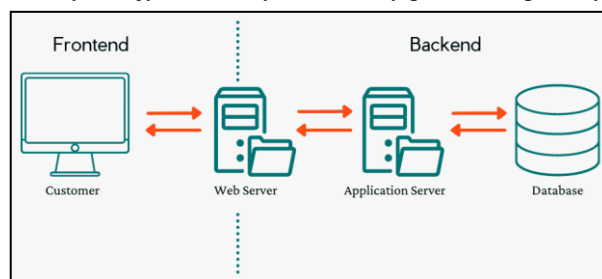
Трослојне апликације се користе за извршавање сервер апликације као посредника између клијентских рачунара и сервера базе података.



Слика 1. Графички приказ трослојне архитектуре

3.3. Принцип имплементације

Развијена веб апликација користи Angular за фронтенд, Spring Boot за бекенд и CesiumJS за 3Д визуализацију, омогућавајући интерактивно управљање геопросторним подацима. Помоћу REST сервиса, апликација омогућава ефикасну платформу за преглед, манипулацију и анализу података у реалном времену.



Слика 2. Принцип имплементације фронтенда и бекенда

4.3.1 Слој базе података

За слој базе података коришћена је PostgreSQL са PostGIS екстензијом за манипулацију просторним подацима.

4.3.2 Серверски слој

Серверски део апликације реализован је у Spring Boot окружењу, написаном у програмском језику Java. Физички подаци се чувају у релационој бази података, као што је PostgreSQL, а за управљање подацима користи се Java Persistence API. Серверски дио овог софтверског рјешења пружа REST сервисе, а резултати позива ових сервиса структурирани су у JSON формату.

4.3.3 Клијентски слој

Клијентски слој података у апликацији развијен је уз помоћ неколико савремених технологија. За структуру и изглед веб апликације коришћени су HTML и CSS, JavaScript је искоришћен за динамичку интеракцију са корисником, док је Angular framework служио за развој структуре и логике фронтенда, омогућавајући једноставну и брзу комуникацију са серверским дијелом апликације. За 3Д визуализацију простора и објеката коришћен је Cesium, који омогућава рад са геопросторним подацима у 3Д простору, док су модели објеката креирани у SketchUp-у.

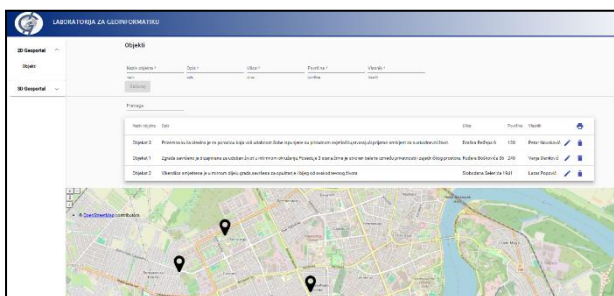
5. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Веб апликација се састоји од двије странице: прва страница приказује табелу алфанумеричких података

уз интегрисану 2Д мапу која показује локације, док друга користи Cesium за 3Д визуализацију, уз

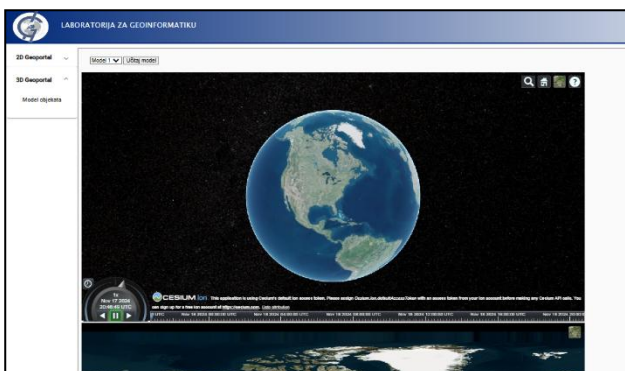
синхронизовани приказ 2Д и 3Д приказа за интерактивно истраживање података.

У оквиру панела „2D Geoportal“, коришћене су различите функционалности Angular-а како би се омогућило ефективно управљање подацима. Овде су имплементирани форми за унос података о објектима, као и могућност приказивања свих унесених информација у табели. Поред тога, корисницима је доступно неколико важних функција као што су додавање нових података, ажурирање постојећих, брисање података, као и филтрирање информација у табели ради лакшег прегледа и анализе.



Слика 3. Панел „2D Geoportal“

У оквиру панела 3 интегрисани су 3Д модели и 2Д мапа, при чему су постављена два независна гледишта: једно за 3Д приказ и друго за 2Д приказ. Синхронизација између ова два приказа омогућава да камера у 2Д режиму увек буде фокусирана на исту тачку коју камера у 3Д приказу прати, чиме се постиже усаглашени приказ положаја модела у оба режима.



Слика 4. Панел „3D Geoportal“



Слика 5. Приказ модела

Геопортали као што је овај имају кључну улогу у доменима као што су катастар, урбанизам, заштита културних споменика и мониторинг инфраструктуре. Визуализација података у 2Д и 3Д формату пружа бољи увид у стање објеката и простора, као и прецизније анализе за боље доношење одлука. Овај рад представља техничке аспекте развоја геопортала, укључујући примену стандарда и регулатива у управљању просторним подацима и принципе 3Д визуализације.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1707/1707.03969.pdf>
- [2] Материјали са предавања из предмета „Геопортали и геопросторни сервиси“
- [3] https://iss.rs/sr_Cyrl/shta-je-standard_p13.html
- [4] М. Говедарица, Д. Сладић и А. Радуловић, Инфраструктура геопросторних података и геопортали, Нови Сад: ФТН, 2018.

Кратка биографија:



Јелена Глишић рођена је у Градишци, у Републици Српској, БиХ, 1998. године. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Геодесије и геоматике одбранила је 2021. године.

IZRADA GEOPORTALA NA OSNOVU PODATAKA SA DIGITALNOG KATASTARSKOG PLANA

DEVELOPMENT OF A GEOPORTAL BASED ON DATA FROM A DIGITAL CADASTRAL MAP

Zagorac Teodora, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak transformacije podataka iz CAD formata u GIS format korišćenjem FME softvera. Na osnovu tog modela, izrađena je šema baze podataka u skladu sa ISO 19152 standardom. Takođe, razvijena je interaktivna geoportal web aplikacija za vizualizaciju prostornih podataka pomoću OpenLayers biblioteke.

Ključne reči: Geoportali, FME, GIS

Abstract – The paper presents the process of transforming data from CAD format to GIS format using FME software. Based on this model, a database schema was created in accordance with the ISO 19152 standard. Additionally, an interactive geoportal web application for spatial data visualization was developed using the OpenLayers library.

Keywords: Geoportals, FME, GIS

1. UVOD

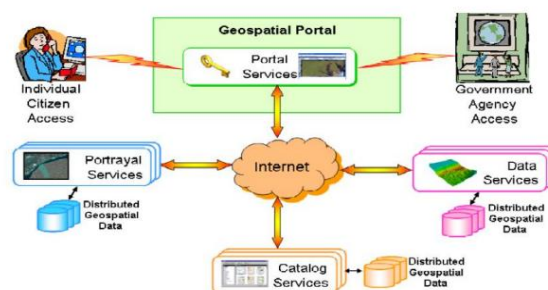
Portali služe kao centralna mesta za pristup informacijama i resursima, omogućavajući lakše deljenje sadržaja i saradnju, bilo da su široke ili specijalizovane namene [1]. U ovom radu fokus je na razvoju modela za konverziju CAD podataka u GIS format koristeći FME softver, zatim na kreiranju baze podataka u skladu sa LADM standardom u PgAdmin-u, kao i na publikovanju podataka putem GeoServer-a. Na kraju, cilj je izrada interaktivne web aplikacije sa OpenLayers bibliotekom, koja će omogućiti pregled i analizu prostornih podataka na geoportalu, čineći ih dostupnijim i lakšim za korišćenje.

2. ARHITEKTURA GEOPORTALA

Referentna arhitektura geoportala, prema OGC-u, definiše smernice za izgradnju portala koji olakšavaju pristup i razmenu geoprostornih podataka. Omogućava jednostavnu integraciju različitih sistema, brži razvoj i niže troškove, dok istovremeno garantuje otvoren i prilagodljiv pristup geoprostornim resursima. Ova arhitektura sadrži četiri klase servisa (Slika1):

- 1) Portal servisi (*Portal Services*) - omogućavaju pristup i administraciju portala.
- 2) Katalog servisi (*Catalog Services*) - služe za pretragu geoprostornih podataka i servisa.

- 3) Servisi za prezentaciju (*Portrayal Services*) - pripremaju podatke za prikaz.
- 4) Servisi podataka (*Data Services*) - omogućavaju pristup i obradu geoprostornih sadržaja [2].



Slika 1. Referentna arhitektura geoportala [2]

3. DIGITALNA KATASTARSKA KARTA

Digitalna katastarska karta nije klasična mapa, već alat za analizu prostornih odnosa između objekata (Slika2). Sadrži prostorne podatke, koji opisuju lokaciju i oblik objekata, i atributivne podatke, koji pružaju dodatne informacije o njima. Geografski objekti se predstavljaju tačkama, linijama i površinama kroz liste koordinata i organizuju u slojeve, poput parcela, zemljišta i zgrada [3]. Topologija definiše njihove prostorne odnose, dok se atributi čuvaju u vektorskim fajlovima ili bazama podataka, omogućavajući prilagodljiv prikaz i detaljnu analizu [4].



Slika 2. Digitalna katastarska karta [4]

NAPOMENA:

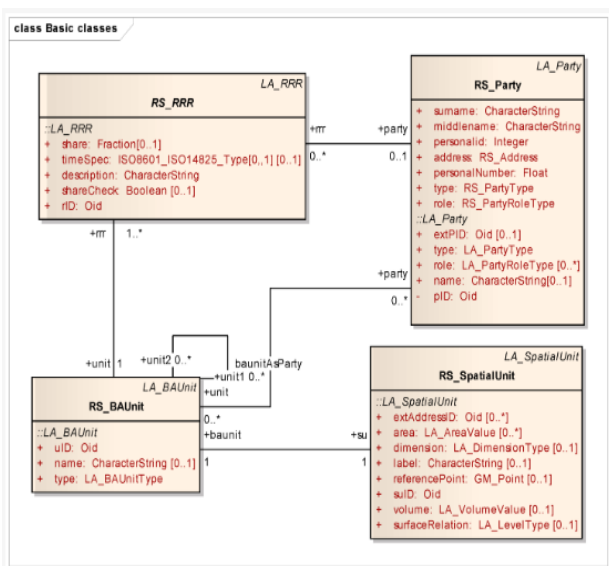
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Aleksandra Radulović.

4. ISO 19152-1:2024 - LAND ADMINISTRATION MODEL (LADM)

LADM je svetski standard koji pomaže u vođenju zemljišta, fokusirajući se na prava, ograničenja i odgovornosti koje se tiču zemlje. Njegov cilj je olakšati razmenu podataka između ustanova poboljšati kvalitet informacija i unaprediti sisteme za upravljanje zemljištem. Prednosti su bolja koordinacija registara zemljišta i katastara, smanjenje dupliranja informacija i fleksibilnost u prilagođavanju lokalnim potrebama. Glavni izazov je složenost primene ovog standarda. Koristi se u sistemima katastra širom sveta omogućavajući efikasnije upravljanje sa zemljom i bolju interoperabilnost između raznih institucija [5].

4.1 KONCEPTUALNI MODEL KATASTRA NEPOKRETNOSTI SRBIJE

Konceptualni model katastra nepokretnosti Srbije (*Slika3*) razvijen je u skladu sa Zakonom iz 1992. godine grupiranjem nepokretnosti, prava i ograničenja po listovima. Sa kasnijom generalizacijom, uvedene su apstraktne klase *RealProperty* i *Rights* čime je postignuta dinamičnija struktura podataka. Ovaj model je zatim ažuriran kako bi bio u skladu sa globalnim LADM standardima kako bi postojale bolje mogućnosti za integraciju sa međunarodnim sistemima upravljanja zemljištem. Postoji klasa za praćenje istorijskih podataka koja obezbeđuje validnost sistema; svi razredi na srpskom profilu imaju prefiks "RS" da bi se obezbedile specifične primene prema usklađenim zakonima [6].



Slika 3. Osnovne klase u profilu Republike Srbije [6]

5. FME

FME (*Feature Manipulation Engine*) je alat za spajanje i menjanje podataka koji pomaže u automatskom prepoznavanju, pretvaranju i radu sa podacima iz različitih izvora u razne oblike, uključujući GIS, CAD ili BIM. Posедуje grafički interfejs, više od 500 alata za transformaciju i omogućava efikasnu obradu prostornih i atributivnih podataka. FME se koristi u različitim industrijama kao što su GIS, arhitektura, telekomunikacije itd [7].

6. POSTGRESQL

PostgreSQL je otvoren sistem za upravljanje objektno-relacionim bazama podataka, poznat po svojoj proširivosti, kompatibilnosti i visokom nivou skalabilnosti. Podržava rad na mnogim platformama i omogućava lako automatsko obavljanje poslova što smanjuje troškove rada. Koristi se u raznim industrijama uključujući vladine agencije i privatni sektor, te pruža odlične performanse i toleranciju grešaka [8].

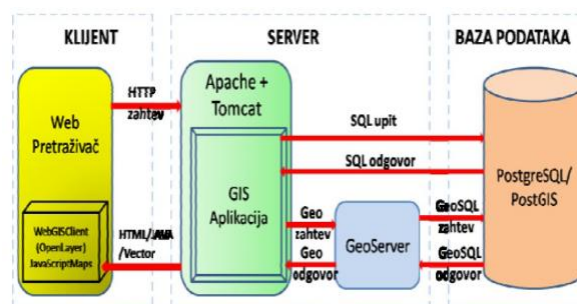
7. RAZVOJ WEB APLIKACIJE

Razvoj *web* aplikacija uključuje proces kreiranja i održavanja aplikacija koje rade na *web* serverima, gde se informacije obrađuju i čuvaju *online*, a ljudi pristupaju aplikacijama preko *web* pregledača. Glavne prednosti su kompatibilnost sa raznim platformama, lako ažuriranje i centralizovano održavanje. Razvoj *web* aplikacija obuhvata *frontend* (stvaranje korisničkog interfejsa koristeći HTML, CSS, *JavaScript*) i *backend* (upravljanje podacima i server funkcijama pomoću PHP-a) [9].

7.1 ARHITEKTURA WEB APLIKACIJE

Arhitektura *web* aplikacija obično koristi troslojni pristup (*Slika4*), koji se sastoji od:

- 1) Sloj korisničkog interfejsa (UI) - Pomaže korisnicima da komuniciraju sa aplikacijom putem grafičkog interfejsa, koristeći HTML, CSS a i JavaScript za prikazivanje informacija i skupljanje podataka.
- 2) Sloj aplikacije (logički nivo) – Obrađuje podatke iz korisničkog interfejsa, koristeći poslovnu logiku i komunicirajući sa serverima za analizu i manipulaciju podacima.
- 3) Sloj baze podataka - Sadrži podatke i servise, pomažući aplikaciji da preuzima i upravlja podacima preko relacionih ili *NoSQL* baza podataka (kao što su *PostgreSQL*, *MySQL*, *MongoDB*) [10].



Slika 4. *Arhitektura web GIS aplikacije [10]*

8. REALIZACIJA PRAKTIČNOG DELA RADA

Praktična realizacija rada ima pet koraka (*Slika5*). Prvi korak uključuje pripremu i filtriranje CAD podataka u .dwg formatu pomoću *AutoCAD*-a. U drugom koraku koristi se FME za dizajniranje šeme baze podataka u skladu sa LADM standardom. Treći korak podrazumeva implementaciju ove šeme u *pgAdmin*, povezivanje baze sa LADM specifikacijama i obezbeđivanje doslednosti podataka.

Četvrti korak uključuje povezivanje sa *GeoServer*-om za publikovanje podataka na geoportal preko WMS i WFS protokola. Poslednji, peti korak je kreiranje interaktivne *web* aplikacije koristeći *OpenLayers* biblioteku, koja omogućava korisnicima da pregledaju i prilagode podatke sa uključivanjem i isključivanjem slojeva.



Slika 5. Koraci realizacije praktičnog dela rada

8.1 PRIPREMA I FILTRIRANJE CAD PODATAKA

Oblast od interesa obuhvata deo grada Šida (Slika6). Cilj je bio da se izdvoje i spremi CAD podaci u .dwg formatu za dalju analizu i transformaciju. CAD podaci, dobijeni od geodetske firme "GEO S 022", sadrže parcele i objekte predstavljene tačkama i linijama uz alfanumerički podatak poput broja parcele, broj objekta, ulice i kućnog broja. Ovaj korak obuhvata analiziranje strukture podataka, selekciju relevantnog područja, filtriranje i uklanjanje suvišnih podataka i organizaciju podataka u odgovarajuće slojeve sa jasno definisanim nazivima. Na kraju, podaci su pripremljeni za implementaciju u GIS rešenje i mogu se koristiti za analizu i vizualizaciju na geoportalu.



Slika 6. CAD podaci nakon procesa filtriranja

8.2 KREIRANJE ŠEME BAZE PODATAKA

Dizajn šeme baze podataka u procesu konverzije CAD podataka u GIS koristi FME alate za organizaciju i skladištenje podataka prema LADM standardu. FME *WorkBench* je korišćen za kreiranje modela sa dve sekcije: objekti i parcele, pri čemu su primenjeni transformatori kao što su: kreiranje atributa, upravljanje atributima, delilac atributa, promena koordinatnog sistema, bafer, izduživač linija, preklapanje linija, prostorno filtriranje, kreator poligona, brojač, određivanje površine i izdvajanje geometrije.

Obe sekcije, parcele i objekti, uključuju obradu CAD podataka u FME-u kroz nekoliko tokova koji se spajaju u završni tok koji vrši integraciju sa bazom podataka u *pgAdmin*-u. Vrš se obrada različitih slojeva, linijskih geometrija za formiranje poligona i povezivanje atributivnih podataka sa prostornim podacima (Slika7, Slika8).

id	broj	podbroj	ulica	povrsina	geometrija
1	5968	39	<missing>	61435.24049516...	315FA8831D193...
2	1277	3	<missing>	29079.05627199...	315FA8831D193...
3	5959	<missing>	<missing>	28135.12327535...	315FA8831D193...
4	1110	<missing>	<missing>	19059.77052218...	315FA8831D193...
5	5251	2	Ulica Branka Ra...	17315.648969667	315FA8831D193...
6	5252	2	Ulica 1. maja	16239.58169175...	315FA8831E1D...
7	5815	4	<missing>	15806.65940509...	315FA8831D193...
8	1111	<missing>	<missing>	11562.77277379...	315FA8831D193...
9	881	1	<missing>	10492.25850114...	315FA8831D193...
10	1114	2	<missing>	9654.21935675622	315FA8831D193...
11	1279	<missing>	<missing>	8944.148404216...	315FA8831D193...

Slika 7. Parcele sa atributima prema LADM standardu

id_zgrada	broj_zgrade	oznaka_zgrada	povrsina_zgrada	id_parcela	geometrija
1	<missing>	1	1241.939183490511	10	315FA8831D193...
2	<missing>	15	1178.53687767476	<missing>	315FA8831D193...
3	<missing>	13	1076.382480908897	4	315FA8831D193...
4	<missing>	7	551.2803363868733	4	315FA8831D193...
5	<missing>	8	522.7350870869125	4	315FA8831D193...
6	<missing>	3	462.64417682026794	27	315FA8831D193...
7	<missing>	3	460.33175736914467	4	315FA8831D193...
8	<missing>	2	408.71279445419896	<missing>	315FA8831D193...
9	<missing>	6	406.1531859676777	4	315FA8831D193...
10	<missing>	2	373.2636950119007	27	315FA8831D193...
11	<missing>	2	369.98878172764046	<missing>	315FA8831D193...

Slika 8. Objekti sa atributima prema LADM standardu

8.3 INTEGRACIJA ŠEME BAZE PODATAKA

Ovaj deo rada govori o povezivanju šeme baze podataka iz FME u *pgAdmin* prema LADM standardu. Prave se tabele za parcele i objekte (Slika9) uz pomoć FME pisača, koji automatski stvara SQL naredbe i prostorne tipove preko *PostGIS* ekstenzije. Ova struktura dozvoljava prostorne analize i jednostavan uvoz/izvoz podataka u GIS softverima kao QGIS i *ArcGIS*.

8.4 PUBLIKOVANJE PODATAKA NA GEOSERVER

GeoServer omogućava deljenje prostornih podataka preko WMS i WFS protokola, dajući im pristup na geoportalu. Povezivanje sa bazom podataka vrši se kroz *PostGIS* izvor podatka, a slojevi se podešavaju sa pravim koordinatnim sistemom i prostornim okvirom. Stilovi za prikaz podataka postavljaju se pomoću SLD jezika. Podaci se zatim prikazuju u *web* okruženju koristeći WMS ili WFS što omogućava pregled slojeva u *OpenLayers* formatu.

8.4 RAZVOJ WEB APLIKACIJE

U završnoj fazi rada korišćena je *OpenLayers* biblioteka za kreiranje interaktivne *web* aplikacije koja omogućava pregled parcela i objekata na mapi, kao i detaljne informacije o svakom entitetu (*Slika9*, *Slika10*). Aplikacija omogućava uključivanje i isključivanje slojeva, prilagodljiv prikaz podataka i interakciju sa geoprostornim podacima preko WMS i WFS protokola. Korisnici mogu da biraju objekte, pregledaju njihova svojstva i obrađuju podatke u realnom vremenu. Tehnologije kao što su *JavaScript*, *HTML* i *CSS* mogu se lako koristiti na različitim uređajima. Planirani dalji razvoj uključuje uređivanje podataka, vremenske slojeve, napredne pretrage i mogućnost analize podataka u realnom vremenu. Aplikacija se može distribuirati na *cloud* platformama za širu upotrebu i može se autentifikovati i kontrolisati pristup.



Slika 9. Prikaz informacija o selektovanoj parceli



Slika 10. Prikaz informacija o selektovanom objektu

9. ZAKLJUČAK

Integracija šeme baze podataka iz FME-a sa *pgAdmin* bazom prema LADM standardu omogućava automatsko kreiranje tabela i prostornih podataka putem *PostGIS* ekstenzije, čime se efikasno upravlja geoprostornim podacima.

Geodetska firma koristi terenske podatke (visine tačaka, konture) za kreiranje digitalnog modela terena (DTM). Nakon digitalizacije u CAD softveru, podaci se konvertuju u GIS format, omogućavajući analizu kao što je određivanje nagiba terena, identifikacija rizika od erozije, 3D vizuelizacija, procena zemljanih radova itd.

10. LITERATURA

- [1] DOI: <https://doi.org/10.24867/32KG07Zagorac>
- [2] Sladić D. Materijali sa predavanja- Arhitektura geoportala. FTN, Novi Sad, 2024
- [3] Erl, T. (2009). SOA design patterns. Prentice Hall PTR, 1st edition. ISBN: 978-0136135166.
- [4] DOI: <https://doi.org/10.24867/32KG07Zagorac>
- [5] DOI: <https://doi.org/10.24867/32KG07Zagorac>
- [6] DOI: <https://doi.org/10.24867/32KG07Zagorac>
- [7] Cdn.safe.com, [link](#), datum pristupa: 10.12.2024
- [8] Juba, S., Vannahme, A., & Volkov, A. (2015). Learning PostgreSQL: Create, develop and manage relational databases in real-world applications using PostgreSQL. Packt Publishing. ISBN: 978-1-78398-918-8
- [9] linuxadictors.com, [link](#), datum pristupa: 12.12.2024
- [10] Crnišaniin, A. Razvoj i arhitektura Web GIS aplikacije. Info-Jahorina, pp. 880-883, Vol. 12, Mart 2013

Kratka biografija:



Teodora Zagorac je rođena 24.03.2000. godine u Somboru. Završava srednju medicinsku školu "Dr Ružica Rip" u Somboru sa odličnim uspehom. Nakon toga, 2019. godine, upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer geodezija i geomatika i završava u roku. Master studije na istom smeru upisuje 2023. godine i završava 2 godine kasnije.

НЕИНВАЗИВНА АНАЛИЗА БЕЗБЕДНОСТИ ВЕБ АПЛИКАЦИЈА ДРЖАВНИХ ОРГАНА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

NON-INVASIVE SECURITY ANALYSIS OF GOVERNMENT WEB APPLICATIONS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Душан Панић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ИНФОРМАЦИОНА БЕЗБЕДНОСТ

Кратак садржај – Овај рад истражује неинванзивну анализу веб апликација у Републици Србији користећи методу веб фаза. Уз инспирацију из војних техника извиђања, развијен је прилагођени веб фазер у Go програмском језику који омогућава ефикасну аутоматизацију идентификације рањивости. Систем укључује компоненте као што су координатор послова, DNS и VPN сервери, који омогућавају скалабилност и координацију задатака. Аутоматска обрада резултата користи статистичке методе за филтрирање и анализу података, са фокусом на анализу фреквенције и екстремних вредности у прикупљеним подацима..

Кључне речи: Информациона безбедност, извиђање, тестирање информационе безбедности

Abstract – This paper explores a non-invasive security analysis of web applications in Republic of Serbia using the web fuzzing method. A customized web fuzzer was developed in the Go programming language which was inspired by military reconnaissance techniques, and enabling efficient automation of vulnerability identification. The system consists of a Job Scheduler as well as DNS and VPN servers, which allow scalability and task coordination. Automatic processing of results utilizes statistical methods for filtering and analysing data, focusing on the analysis of frequency and extreme values in the collected data.

Keywords: Information Security, Reconnaissance, Information Security Testing

1. УВОД

Информациона безбедност се односи на заштиту информација и информационих система од неовлашћеног приступа, употребе, откривања, ометања, модификације или уништавања. Примарни фокус је *балансирана* заштита поверљивости, интегритета и доступности познатија као *CIA* тријада [2].

Постизање **информационе безбедности** се постиже ублажавањем ризика [1]. Информациона безбедност обухвата разне технике, полисе и процедуре које се користе за заштиту информација и ресурса од различитих врста претњи, укључујући крађу података,

НАПОМЕНА:

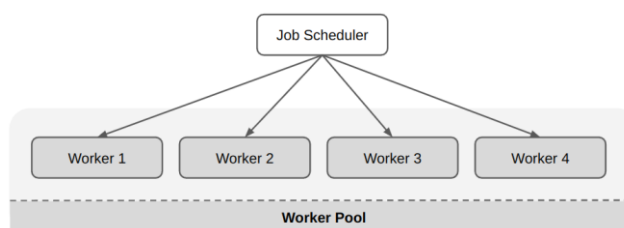
Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Имре Лендак, ванр. проф.

неовлашћен приступ заштићеним рачунарима и мрежама, злонамерне софтвере, социјални инжењеринг и друге. Приступ информационој безбедности често укључује комбинацију техничких, организационих и процедуралних мера за заштиту информација и система.

Циљеви истраживања укључују идентификацију и анализу кључних рањивости веб апликација, аутоматизовано прикупљање информација о безбедносном стању, евалуацију постојећих заштитних механизма, и на основу добијених резултата, предлагање мера за побољшање националне сајбер безбедности. Истраживање се ослања на развој дистрибуираног веб фазера у облаку, израђеног у Go програмском језику. Метод је имплементиран кроз активно извиђање, примењујући веб фаз технику која подразумева слање великог броја неочекиваних или неважећих улазних података на циљане веб апликације

2. ДИЗАЈН СИСТЕМА

Кључне компоненте система укључују *координатора*, *раднике*, *Docker* [3] контејнере, *прокси* [4] сервере и *VPN* [5] клијенте.



Слика 1. Визуелизација нодова у мрежи

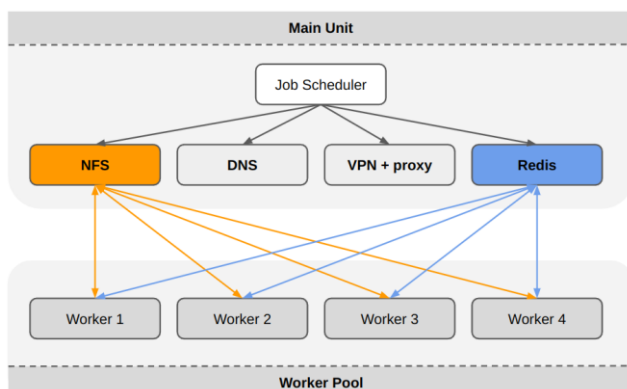
На слици 1 приказане су компоненте система:

- **Координатор** срце система, задужено за оркестрацију и расподелу задатака према радницима.
- **Радници** - служе као извршиоци задатака који су им додељени од стране координатора.
- **Docker контејнери** - користе се за изолацију и покретање специфичних сервиса, укључујући прокси сервере и *PiHole* DNS сервер.
- **Прокси сервер** - сви *HTTP* захтеви се прослеђују на жељену веб адресу кроз *VPN*

конекцију, што доприноси смањењу ризика од блокирања.

Координатор представља кључни чвор система, играјући централну улогу у оркестрацији и дистрибуцији задатака према радницима. Инсталирани су и подешени следећи елементи: **Redis сервер** [6] се користи као централни систем за управљање редовима задатака, омогућавајући синхронизацију и ефикасну дистрибуцију послова између радника. Redis служи и као глобални механизам за закључавање, осигуравајући да се исти задатак не извршава симултано на више машина. **NFS сервер** [7] служи за дељење фајлова између машина у мрежи, омогућавајући им приступ заједничким ресурсима потребним за извршавање задатака. **Docker** на координатору виртуелној машини омогућава контејнеризацију апликација и сервиса, укључујући прокси сервере и VPN клијенте.

Радници су неопходне компоненте дистрибуираног система, са основним извршења задатака додељених од стране координатора. Њихова примарна функција је обрада и анализа. Кључна карактеристике и улоге радника је **извршавање задатака**, тиме што активно раде на обради и анализи података примљених од координатора. Оне су способне да паралелно процесуирају више задатака, чиме се оптимизује време потребно за комплетан процес анализе.



Слика 2. Визуелизација комуникације између нодова у мрежи

Радници остварују комуникацију са координатором коришћењем Redis сервера што је приказано на слици 2. Информације о новим задацима се смештају у Redis базу од стране координатора, омогућавајући радницима да преузму и реализују задатке. **NFS клијент** је конфигурисан на сваком раднику омогућавајући јој приступ дељеним фајловима који се налазе на NFS серверу хостованом на координаторовој виртуелној машини. Ово омогућава способност система да одржи конзистентност података кроз више компоненти и да усклади операције између различитих машина. **Веб фазер** је покренут на радницима, а написан је у Go програмском језику. Фазер служи за идентификацију потенцијално рањивих путања унутар веб апликација. Фазер представља кључни алат у процесу анализе и тестирања, пружајући детаљне информације о безбедносном стању анализираних система. Оптимизација перформанси добијена је употребом

HTTP "Keep Alive" [8] механизма за поновно коришћење TCP/HTTP конекција, чиме се значајно смањује кашњење при скенирању, јер не постоје поновна TCP односно TLS [9] руковања (енг. handshake). Кориштећи Go рутине за ефикасно паралелно процесирање задатака, овај приступ осигурава високу пропусност уз минималну потрошњу ресурса. Фазер је дизајниран да буде скалабилан и лак за интеграцију у дистрибуиране системе.

Docker контејнери су коришћени за изолацију и покретање прокси и PiHole DNS сервера. Контејнеризација је омогућила ефикасно управљање овим сервисима, пружајући изоловану средину за сваку компоненту која олакшава деплојмент, скалабилност и управљање верзијама. **Прокси сервер** имплементиран је сервер HTTP посредника за прослеђивање који је постављен унутар Docker контејнера. Овај приступ је омогућио сигурно и ефикасно усмеравање HTTPS [10] захтева преко VPN-а. Коришћен је NordVPN сервис. Употреба Dockera омогућила је изолацију прокси сервера од осталих делова система. **PiHole DNS сервер** [11] такође постављен унутар Docker контејнера. PiHole служи као DNS кеш сервер, оптимизујући DNS упите и побољшавајући перформансе система тако то смањује потребу за поновљеним екстерним DNS захтевима.

Прокси сервер функционише као посредник између система и циљаних веб апликација, усмеравајући све HTTPS захтеве преко VPN тунела. Коришћењем NordVPN-а, ова конфигурација значајно доприноси сигурнијој и анонимнијој конекцији, умањујући ризик од блокирања захтева фазера од стране циљаних сервера. Улога и значај прокси сервера су **анонимизација захтева** употребом VPN-а у комбинацији са прокси сервером, захтеви постају теже препознатљиви за циљане веб апликације. Ово је посебно важно у сценаријима где је потребно извршити велики број захтева без ризика од блокирања по IP адреси. **Избегавање блокирања** коришћењем динамичке промене IP адреса преко VPN-а, смањује се вероватноћа да ће захтеви бити блокирани од стране циљаних сервера, чиме се повећава успешност фаз процеса.

Оптимизација HTTP конекција

- **Перзистентне конекције:** употребом перзистентних HTTP конекција значајно је смањен оверхеад повезан са поновним успостављањем TCP веза. Ово директно доприноси бржем одзиву система, омогућавајући бржу обраду и прослеђивање захтева кроз прокси сервер.
- **Повећани лимити конекција:** постављањем високих лимита за максималан број истовремених конекција (до 500 конекција по хосту), обезбеђујемо да систем може ефикасно руководити великим бројем захтева без ризика од преоптерећења или загушења мреже.
- **Конфигурација TLS:** кроз прилагођавање TLS конфигурације са **InsecureSkipVerify: true**, олакшавамо процес тестирања сервера са

самопотписаним сертификатима или онима који нису издати од стране поузданог ауторитета.

Да би се подржао велики број истовремених конекција и захтева, машине су конфигуриране са прилагођеним системским лимитима за број отворених фајлова (*nofile*) и процеса (*nproc*), као и са оптимизованим кернел параметрима (*sysctl.conf*) за боље перформансе мреже и системских ресурса

3. ПРОВЕРА ВАЛИДНОСТИ ДОМЕНА ЗА ТЕСТ

За потребе тестирања одабран је РНИДС-ов документ “Списак домена резервисаних за потребе државних органа и организација” коришћен као почетна база за израду тест скупа Преузет је са **РНИДС-а**. [12] Документ је у тренутку писања рада важећи, а публикован је 24. 10. 2016. Обрадом фајла, елиминацијом дупликата дошли смо до цифре од **1937** домена за скенирање. За потребе овог рада, ако је тестиран abs.rs систем је унео следеће URL-ове за тестирање: <http://test.rs>, <https://test.rs>, <http://www.test.rs>, <https://www.test.rs>.

Тип	Фреквенција	Проценат
Добри хостови	226	2.92%
Лоши хостови	7522	97.08%
Укупно	7748	100.00%

Табела 1. Приказ обраде валидности домена из РНИДС-овог фајла

У циљу чишћења и детерминације који су то исправни домени за скен, за један домен прављена су 4 уноса, $1937 * 4$ је 7748. Све то је пропуштено кроз систем ради валидације DNS-ом да ли хост постоји, али да ли хост одговара на HTTP односно HTTPS захтеве. Након обраде улазног фајла, У даљем истраживању као финални почетни скуп користимо све добре хостове, односно 226 уноса.

4. АУТОМАТСКА ОБРАДА РЕЗУЛТАТА

Циљ овог експеримента је да се аутоматски обраде резултати добијени фаз тестирањем веб апликације, са фокусом на елиминацију шума у подацима и идентификовање релевантних информација.

Методом мноштва упита ка циљаној веб апликацији направљено је укупно 4388 захтева. Резултати су бележени у следећем формату:

- URL
- Величина одговора (у бајтовима)
- Број линија у телу одговора
- HTTP статус код
- Број речи у телу одговора

Пример:

```
[ {
  "url": "https://www.[ УКЛОЊЕНО].rs/sitemap",
  "size": 54332,
```

```
    "lines": 859,
    "statusCode": 200,
    "words": 2700
  },
  {
    "url": "https://www.[
УКЛОЊЕНО].rs/newsletter",
    "size": 124281,
    "lines": 2461,
    "statusCode": 200,
    "words": 7099
  },
  {
    "url": "https://www.[
УКЛОЊЕНО].rs/phpinfo.php",
    "size": 117454,
    "lines": 1484,
    "statusCode": 200,
    "words": 5963
  },
  ... остали резултати ...
]
```

Слика 3. Подаци са шумом

Употребом статистичке анализе фаз резултата омогућена је елиминација шума у подацима. Након завршеног теста неког хоста, анализира се фреквенција резултата добијених фаз упитом. У оквиру овог истраживања, спроведен је фаз процес у коме је упућен велики број захтева према циљаној веб апликацији. У сврху анализе, снимљени су резултати свих упућених захтева, који су се потом подвргли даљој обради. Међутим, у почетним скуповима података било је присутно доста шума, односно информација које нису значајне за даљу анализу. Како би се извукле релевантне информације, примењене су следеће методе статистичке анализе:

Анализа фреквенције појављивања вредности метрика: анализиране су фреквенције појављивања величине одговора, броја линија, HTTP статус кодова и броја речи у телу одговора на свакој појединачној страници. На основу добијених података, израђено је статистичко звоно које приказује дистрибуцију вредности за сваку метрику.

Идентификација екстремних вредности: након анализе дистрибуције, идентификоване су екстремне вредности, оне које значајно одступају од медијане, за сваку појединачну метрику. За детекцију екстрема коришћена је стандардна девијација. Критеријум за одређивање екстремних вредности био је $X < \mu - 2\sigma$ за сваку метрику.

Након иницијалне анализе, екстремне вредности су третиране као значајне информације, док су остале вредности третиране као шум. Ако је неки резултат добио вредност екстрема за било коју од анализираних метрика (величина одговора, број линија, HTTP статус код, број речи), тај резултат је означен као шум и уклоњен из даље анализе.

Пример резултата након филтрирања:

```
"results": [
  { "url": "https://www.[ REDACTED ].rs/newsletter" },
  { "url": "https://www.[ REDACTED ].rs/phpinfo.php" },
  ...
  { "url": "https://www.[ REDACTED ].rs/sitemap" },
  ...
]
```

Слика 4. Подаци очишћени од шума

На слици 4. виде се аутоматски обрађени подаци, очишћени од шума. На овај начин, ефективно је елиминисан шум из података, што је омогућило фокусирање на релевантне резултате за даљу анализу.

Резултат после филтрирања, је да је укупан број релевантних резултата смањен са 4388 на 14, од чега су преостали резултати имали знатно већи број понављања у односу на медијану. Овај процес је значајно смањио количину података који захтевају даљу пажњу и анализу, док је истовремено повећана вероватноћа релевантности преосталих података.

4. ЗАКЉУЧАК

Ова студија наглашава значај и ефикасност веб фазинга као методе за откривање постојећих рањивости, али исто тако истиче потребу за проширењем опсега анализе. Континуирано праћење и ажурирање безбедносних конфигурација, заједно са стриктним контролама приступа, кључни су за смањење ризика од неауторизованог приступа и излагања осетљивих информација. Имплементирани су аутоматизовани алати за скенирање и анализу *HTTP* одговора са циљем откривања ненамерно отворених путањи програмабилног интерфејса апликације које могу представљати сигурносни ризик. Формулисане су препоруке за имплементацију ефикасних механизма заштите и ублажавања ризика повезаних с ненамерно отвореним путањама програмабилног интерфејса апликације, укључујући побољшану контролу приступа и конфигурацију сигурности.

Будући рад би могао да укључи фокус на веб фаз усмерен на поддомене, односно истраживање дигиталних имовина једне организације. Након идентификације имовине, могло би се прећи на континуирани систем фаза у одређеном временском интервалу. Овај приступ би омогућио дубље разумевање структуре и потенцијалних слабости унутар дигиталног простора организација, чиме се повећава ефикасност у откривању и ублажавању рањивости. Истраживање дигиталних имовина пружа темељан увид у комплексност и ширину веб присуства организације, често откривајући заборављене сегменте који могу представљати безбедносне ризике. Заборављене дигиталне имовине (енг. **Shadow IT**) у многим случајевима представљају критичне сегменте система, јер су то често неодржавани сервери и веб апликације са застарелим софтвером. Континуирани систем фаза на откривеним поддоменима и дигиталној имовини омогућава систематично откривање рањивости, које могу произаћи из конфигурацијских грешака, застарелог

софтвера, или чак непажње при управљању дигиталним ресурсима.

Овим истраживањем направљени су значајни кораци за унапређење информационе безбедности на националном нивоу, подизање свести о важности сајбер безбедности и креирање сигурнијег дигиталног окружења.

5. LITERATURA

- [1] Jason Address, "The Basics of Information Security: Understanding the Fundamentals of InfoSec in Theory and Practice", ISBN 9780128008126.
- [2] Martin Fletcher, „An introduction to information risk”. The National Archives, доступно: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214212616301806?via%3Dihub>
- [3] Jurgen Cito, Gerald Schermann, John Erik Wittern, Philipp Leitner, Sali Zumberi, Harald C. Gall, "An Empirical Analysis of the Docker Container Ecosystem on GitHub", доступно: <https://peerj.com/preprints/2905.pdf>
- [4] "National Institute Of Standards And Technology", доступно: <https://csrc.nist.gov/glossary/term/proxy>
- [5] Paul Ferguson, Geoff Huston, "What is a VPN?", доступно: https://cpham.perso.univ-pau.fr/ENSEIGNEMENT/COMMUN/vpn_ferguson.pdf
- [6] <https://www.ibm.com/topics/redis>
- [7] S. Shepler, B. Callaghan, D. Robinson, R. Thurlow, C. Beame, M. Eisler, D. Noveck, "Network File System (NFS) version 4 Protocol", доступно: <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc3530.txt.pdf>
- [8] Owen Garret, "HTTP Keepalive Connections and Web Performance", доступно: <https://www.f5.com/company/blog/nginx/http-keepalives-and-web-performance>
- [9] "Mozilla Developer Network Web Docs", доступно: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Security/Transport_Layer_Security
- [10] "Mozilla Developer Network Web Docs", доступно: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/HTTPS>
- [11] Leyla Bilge, Engin Kirda, Christopher Kruege, Marco Balduzzi, "EXPOSURE: Finding Malicious Domains Using Passive DNS Analysis", доступно: https://sites.cs.ucsb.edu/~chris/research/doc/ndss11_exposure.pdf
- [12] Списак домена резервисаних за потребе државних органа и организација, доступно: https://www.rnids.rs/registar_dokumenata/2016_10_24-spisak-rezervisani_drzavni.pdf

Кратка биографија:



Душан Панић рођен је 1987. год у Лозници. Душан је софтвер архитекта са искуством у инжењеринг поузданости и информационој безбедности. Контакт: dpanic@gmail.com

**UPOTREBA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE ZA DETEKCIJU „PHISHING“ E-POŠTE:
PRISTUP ZASNOVAN NA PRIRODNOJ OBRADI JEZIKA****THE USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR “PHISHING” E-MAIL
DETECTION: AN APPROACH BASED ON NATURAL LANGUAGE PROCESSING**

Nemanja Šepa, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INFORMACIONA BEZBEDNOST

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje primenu naprednih algoritama veštačke inteligencije i mašinskog učenja za detekciju „phishing“ napada analizom sadržaja elektronske pošte. Poređenjem performansi modela Naivnog Bajesa, XGBoost-a, RNN-a i GRU-a, analizirane su tačnost i efikasnost, pri čemu se razmatraju ključne prednosti i ograničenja ovih modela u savremenim sajber bezbednosnim sistemima.

Ključne reči: Veštačka inteligencija, informaciona bezbednost, prirodna obrada jezika

Abstract – This paper explores the application of advanced artificial intelligence and machine learning algorithms to detect phishing attacks by analyzing email content. By comparing the performance of Naive Bayesian, XGBoost, RNN, and GRU models, accuracy and efficiency are analyzed, while considering the key advantages and limitations of these models in modern cyber security systems.

Keywords: Artificial intelligence, information security, natural language processing

1. UVOD

U savremenom digitalnom svetu, elektronska pošta ostaje ključni alat za komunikaciju, kako u privatnom, tako i u poslovnom okruženju. Međutim, uz ovu rasprostranjenost dolazi i do značajne ranjivosti – „phishing“ napada. „Phishing“ predstavlja oblik sajber kriminala u kome napadači pokušavaju da dobiju osetljive informacije, poput korisničkih imena, lozinki, finansijskih podataka ili drugih ličnih informacija, pretvarajući se da su legitimne institucije. Najčešći medij za ove napade su „phishing“ e-poruke, zbog čega su sistemi elektronske pošte postali kritični cilj sajber kriminalaca.

**2. KONCEPTUALNI OKVIR „PHISHING“
NAPADA I UPOTREBE VEŠTAČKE
INTELIGENCIJE I MAŠINSKOG UČENJA U
SAJBER BEZBEDNOSTI**

Eskalacija „phishing“ napada ukazuje na ograničenja tradicionalnih pristupa u sajber bezbednosti.

Konvencionalne metode, kao što su filteri zasnovani na pravilima i antivirusni programi, pokazale su smanjenu efikasnost sa razvojem tehnika koje koriste napadači.

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Rikalović, red. prof.

Savremeni napadi su sofisticiraniji i koriste tehnike socijalnog inženjeringa, kako bi zloupotrebili psihološke slabosti korisnika, čineći teže prepoznavanje opasnosti za tradicionalne bezbednosne sisteme [1]. Kao odgovor na ovaj izazov, primena veštačke inteligencije (AI) i mašinskog učenja (ML) pojavili su se kao rešenje za detekciju „phishing“ e-poruka. Ove tehnologije, posebno u kombinaciji sa obradom prirodnog jezika (NLP), nude napredan pristup identifikaciji napada analizom sadržaja i strukture e-poruka na dubljem nivou.

Za razliku od statičnih filtera, AI sistemi uče iz novih podataka i kontinuirano poboljšavaju svoje detekcijske mogućnosti, što ih čini prilagodljivijim u suočavanju sa dinamičnim sajber pretnjama.

„Phishing“ napadi su pretrpeli značajnu evoluciju od svog nastanka. Rani „phishing“ napadi bili su relativno jednostavni i pokušavali su da prevare korisnike da otkriju lične podatke. Ovi rani napadi su se odlikovali loše napisanim porukama, generičkim sadržajem i očiglednim znakovima prevare, kao što su pravopisne greške i sumnjivi URL-ovi [2]. Iako su tradicionalni sistemi za detekciju e-poruka prvobitno bili efikasni u prepoznavanju ovakvih napada, sofisticiranost tehnika „phishing“ napada značajno je porasla.

Tulan i Karti ističu da su najuspešnije tehnike za detekciju phishing mejlova u velikoj meri zasnovane na analizi specifičnih segmenata same poruke. Dok se crne liste često koriste kao preventivna mera, njihova efikasnost je ograničena kada je reč o novijim, do tada nepoznatim tehnikama napada. U tom smislu, neophodno je fokusirati se na različite karakteristike poruke kako bi se ostvarila veća tačnost u detekciji. Ovo uključuje analizu spoljašnjih elemenata poruke, kao što su podaci o pošiljaocu, zatim sadržaja samog tela poruke, karakteristika vezanih za URL linkove koji se pojavljuju u poruci, kao i informacija koje se nalaze u zaglavlju poruke. Prema njihovoj analizi, ovi aspekti su od ključnog značaja za izgradnju sistema koji bi mogli da efikasno odgovore na sve složenije pretnje u oblasti fišing napada [3].

**3. ETIČKA RAZMATRANJA UPOTREBE
VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U SAJBER
BEZBEDNOSTI**

Primena veštačke inteligencije u sajber bezbednosti donosi značajna poboljšanja u otkrivanju sajber pretnji, ali istovremeno i otvara brojna etička pitanja.

Jedan od ključnih izazova je očuvanje privatnosti korisnika, budući da AI sistemi često zahtevaju pristup velikim količinama osetljivih podataka kako bi efikasno otkrivali „phishing“ napade. Ova obrada podataka može narušiti privatnost, jer uključuje pristup informacijama koje nisu uvek relevantne za otkrivanje pretnji.

Dok rešenja poput anonimizacije i enkripcije mogu pomoći u zaštiti privatnosti, potrebno je pažljivo upravljanje podacima da bi se smanjili rizici. Pored toga, transparentnost AI sistema predstavlja još jedan izazov. Mnogi modeli, naročito oni zasnovani na dubokim neuronskim mrežama, funkcionišu kao „crne kutije“ koje donose odluke bez jasnog objašnjenja [4]. Nedostatak transparentnosti ograničava razumevanje korisnika i povećava rizik od nekontrolisanih grešaka, što je posebno važno u slučajevima kada AI donosi odluke koje mogu direktno uticati na poslovne ili bezbednosne procese.

Uvođenje objašnjivih AI (XAI) metoda može povećati razumevanje i prihvatanje ovih sistema, kao i omogućiti bolji nadzor [5]. Pristrasnost je takođe važan aspekt, jer ako modeli nisu obučeni na raznovrsnim i reprezentativnim skupovima podataka, mogu favorizovati određene grupe ili propustiti legitimne obrasce. Ovo može dovesti do nepravednih rezultata, poput lažnih pozitivnih ili negativnih identifikacija, što se može ublažiti redovnom revizijom modela i korišćenjem raznovrsnih podataka. Pored toga, pitanje odgovornosti u slučaju greške predstavlja značajan etički izazov. Ako AI pogrešno identifikuje legitimnu poruku kao zlonamernu ili propusti da označi „phishing“ sadržaj, neophodno je jasno definisati ko snosi odgovornost za nastalu štetu. Uspostavljanje jasnih etičkih okvira i mehanizama nadzora biće od suštinske važnosti za određivanje odgovornosti i efikasno upravljanje rizicima, posebno kako AI sistemi postaju sve više integrisani u kritične infrastrukture.

4. METODOLOGIJA IZRADE MODELA

Metodološki okvir istraživanja zasnovan je na prikupljanju, preprocesiranju i analizi skupa podataka o e-porukama, nakon čega sledi implementacija i evaluacija različitih AI/ML modela. Skup podataka korišćen u ovoj studiji preuzet je sa platforme Kaggle, renomirane u oblasti analize podataka i takmičenja u mašinskom učenju. Dataset sadrži e-poruke koje su klasifikovane kao „phishing“ ili „legitimne“, pružajući raznovrsne primere iz obe kategorije. Ova raznovrsnost je ključna, jer se „phishing“ e-poruke značajno razlikuju po sadržaju, strukturi i nameri, što čini razvoj robusnog sistema za detekciju izazovnim [6].

4.1 Tehnike preprocesiranja podataka

Preprocesiranje teksta i ekstrakcija podataka su ključni koraci u izgradnji pouzdanog modela za otkrivanje phishing imejlova. Phishing poruke često sadrže suptilne znakove koji ih razlikuju od legitimnih imejlova, a identifikovanje tih znakova zahteva primenu različitih tehnika za obradu prirodnog jezika (NLP). U nastavku su opisane neke od najčešće korišćenih tehnika za preprocesiranje i ekstrakciju relevantnih karakteristika iz phishing poruka.

Tokenizacija: Tokenizacija podrazumeva razbijanje teksta e-poruke na pojedinačne reči ili fraze, poznate kao tokeni. Ovaj korak je od suštinskog značaja u NLP-u, jer pretvara sirov tekst u jedinice koje se mogu analizirati pomoću algoritama mašinskog učenja [7].

Pretvaranje u mala slova i uklanjanje stop reči: Svi tekstovi se pretvaraju u mala slova radi doslednosti, kako bi se sprečilo da model različito tretira istu reč u zavisnosti od kapitalizacije (npr. „Password“ u odnosu na „password“). Pored toga, uklonjene su uobičajene reči, poznate kao stop reči („the“, „is“, „and“), kako bi se fokusirali na važnije delove sadržaja e-poruke [8].

Stemming i lematizacija: Ove tehnike služe za vraćanje reči na njihov korenski ili osnovni oblik. Stemming uključuje uklanjanje sufiksa i prefiksa (npr. „playing“ postaje „play“), dok lematizacija vraća reč u njen ispravan oblik (npr. „better“ postaje „good“), uzimajući u obzir kontekst [9].

Analiza N-grama: N-gram predstavlja sekvencu reči ili karaktera dužine N. Analiza N-gramova omogućava prepoznavanje čestih fraza ili obrazaca koji mogu ukazivati na „phishing“ poruke [10].

Ekstrakcija karakteristika pomoću BoW i TF-IDF: „Bag of Words“ (BoW) metod predstavlja e-poruke kao zbir reči, ignorišući njihov redosled, ali zadržavajući njihovu frekvenciju. TF-IDF dodaje težinu retkim, ali značajnim terminima, smanjujući uticaj uobičajenih, manje informativnih reči [11].

Ekstrakcija metapodataka: Pored tekstualnog sadržaja, analizirani su i metapodaci, kao što su adresa pošiljaoca i struktura domena. Ovi podaci su ključni za otkrivanje sumnjivih elemenata u „phishing“ porukama.

4.2. Odabir modela

Nakon preprocesiranja podataka, primenjeni su različiti AI/ML modeli kako bi se procenila njihova efikasnost u detekciji „phishing“ e-poruka. Svaki od ovih modela ima specifične prednosti i karakteristike koje su doprinele unapređenju rezultata.

Naivni Bajesov klasifikator: Ovaj algoritam, zasnovan na Bajesovoj teoremi, pretpostavlja nezavisnost između karakteristika, što ga čini relativno jednostavnim za primenu. Ipak, i pored ove pojednostavljene pretpostavke, Naivni Bajes je dokazao svoju efikasnost u zadacima klasifikacije teksta, posebno kada se radi o obradi velikih setova podataka.

XGBoost: Ovaj model primenjuje iterativno poboljšavanje predviđanja kroz tehniku bustinga, što ga čini izuzetno moćnim u radu sa složenim i visoko dimenzionalnim podacima. Njegova robusnost i sposobnost da se uspešno nosi sa neuravnoteženim klasama čine ga idealnim za detekciju „phishing“ poruka.

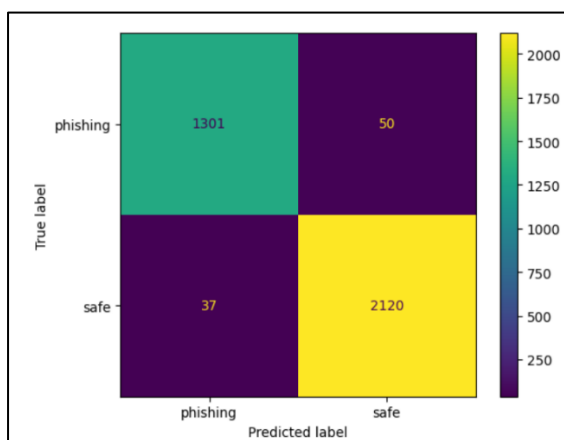
Jednostavne rekurentne neuronske mreže (RNN): RNN modeli su posebno pogodni za obradu sekvencijalnih podataka, jer uzimaju u obzir vremenski kontekst i redosled reči. Ova sposobnost je od velike važnosti u detekciji „phishing“ e-poruka, gde su sekvence reči ključne za razumevanje poruke.

Mreže sa gejt-rekurentnim jedinicama (GRU): GRU modeli predstavljaju naprednu verziju RNN-a i omogućavaju zadržavanje važnih informacija kroz duže vremenske sekvence. Zahvaljujući ovome, GRU mreže su veoma efikasne u analizi dugačkih i kompleksnih tekstualnih poruka, što ih čini veoma primenljivim za detekciju „phishing“ e-poruka.

4.3 Evaluacija modela

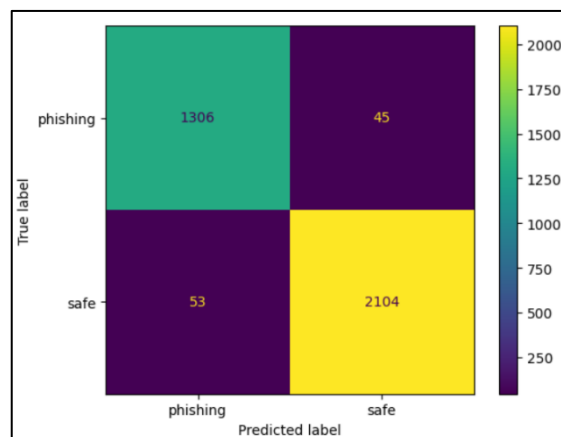
Evaluacija svih modela izvršena je korišćenjem metrika kao što su tačnost, preciznost, odziv i F1-skor. Pored toga, konfuziona matrica je korišćena za vizualizaciju rezultata klasifikacije, omogućavajući jasnu sliku o performansama svakog modela u kontekstu detekcije „phishing“ e-poruka.

Model zasnovan na Naivnom Bajesu je pokazao izuzetne performanse sa tačnošću od 97,52%, preciznošću od 98%, odzivom od 0.98 i F1-skorom od 0.98, što se može pripisati njegovoj jednostavnoj arhitekturi zasnovanoj na verovatnoći i pretpostavci o nezavisnosti karakteristika. U praksi, ovaj model je izvršio 1301 tačnu identifikaciju „phishing“ e-poruka (True Positive) i 2120 tačnih identifikacija legitimnih e-poruka (True Negative), sa relativno niskim brojem False Positive (50) i False Negative (37) (Slika 1). Ovi rezultati ukazuju na to da je model veoma pouzdan u konzistentnoj klasifikaciji „phishing“ poruka. Iako je jednostavan, njegova sposobnost da brzo obrađuje podatke čini ga praktičnim izborom za velike tekstualne skupove podataka, posebno kada su obrasci teksta konzistentni.



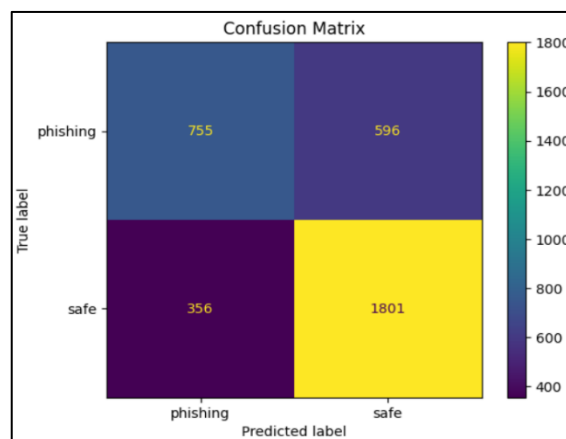
Slika 1: Konfuziona matrica modela zasnovanog na Bajesovom klasifikatoru

XGBoost algoritam, iako komplikovaniji, pokazao je solidne rezultate sa tačnošću od 97,21%, preciznošću od 97% i F1-skorom od 0.97. Ovaj model je identifikovao 1306 „phishing“ e-poruka (True Positive) i 2104 legitimne e-poruke (True Negative), uz niže False Positive (45) vrednosti od Naivnog Bajesa, ali nešto veći broj False Negative (53) (Slika 2). XGBoost se oslanja na složeniju arhitekturu zasnovanu na gradijentnom pojačavanju, koja često poboljšava prediktivne performanse putem ponovljenog podešavanja, ali zahteva više vremena i računarskih resursa. U ovom slučaju, model nije uspeo da nadmaši jednostavniji Naivni Bajes, što ukazuje da njegova kompleksnost možda nije uvek potrebna za binarnu klasifikaciju tekstualnih podataka.



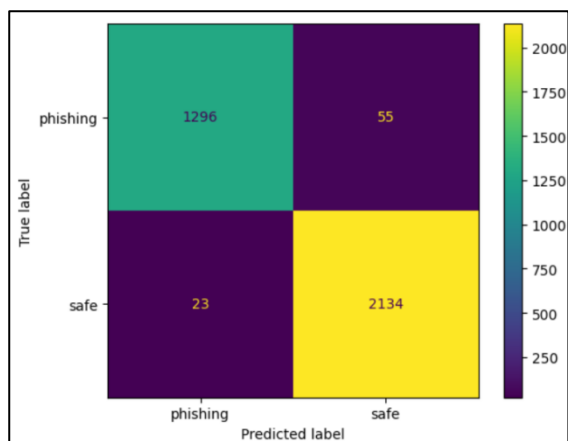
Slika 2: Konfuziona matrica modela zasnovanog na XGBoost algoritmu

Jednostavna rekurentna neuronska mreža (RNN) dala je najslabije rezultate, sa tačnošću od 73%, preciznošću od 72,86% i F1-skorom od 0.72. Ovaj model je detektovao 755 „phishing“ e-poruka (True Positive) i 1801 legitimnu e-poruku (True Negative), ali je postigao visoke vrednosti False Positive (596) i False Negative (356) (Slika 3), što ukazuje na probleme u pravilnom klasifikovanju kako „phishing“, tako i legitimnih e-poruka. RNN modeli su podložni problemu „izumiranja gradijenata“, što uzrokuje gubitak informacija tokom dužih sekvenci. To utiče na njihovu sposobnost da se nose sa tekstualnim podacima koji zahtevaju dugoročno zadržavanje informacija.



Slika 3: Konfuziona matrica modela zasnovanog na jednostavnoj rekurentnoj neuronskoj mreži

Model zasnovan na GRU neuronskoj mreži je pokazao najbolje performanse među rekurentnim mrežama, sa tačnošću od 97,78%, preciznošću od 98% i F1-skorom od 0.98. Ovaj model je ostvario 1296 True Positive i 2134 True Negative, uz veoma nizak broj False Positive (55) i False Negative (23) (Slika 4). GRU, zahvaljujući svojim „gejt“ mehanizmima, bolje zadržava relevantne informacije tokom dužih sekvenci, što mu omogućava da nadmaši osnovni RNN u tekstualnim zadacima kao što je klasifikacija „phishing“ poruka. Zbog svoje poboljšane arhitekture, GRU je sposoban da preciznije identifikuje i „phishing“ i legitimne poruke, što ga čini efikasnim izborom za zadatke koji zahtevaju dugoročni kontekst.



Slika 4: Konfuziona matrica modela zasnovanog na „gejt“ neuronskoj mreži

5. ZAKLJUČAK

Istraživanje o primeni veštačke inteligencije i mašinskog učenja u detekciji „phishing“ napada ukazuje na značajan potencijal ovih tehnologija za unapređenje sajber bezbednosti. Rezultati pokazuju da su modeli Naivnog Bajesa i GRU postigli najvišu tačnost i pouzdanost, dok je XGBoost pokazao solidne performanse uz povećane zahteve za računarskim resursima. U suprotnosti s tim, RNN model je imao ograničenja zbog problema sa izumiranjem gradijenata, što je rezultovalo slabijom identifikacijom „phishing“ poruka.

Ovi rezultati ističu važnost odabira odgovarajućih modela na osnovu specifičnih zahteva aplikacija u oblasti sajber bezbednosti, s naglaskom na efikasnost, brzinu i preciznost. Pored toga, etička razmatranja, kao što su očuvanje privatnosti korisnika i transparentnost algoritama, predstavljaju ključne aspekte koji moraju biti integrisani u razvoj i implementaciju AI sistema.

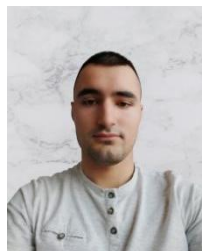
U svetlu brzog razvoja sajber pretnji, kontinuirano unapređenje i prilagođavanje modela postaje imperativ. Aktivno uključivanje zaposlenih u procese detekcije i prevencije „phishing“ napada od suštinske je važnosti za postizanje uspešnih rezultata u borbi protiv sajber kriminala. Takođe, važno je promovisati kulturu kontinuiranog učenja i prilagođavanja unutar organizacija, kako bi se osigurala otpornost na sve složenije pretnje u digitalnom okruženju.

4. LITERATURA

- [1] Jansson, K.; von Solms, R. (2011-11-09). "Phishing for phishing awareness". Behaviour & Information Technology. 32 (6): 584–593. doi:10.1080/0144929X.2011.632650. ISSN 0144-929X. S2CID 5472217
- [2] Toolan F, Carthy J (2009). Phishing detection using classifier ensembles. In: eCrime researchers summit, IEEE conference Tacoma, WA, USA, 2009, pp 1–9
- [3] Toolan F, Carthy J (2010). Feature selection for spam and phishing detection. E-Crime Researchers Summit, Dallas, pp 1–12
- [4] Larsson, S., & Heintz, F. (2020). Transparency in artificial intelligence. Department of Technology and Society, Lund University

- [5] Barredo Arrieta, A., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Benetot, A., Tabik, S., Barbado, A., Garcia, S., Gil-Lopez, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R., & Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82-115
- [6] https://www.kaggle.com/datasets/subhajournal/phishin_gemails
- [7] Kadhim, Ammar. (2018). An Evaluation of Preprocessing Techniques for Text Classification. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 16. 22-32
- [8] Hassan Saif, Miriam Fernandez, Yulan He, and Harith Alani. 2014. On Stopwords, Filtering and Data Sparsity for Sentiment Analysis of Twitter. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'14)*, pages 810–817, Reykjavik, Iceland. European Language Resources Association (ELRA)
- [9] Khyani, Divya & B S, Siddhartha. (2021). An Interpretation of Lemmatization and Stemming in Natural Language Processing. *Shanghai Ligong Daxue Xuebao/Journal of University of Shanghai for Science and Technology*. 22. 350-357
- [10] Cavnar, William & Trenkle, John. (2001). N-Gram-Based Text Categorization. *Proceedings of the Third Annual Symposium on Document Analysis and Information Retrieval*
- [11] https://tita.lecturer.pens.ac.id/TextMining_SDT/03.%20Structured%20Data/NLP_%20Bag%20of%20words%20and%20TF-IDF%20explained!%20_%20by%20Koushik%20kumar%20_%20Medium.pdf

Kratka biografija:



Nemanja Šepa rođen je u Novom Sadu 2000. god. Osnovne akademske studije završio je 2022. godine na Vojnoj akademiji Univerziteta odbrane u Beogradu – studijski program Menadžment u odbrani. Trenutno zaposlen kao oficir Vojske Srbije. kontakt: nemanjasepa@yahoo.com

**UTICAJ INTEGRACIJE E-FAKTURA SA ERP SISTEMOM NA PRIVREDU
REPUBLIKE SRBIJE****THE IMPACT OF INTEGRATING E-INVOICES WITH ERP SYSTEM ON THE
ECONOMY OF THE REPUBLIC OF SERBIA***Selena Delčev, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSTVO INFORMACIONIH
SISTEMA**

Kratak sadržaj – Digitalizacija poslovanja pokreće ekonomski razvoj, posebno u okviru globalne konkurentnosti. Uvođenjem e-faktura, Srbija postavlja temelje za transparentnije poslovanje i usklađivanje sa evropskim standardima. Integracija e-faktura sa ERP sistemima doprinosi optimizaciji kroz automatizaciju, standardizaciju i kontrolu finansijskih transakcija. Kroz analizu najbolje prakse iz zemalja Evropske unije, rad ukazuje na potencijalne koristi za mala i srednja preduzeća u Srbiji, kojima sistem e-faktura može obezbediti uštede i unaprediti poslovnu transparentnost. Rezultati istraživanja naglašavaju ulogu ERP sistema kao temelja za digitalnu transformaciju, čime se povećava konkurentnost privrede Republike Srbije na međunarodnom tržištu.

Ključne reči: E-faktura, ERP, Digitalizacija, Automatizacija, Standardizacija, Transparentnost, MSP, Konkurentnost, Evropski standardi, Privreda Srbije

Abstract – Digitization of business drives economic development, especially in the context of global competitiveness. By introducing e-invoices, Serbia is laying the foundations for more transparent business operations and harmonization with European standards. Integration of e-invoices with ERP systems contributes to optimization through automation, standardization and control of financial transactions. Through the analysis of the best practices from the countries of the European Union, the work indicates the potential benefits for small and medium-sized enterprises in Serbia, for which the e-invoice system can provide savings and improve business transparency. The research results emphasize the role of the ERP system as a foundation for digital transformation, which increases the competitiveness of the economy of the Republic of Serbia on the international market.

Keywords: E-invoice, ERP, Digitization, Automation, Standardization, Transparency, SMEs, Competitiveness, European standards, Economy of Serbia

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Stefanović, red. prof.

1. UVOD

Digitalizacija poslovnih procesa postaje osnova ekonomskog razvoja i ključna prilika za unapređenje efikasnosti i transparentnosti u poslovanju. Srbija je uvođenjem elektronskih faktura (e-faktura) započela modernizaciju poslovanja, koja omogućava usklađivanje sa evropskim standardima i jača konkurentnost domaće privrede. Elektronsko fakturisanje, pored ubrzavanja finansijskih transakcija, ima i važnu ulogu u borbi protiv sive ekonomije i unapređenju poreske kontrole. Motivacija za ovaj rad proističe iz potrebe da se razumeju načini na koje savremeni digitalni alati mogu poboljšati poslovne procese u Republici Srbiji. U tom kontekstu, sistemi kao što su e-fakture i sistemi za podršku planiranju poslovnih resursa (engl. *Enterprise Resource Planning* – ERP) igraju ključnu ulogu. ERP sistemi predstavljaju softverska rešenja koja integrišu poslovne funkcije, poput finansija, nabavke, proizvodnje i ljudskih resursa, u jedinstvenu platformu. Kroz integraciju e-faktura sa ERP sistemima, preduzeća mogu unaprediti poslovne procese automatizacijom obrade faktura, smanjiti rizik od grešaka i olakšati praćenje finansijskih transakcija u realnom vremenu. ERP sistemi se sve više koriste u modernim preduzećima radi optimizacije upravljanja resursima i procesima. S druge strane, e-fakture su postale obavezan deo poslovanja, što nameće potrebu za njihovom integracijom u postojeće sisteme radi maksimalnog ostvarivanja koristi. U ovom radu je sproveden sistemski pregled literature (engl. *Systematic Literature Review* - SLP) kako bi se pružio sveobuhvatan pregled trenutnih praksi i iskustava zemalja Evropske unije (EU) u primeni e-faktura. SLP metodologija omogućava detaljnu analizu koristi i izazova integracije e-faktura sa ERP sistemima u Srbiji, sa posebnim fokusom na mala i srednja preduzeća (MSP). Kroz identifikovanje najboljih evropskih praksi, rad istražuje načine na koje bi Srbija mogla unaprediti svoj sistem e-faktura i podržati poslovno okruženje u kojem digitalna transformacija omogućava efikasniju i transparentniju privredu. Rad je organizovan u nekoliko poglavlja. Uvodno poglavlje pruža pregled važnosti e-faktura i ERP sistema u kontekstu digitalizacije. Drugo poglavlje objašnjava metodologiju SLP-a, koja je korišćena za prikupljanje podataka o primeni e-faktura u evropskim zemljama. U trećem poglavlju analiziraju se rezultati istraživanja i daju odgovori na postavljena istraživačka pitanja. Zaključci i preporuke dati su u poslednjem poglavlju, sa ciljem unapređenja primene e-faktura i podrške daljoj digitalizaciji poslovnih procesa u Srbiji.

2. PREGLED STANJA U OBLASTI

U ovom poglavlju biće prikazan detaljniji uvid u protokol koji je vođen tokom pregleda literature. Ovaj deo obuhvata postavljene ciljeve istraživanja, istraživačka pitanja, kao i kriterijume za filtriranje podataka kako bi se dobili radovi relevantni za datu temu.

2.1. Ciljevi istraživanja

Cilj ovog istraživanja je da se oceni položaj i razvoj srpske privrede u odnosu na evropske zemlje, kao i da se identifikuju smernice koje bi Srbija mogla da primeni radi unapređenja svog sistema e-faktura.

2.2. Istraživačka pitanja

Istraživačka pitanja koja su razmatrana tokom pregleda literature su:

IP1: Kakav je uticaj implementacije e-faktura na smanjenje poreskih prevara?

IP2: Koji su glavni izazovi sa kojima se MSP suočavaju prilikom usvajanja e-faktura i kako njihovo prevazilaženje može doprineti poslovnoj efikasnosti?

IP3: Koliko je bitan podsticaj države za usvajanje e-faktura i koliko to može ubrzati prihvatanje takvog sistema među preduzećima?

IP4: Kako integracija e-faktura sa ERP sistemom može doprineti unapređenju poslovnih procesa?

2.3. Strategija pretrage

Za pronalaženje relevantnih izvora, sprovedena je sistematska pretraga u *Scopus* indeksnoj bazi podataka. Strategija pretrage bila je usmerena na identifikovanje radova koji pružaju sveobuhvatan u primenu i implementaciju e-faktura. Strategija pretrage bila je usmerena na identifikovanje radova koji pružaju sveobuhvatan uvid u primenu i implementaciju e-faktura. Kako je fokus istraživanja na različitim aspektima e-faktura, uključujući njihov uticaj na MSP, integraciju sa ERP sistemima, kao i uticaj na poresku politiku, primenjen je napredni uput sa ključnim terminima kao što su *e-invoice*, *electronic invoicing* i *e-invoicing* kako bi se obuhvatili svi sinonimi i varijante termina koji se odnose na e-fakture.

2.4. Kriterijumi selekcije radova

Kriterijumi inkluzije (kriterijumi prihvatanja), primenjeni prilikom obrade inicijalno dobijenih radova, su:

1. Rad mora biti objavljen u periodu od 2014. do 2024. godine, kako bi se obuhvatio razvoj e-faktura od početne implementacije u EU.
2. Rad mora biti objavljen kao naučni članak ili kao rad sa konferencije.
3. Rad mora biti objavljen na engleskom jeziku.

Kriterijumi ekskluzije (kriterijumi odbacivanja) koji su primenjeni prilikom čitanja radova su sledeći:

1. Rad mora da se odnosi na primenu e-faktura u evropskim zemljama. Fokus ovog istraživanja je na analizi iskustava evropskih zemalja u implementaciji e-faktura, kako bi se obezbedila

relevantnost za poređenje sa situacijom u Srbiji. Shodno tome, radovi koji se odnose na zemlje van Evrope nisu uzeti u obzir.

2. Rad mora da se odnosi na praktičnu primenu e-faktura, ne samo na opšte definicije ili teorijske aspekte. Cilj ovog istraživanja je analiza stvarnih iskustava u implementaciji e-faktura, te su radovi sa isključivo uopštenim informacijama o e-fakturama izostavljeni.

2.5. Proces pretrage radova

U skladu sa prethodno definisanim protokolom, sproveden je proces pretrage literature kroz nekoliko faza. Početna pretraga u *Scopus* bazi identifikovala je 246 radova koji se odnose na e-fakture, korišćenjem relevantnih ključnih termina. Radovi objavljeni pre 2014. godine su eliminisani, što je smanjilo broj radova za 87. Zatim, zadržani su samo naučni članci i radovi sa konferencija, a 24 rada drugog tipa su uklonjena. Radovi na jezicima osim engleskom su odbačeni, što je rezultiralo eliminacijom 16 radova, ostavljajući 119 radova za detaljniji pregled. Nakon eliminisanja radova na osnovu kriterijuma inkluzije, sledeća faza je podrazumevala čitanje apstrakata. U ovoj fazi je odbačeno 41 rad zato što se nisu fokusirali na evropsku primenu e-faktura ili uopšte nisu obuhvatili praktičnu primenu. Nakon toga, pokušao je pristup ostatku radova i u toj fazi je odbačeno 32 rada zato što nisu bili dostupni besplatno. Od preostalih radova, nakon detaljne analize teksta, 72 rada su odbačena zbog neprikladnosti za istraživanje. Na kraju je prihvaćeno 15 radova koji zadovoljavaju sve kriterijume i koji će se koristiti za dalju analizu.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom poglavlju detaljno su analizirani rezultati pregleda literature u odnosu na ranije definisana istraživačka pitanja.

IP1: Kakav je uticaj implementacije e-faktura na smanjenje poreskih prevara?

Primarni cilj implementacije sistema e-faktura je borba protiv poreskih prevara, prvenstveno kroz povećanje transparentnosti i praćenje finansijskih transakcija [16]. Jedan od najboljih primera ovakvog uticaja dolazi iz Italije, gde je uvođenje e-faktura za sve vrste transakcija značajno smanjilo poreski jaz. Italija je prva zemlja u Evropi koja je uvela sistem e-faktura za sve vrste transakcija. Postepeno je uvela obavezno e-fakturisanje, počevši od javnih institucija 2014. godine, a kasnije proširivši na privatni sektor 2019. godine. U Italiji, sistem e-faktura pod nazivom *Sistema di Interscambio* [1], omogućava doslednu validaciju svih e-faktura, jer su sve fakture kreirane u *FatturaPA* formatu. Standardizacija pomaže u smanjenju mogućnosti za manipulacije i lažno prikazivanje podataka, jer svi podaci prolaze kroz automatske kontrole, čime se osigurava tačnost i usklađenost poreskih prijava. Nasuprot tome, Nemačka se suočava sa značajnim izazovima zbog nedostatka standardizacije [2]. Nemačke federalne države koriste različite formate i kanale za slanje e-faktura, što znači da kompanije moraju prilagoditi svoje fakture prema različitim pravilima, što povećava administrativne poslove i složenost fakturisanja. To ne samo da povećava

troškove, već i rizik od grešaka, što se može odraziti na tačnost poreskih prijava i efikasnost praćenja PDV-a. Srbija takođe koristi standardizovani sistem elektronskih faktura (SEF) koji omogućava doslednu validaciju podataka, slično kao Italija [3].

IP2: Koji su glavni izazovi sa kojima se MSP suočavaju prilikom usvajanja e-faktura i kako njihovo prevazilaženje može doprineti poslovnoj efikasnosti?

Sektor MSP je ključan za razvoj ekonomije bilo koje zemlje jer čine preko 90% svih preduzeća [4]. Međutim, kod takvih preduzeća se javlja izazov prilikom usvajanja digitalnih rešenja kao što su e-fakture. U slučaju Grčke, brojna mala preduzeća odložila su usvajanje sistema e-faktura zbog visokih inicijalnih troškova potrebnih za nabavku softvera i opreme [5]. Takođe, u Belgiji je procenjeno da uvođenje e-faktura može dovesti do značajnog smanjenja administrativnih troškova, ali mnoge kompanije nisu spremne da investiraju u ovu infrastrukturu zbog početnih troškova ulaganja od oko 2.380 evra po preduzeću, iako potencijalna ušteda za malo preduzeće na godišnjem nivou iznosi oko 7.000 evra [6]. U radu iz Španije je ukazano da je nedostatak finansijske podrške jedan od razloga sporog usvajanja e-faktura, naročito među manjim preduzećima koja nemaju razvijenu IT infrastrukturu [7]. Nedovoljna upućenost i nedostatak tehničke stručnosti predstavljaju značajan izazov za MSP. Rad iz Slovenije pokazuje da veliki deo mikro i malih preduzeća još uvek nije digitalizovan i da se oslanjaju na tradicionalne forme fakturisanja, poput papirnih ili PDF faktura [8]. Ovo značajno otežava usvajanje e-faktura jer zahteva značajna ulaganja u IT infrastrukturu, što ova preduzeća često nisu u mogućnosti da obezbede. Radovi iz Portugala i Grčke takođe pokazuju da je manjak obuka za korisnike jedan od glavnih razloga zašto se e-fakture ne implementiraju u punoj meri. Ovaj nedostatak stručnosti često rezultira greškama u procesu i povećava otpor prema usvajanju [9]. Mala preduzeća često imaju otpor prema promenama, naročito kada su u pitanju značajne promene poslovnih procesa koje zahtevaju investicije i dodatne napore [10]. Italija je primer gde je postepeno uvođenje e-fakturiranja, kroz promene u fazama uz objašnjavanje prednosti i podsticaje za korišćenje e-faktura, bilo ključno za uspešno usvajanje. Otpor prema promenama se najčešće javlja zbog straha od nepoznatog i nedostatka jasnih informacija o prednostima novog sistema.

IP3: Koliko je bitan podsticaj države za usvajanje e-fakturai koliko to može ubrzati prihvatanje takvog sistema među preduzećima?

Uspešno usvajanje e-faktura zavisi od mnogih faktora, među kojima državna podrška igra značajnu ulogu, posebno za sektor MSP. Troškovi digitalizacije, nedostatak tehničkog znanja i dodatni administrativni teret predstavljaju prepreke za mnoge male firme. Državne inicijative poput subvencija i poreskih olakšica pomažu u ublažavanju tih barijera. Italija se pokazala kao uspešan primer, gde su državne subvencije omogućile preduzećima da lakše prebrode početne troškove uvođenja e-faktura. Jedna od najvažnijih strategija jeste uloga države kao „prvog kupca“ (engl. *launching customer*), gde je kroz obavezno korišćenje e-faktura u B2G

(*Business to Government*) transakcijama država osigurala da kompanije, koje žele da posluju sa javnim sektorom, moraju koristiti ovaj sistem [11]. Ovaj pristup motiviše i širi privatni sektor na usvajanje e-faktura, jer kompanije koje koriste sistem za javne nabavke često prelaze na e-fakture i u privatnim transakcijama radi lakšeg upravljanja poslovnim procesima. Dodatno, Portugal i Grčka uložili su značajne napore u obuke malih preduzeća kroz seminare i radionice, olakšavajući im prilagođavanje novim tehnologijama. Besplatan pristup e-fakturama predstavlja još jedan važan podsticaj. Na primer, Italija je obezbedila nacionalnu platformu za e-fakture koja je dostupna bez ograničenja svim preduzećima, čime je značajno povećana dostupnost ovog sistema. S druge strane, zemlje poput Slovenije i Portugala omogućavaju ograničen besplatan pristup platformama, što može predstavljati izazov za preduzeća sa većim obimom transakcija, što predstavlja sledeći korak u unapređenju digitalnog fakturisanja u zemlji.

IP4: Kako integracija e-faktura sa ERP sistemom može doprineti unapređenju poslovnih procesa?

Iako e-fakturisanje kao samostalan sistem donosi značajne prednosti, njegovo povezivanje sa ERP sistemima omogućava dodatnu optimizaciju poslovnih procesa [14]. Integracijom e-faktura sa ERP sistemima, preduzeća postižu visok nivo automatizacije, gde se čitav proces fakturisanja, od prijema i kreiranja do praćenja i arhiviranja, odvija bez potrebe za ručnim unosom podataka [15]. Ovo smanjuje rizik od grešaka, ubrzava obradu faktura i poboljšava koordinaciju između različitih poslovnih funkcija. Standardizacija podataka je još jedan ključni aspekt integracije, jer omogućava da sve fakture budu ujednačene i lako proverljive. Standardizovani podaci omogućavaju automatsko usklađivanje faktura sa narudžbenicama i prijemnim listovima, što smanjuje mogućnost grešaka i povećava tačnost pre nego što se izvrši plaćanje. Transparentnost finansijskih tokova koja proizlazi iz ERP integracije olakšava menadžmentu upravljanje resursima, omogućavajući bolji uvid u poslovne tokove i brže donošenje odluka [12]. Ovaj stepen transparentnosti doprinosi i smanjenju poreskog jaza, što je od velike važnosti za regulatornu usklađenost i smanjenje sive ekonomije. S obzirom na visoke troškove implementacije i održavanja ERP sistema, mnoge male kompanije biraju pristupačnija rešenja kao što su *cloud* ERP sistemi. *Cloud* ERP omogućava MSP da koriste sve prednosti ERP-a kroz mesečne ili godišnje pretplate, bez potrebe za velikim početnim ulaganjima. Na ovaj način MSP lakše sprovedu digitalnu transformaciju i osiguravaju dugoročnu održivost i konkurentnost na tržištu [13].

4. ZAKLJUČAK

Sistem e-faktura, kao alat za praćenje i upravljanje finansijskim transakcijama, pokazao je značajan potencijal za smanjenje poreskih prevara i jačanje poreske usklađenosti, koji potvrđuju primeri iz drugih evropskih zemalja. Kada se e-fakture integrišu sa ERP sistemima, dolazi do značajne automatizacije i standardizacije poslovnih procesa. Na ovaj način, ERP sistemi ne samo da smanjuju administrativne troškove, već omogućavaju bolji nadzor nad finansijskim tokovima u realnom

vremenu, čime se povećava tačnost podataka i smanjuje rizik od grešaka. Takva integracija donosi značajne prednosti za sektor MSP, omogućavajući im digitalnu transformaciju kroz uštede i povećanu efikasnost u radu. ERP sistemi, kroz integraciju sa e-fakturama, olakšavaju povezivanje svih poslovnih funkcija, čime se podiže nivo koordinacije i odgovornosti unutar preduzeća. Pored toga, povećana dostupnost ovakvih integrisanih sistema može podstaći šire usvajanje ERP rešenja među MSP, što doprinosi standardizaciji poslovanja na tržištu i jačanju konkurentnosti. Analizom primene e-faktura u zemljama Evropske unije, rad pruža uvid u najbolje prakse koje Srbija može usvojiti kako bi unapredila svoje sisteme i povećala digitalizaciju poslovanja. Rezultati istraživanja naglašavaju potrebu za jačom državnom podrškom, kroz subvencije i obuke, čime bi se dodatno podstaklo usvajanje ERP sistema, što bi doprinelo jačanju privrede Republike Srbije.

5. LITERATURA

- [1] M. Heinemann and W. Stiller, "Digitalization and cross-border tax fraud: evidence from e-invoicing in Italy," *International Tax and Public Finance*, Feb. 2024, doi: 10.1007/s10797-023-09820-x.
- [2] S. Marzinkewitsch and A. Dill, "Digitalization of Business Processes in Federalist Environments: The Introduction of E-Invoicing in Germany," *International Journal of Innovation and Economic Development*, vol. 8, no. 1, pp. 7–19, Apr. 2022, doi: 10.18775/ijied.1849-7551-7020.2015.81.2001.
- [3] Ministarstvo finansija Republike Srbije, "Unapređenje sistema elektronskih faktura od 1. septembra", *Neobilden*, 2024, [На интернету]. Доступно: <https://www.neobilden.com/saopštenje-ministarstva-finansija-unapredjenje-sistema-elektronskih-faktura-od-1-septembra>, [Пристаљено: 4. октобра 2024].
- [4] M. Bayraktar and N. Algan, "The Importance Of SMEs On World Economies," *International Conference on Eurasian Economies 2019*, Jun. 2019, doi: <https://doi.org/10.36880/c11.02265>.
- [5] C. Marinagi, Panagiotis Trivellas, Panagiotis Reklitis, and Christos Skourlas, "Drivers and barriers to e-invoicing adoption in Greek large scale manufacturing industries," *AIP conference proceedings*, Jan. 2015, doi: 10.1063/1.4907852.
- [6] K. Poel, W. Marneffe, and W. Vanlaer, "Assessing the electronic invoicing potential for private sector firms in Belgium," *The International Journal of Digital Accounting Research*, vol. 16, 2016, doi: 10.4192/1577-8517-v16_1.
- [7] R. Pérez Estébanez, "Assessing the Benefits of an ERP Implementation in SMEs. An Approach from the," *Scientific Annals of Economics and Business*, vol. 68, no. 1, pp. 63–73, 2021, doi: 10.47743/saeb-2021-0006.
- [8] Rok Bojanc, Andreja Pucihar, and G. Lenart, "E-invoicing: A Catalyst for Digitalization and Sustainability," *Organizacija*, vol. 57, no. 1, pp. 3–19, Feb. 2024, doi: 10.2478/orga-2024-0001.
- [9] A. Martins and Bráulio Alturas, "Organizational impact of implementing an ERP module in Portuguese SME," *Repositório Institucional do ISCTE-IUL (ISCTE-IUL)*, Jun. 2016, doi: 10.1109/cisti.2016.7521542.
- [10] E. Hagsten and M. T. Falk, "Use and intensity of electronic invoices in firms: The example of Sweden," *Journal of Cleaner Production*, vol. 262, p. 121291, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121291.
- [11] R. Arendsen and van, "Government as a Launching Customer for eInvoicing," *Lecture notes in computer science*, pp. 122–133, Jan. 2011, doi: 10.1007/978-3-642-22878-0_11.
- [12] C. Huemer, M. Zapletal, and P. Liegl, "Crossing the Boundaries: e-Invoicing/e-Procurement as Native ERP Features," *Lecture notes in information systems and organisation*, pp. 9–17, Jan. 2014, doi: 10.1007/978-3-319-07055-1_2.
- [13] E. Penttinen, M. Halme, K. Lyytinen, and N. Myllynen, "What Influences Choice of Business-to-Business Connectivity Platforms?," *International Journal of Electronic Commerce*, vol. 22, no. 4, pp. 479–509, Sep. 2018, doi: 10.1080/10864415.2018.1485083.
- [14] A. Tambovcevs and T. Tambovceva, "ERP System Implementation: Benefits and Economic Effectiveness," *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, vol. 16, pp. 14–20, Jan. 2022, doi: 10.46300/91015.2022.16.3.
- [15] A. Kowal-Pawul, "Structured e-invoices as a manifestation of the digitization of the tax on goods and services in Poland – selected aspects," *Studia Prawno-Ekonomiczne*, vol. 129, pp. 101–118, Dec. 2023, doi: <https://doi.org/10.26485/spe/2023/129/7>.
- [16] Panagiotis Liargovas, Athanasios Anastasiou, Dimitrios Komninos, and Zacharias Dermatis, "The Contribution of Electronic Tax Transactions to Increasing the Productivity of Greek Tax Administration and Serving Services for Citizens and Businesses," *China-USA Business Review*, vol. 18, no. 4, Dec. 2019, doi: 10.17265/1537-1514/2019.04.002.

Kratka biografija:



Selena Delčev rođena je 4. januara 2001. godine u Kruševcu, Srbija. Završila je srednju školu u Brusu, smer ekonomski tehničar, 2019. godine. Iste godine upisala je osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Inženjerstvo informacionih sistema, gde je 2023. godine stekla zvanje diplomiranog inženjera informacionih tehnologija. Svoje obrazovanje nastavila je upisom na master studije na istom smeru.

Kontakt: selenadelcev411@gmail.com

ДИГИТАЛНИ СИМУЛАТОР ОТВАРАЊА ПАКОВАЊА КАРАТА
DIGITAL CARD PACK OPENING SIMULATOR

Милан Кљајић, др Ана Перишић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – РАЧУНАРСКА ГРАФИКА

Кратак садржај – У овом раду биће описан процес креирања апликације за дигитално отварање паковања *Yu-gi-oh!* карата, као и прављење колекције истих. Апликација је рађена унутар *Unity* развојног окружења и може се користити на рачунару или *Андроид* мобилном телефону. Такође, истраживачки део рада ће се бавити зависношћу од коцкања и његовим алтернативним верзијама, тј. *lootbox* механике у видео-играма и паковања колектибилних карата за играње, као и њиховом међусобном повезаности.

Кључне речи: *Симулатор, Коцкање, Lootbox, Колектибилне карте за играње, игре картама, Yu-gi-oh!*

Abstract – This paper will describe the creation of an application for opening *Yu-Gi-Oh!* booster packs and building a card collection. The application was developed using the *Unity* engine and is designed to be used on both *PC* and *Android* devices. Additionally, the research section will explore the relationship between gambling addiction and some of its alternatives, mainly *loot box* mechanics in video games and collectible card game booster packs.

Keywords: *Simulator, Gambling, Lootbox, Collectible card games, Trading card games, Yu-gi-oh!*

1. УВОД

Коцкање се дефинише као игра која учесницима даје могућност да остваре новчани или неки други добитак, где исход зависи од неког случајног догађаја. Први пут се у историји јавља у старијем каменом добу, пре појаве писма. Током историје су се јављали многи видови клађења (коцкице, клађење на борбу животиња, карташке игре...), а први модерни казино се појавио у Венецији 1683. године. Међутим, тек од друге половине двадесетог века се завиност од коцке сматра поремећајем, а 2013. је стављена у исту категорију као и завиности од алкохола и наркотика [1].

Генерисање насумичних исхода у рачунарству се кренуло развијати у 20. веку. Један од значајнијих примера је био Монте Карло метод развијен током Менхетн пројекта у 2. светском рату од стране Станислава Улама, а касније му се придружио колега Јанош Нојман.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор др Ана Перишић, ванредни професор.

Само име Монте Карло, добијено од казина у којем се Уламов ујак често коцкао [2].

Први пример *lootbox* механике се може наћи у јапанској верзији игре *MapleStory* 2004. године. *Lootbox* је био у форми *Gachapon* тикета који је коштао 100 јапанских јена (око 100 динара), и као на правој машини на којој је систем базиран, добијала се насумична награда. Током 2010-их година, *lootbox* механика [3] се јавља великом броју *free-to-play* видео-игара, углавном на платформама као што су *Facebook*, *Android* и *iOS*. У том периоду, радила су се многа истраживања о *lootbox-evima* и њиховом сличношћу с коцкањем, као и ефектом који би могли имати на своје играче, поготово у случају када су ти играчи малолетни. Неке државе попут Белгије и Кине су законом регулисале или забраниле продају *lootbox-evi* у видео-играма.[4] Крајем 2010-их, тржиште видео-игара у великом броју прелази на *battle-pass* као најновији начин за зарађивање новца, али *lootbox-evi* су и даље присутни у многим видео-играма, поготово оним у тзв. *gacha* жанру.

У овом раду биће описан поступак креирања симулатора за дигитално отварања паковања карата. Описаће се поступак набављања информација о картама, израда кода за насумично генерисање исхода, израда кода за инстанцирање добијених карата, рачунање зараде извучених карата и креирање колекције од карата које је играч до сада сакупио.

2. АКТУЕЛНО СТАЊЕ У ОБЛАСТИ

У табели 1 су наведени неки од најзначајнијих личности за овај рад, било да су из поља науке или картичних игара.

Табела 1. Приказ најбитнијих личности за овај рад

Значајне личности	Белешка
Станислав Улам	Пољски математичар из 20. века који је заслужио за Монте Карло метод за добијање насумично одабраних резултата
Ричард Гарфилд	Амерички математичар, најпознатији као креатор картичних игре <i>Magic: the Gathering</i> и заслужио за популаризацију картичних игара
Казуки Такахаши	Јапански мангака (писац и илустратор јапанских стрипова) чије је најпознатије дело манга <i>Yu-gi-oh!</i> које је инспирисало истоимену картичну игру

Симулација отварања паковања карата није ништа ново. Принцип кода је исти као и у било којој видео-игри која даје насумичне награде, било то у виду *loot drop*-а у видео-играма *RPG* жанра или баш специфично отварања паковања карата у видео-играма. Циљ је имати листу с унапред одређеним исходима с варијабилном учесталости појављивања. У готово свакој *Yu-gi-oh!* видео-игри постоји нека врста

отварања паковања. Главна разлика између takvih симулатора и овог рађеног у овом раду је да овај користи шансе и статистику из правих *booster* паковања који се продају [5]. Велика инспирација за овај симулатор је већ постојећи *online* симулатор на линку: <https://ygoprodeck.com/pack-sim>. Разлика је у томе што овај симулатор игнорише *short print* [6] карте које су невероватно фрустрирајуће за играче, користи реалније шансе за одређене врсте паковања, као и визуално бољи приказ колекције карата.

3. ПРЕДСТАВЉАЊЕ КАРТАА

Неопходан део за овај рад су саме карте. Идеја је била поставити неколико сетова из различитих периода историје ове игре како би се играчима приказало како су се шансе за добијање карата мењале током година. За податке о картама користила су се три различита извора. Информације о картама попут њихових имена и сетова одакле потичу су узете са сајта <https://yugioh.fandom.com/wiki>, слике су преузете са <https://ygoprodeck.com>, а са сајта за продају карата <https://www.tcgplayer.com> је узета тренутна цена појединачних карата. Потенцијалан проблем је у томе што су то тренутне цене које могу знатно варирати у зависности од многих фактора као што су учесталост карте у модерној конкуритивној игри, забрана или ограничење карте за игру на турнирима или поновно штампање карте у новијим сетовима.

Оно што у овом раду представља карте су *scriptable objects* унутар *Unity* развојног окружења. Направљене су као класа имена *Card* и садрже променљиве као што су име карте, цена, ниво реткости, трословна ознака за сет којем припада као и редни број саме карте у том сету, бодови за напад и одбрану, тип карте и дозвољен број копија карте у шпилу. Објекти су одвојени у посебне *folder*-е који представљају сетове. Стављене су у *Resources folder* што омогућава *Unity*-ју да им приступи на основу путање, тј. имена *folder*-а.

Script	Card
Name	Blue-Eyes White Dragon
Rarity	UR
Set Name	LOB
Price	67.16
Set Number	1
Artwork	LOB-001
Card Type	Monster
Attribute	Light
Type	Dragon

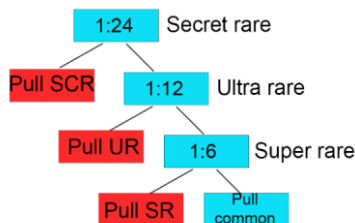
Слика 1. Пример изгледа *scriptable object*-а

Ова апликација има три основне функционалности: извлачење карта из паковања, рачунање добитка из једне кутије од 24 паковања и гледање колекције до сада скупљених карата.

4. ОТВАРАЊЕ ПАКОВАЊА

Пре самог отварања паковања, постоји екран за селекцију где играч бира које паковање жели да отвори. Након одабира, у коду се одређују вредности

за реткости карата које су базиране на вредностима стварних паковања. Неке реткости карата постоје само о одређеним серијама паковања па постоје боолеан променљиве које служе да то забележе. Када су одређени нивои вредности и њихова учесталост, карте се учитавају и одвајају у посебне листе у зависности од додељених реткости. Пошто стандардна паковања имају 9 карата, покреће се петља која се понавља 9 пута. Код који вуче карту *common* реткости која је уједно и најчешћа, извршава се углавном 7 пута, у зависности од врсте паковања. Коришћењем функције рандом добија се број од 0 до укупног броја карата у листи са картама *common* вредности, и члан листе под тим редним бројем се сматра извученом картом. Тај члан се уписује у листу извучених карата и затим се брише из претходне листе како би се избегло потенцијално добијање истих карата из једног паковања. Осми пут се најчешће вуче карта *rare* реткости из листе са ретким картама. Девета и уједно последња карта је у паковањима до 2016. године имала шансу да буде реткости ређе од *rare* (*super*, *ultra* или *secret rare*), док је после 2016. била загарантована. Принцип по којем се рачуна шанса за извлачење последње карте приказан је на слици 2.



Слика 2. Приказ концепта рачунања шанси

Иницијално је на екран постављена само једна карта, а друге су додате инстанцирањем. Све карте су у почетку покривене сликом полеђине карте и захтевају да играч кликне на њих како би се окренуле и приказале извучену карту. Након што су све карте окренуте, играч може кликнути на неку од њих и да детаљније види информације о карти. Такође се приказује и зарада овог паковања, добијена када се куповна цена паковања, која је тренутно око 4,5 долара, одузме од укупне вредности извучених карата.



Слика 3. Приказ отварања паковања



Слика 4. Детаљнији приказ карте

5. ОТВАРАЊЕ КУТИЈЕ И РАЧУНАЊЕ ЗАРАДЕ

Као и на претходном примеру, играч на почетку бира које паковање жели да отвори. Код из дела за отварање паковања се понавља 24 пута уз то да се сваки пут сабере зарада, која може бити позитивна или негативна. Укупна зарада може бити знатно другачија у зависности од извучених карата. Нека паковања имају мали број изузетно вредних, али и ретких карата, чиме могу да подигну зараду и на неколико стотина долара, док је у неким паковањима немогуће добити позитивну укупну зараду. Разлог томе може бити то што готово ниједна од тих карата није значајна за игру данас или је поновно штампана толико пута да јој је вредност значајно умањена. Врло је тешко набавити податке о цени карата на секундарном тржишту у тренутку када је сваки сет изашао, па је најједноставнија варијанта користити њихове тренутне вредности. Главна сврха овог дела апликације је да покаже колико непредвидиви могу бити резултати, као да је готово увек јефтиније само купити појединачну карту него надати се да ће бити извучена из паковања.



Слика 5. Одабир паковања

Што се визуалног дела тиче, приказане су три карте из кутије са највећом вредношћу. Као и у отварању паковања, карте већих реткости имају одређене специјалне ефекте примењене на себи. Гледало се да личе на стварне карте, па карте *rare* реткости имају бели одсјај преко дела где им пише име, а *ultra rare* карте имају одсјај дугиних боја преко имена и слике. Интересантне су *ghost rare* карте које имају одсјај дугиних боја и слику која је десетурисана.



Слика 6. Приказ највреднијих карата у кутији

6. КОЛЕКЦИЈА

И овде се почиње бирањем сета, али постоји и опција за бирање свих сетова где ће сви сетови бити спојени. Након одабира сета, приказују се све карте из тог сета поређане у табелу од 5 колона. Ако играч већ има одређену карту, она ће бити видљива и окренута лицем на горе. Уколико играч није још извукао ту карту, она ће бити окренута лицем на доле и неће се моћи интерактовати са њом. Како би се могле видети све карте, додата је *scroll* компонента која омогућава да играч *scroll*-ује до дна табеле. Чување и учитавање карата се ради преко *.json* фајла. Након отварања паковања карата, тада извучене карте су у листу која се пореди са листом раније извучених карата. Уколико карта већ не постоји у листи, додаје се у њу. На крају кода, узима се име сваке карте из те листе и чува се у *.json* фајл. Пошто је име једини уникатни фактор свим картама, једино се она чувају зарад уштеде простора. Када је потребно учитати већ добијене карте, код иде кроз све карте и додаје у листу оне које имају исто име. Могуће је добити нове карте само при отварању паковања, тј. отварање кутије паковања ради рачунања зараде не чува нове карте у колекцију.



Слика 7. Приказ колекције сакупљених карата

7. ЗАКЉУЧАК

Неколико сврха овог рада и апликације су дизање свести од зависности од коцке и њеној опасности, као и давање јефтиније, тј. бесплатне алтернативе за отварање паковања која притом задовољава ту људску потребу за сакупљем и комплетирањем.

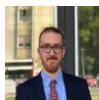
Могуће надоградње система су додавање још паковања, додавање *pity timer*-а који би дао играчу нову карту након неколико неуспелих покушаја,

имплементирање ресурса за куповину специфичних карата који би се добио од дупликата, као и више функционалности колекције попут сортирања или филтеровања карата по одређеном критеријуму.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] P. Ferentzy, N. Turner, The History of Problem Gambling: Temperance, Substance Abuse, Medicine, and Metaphors, Springer Science & Business Media, 2013
- [2] др А. Перишић, Симулације у инжењерској анимацији, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2021
- [3] D. Zendle, The prevalence of loot boxes in mobile and desktop games, Department of Computer Science, University of York, York, United Kingdom, 2020
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/add.14973>
(приступљено 28.9.2024)
- [4] D. Zendle, Links between problem gambling and spending on booster packs in collectible card games: A conceptual replication of research on loot boxes, Department of Computer Science, University of York, York, United Kingdom, 2021.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247855>
(приступљено 28.9.2024)
- [5] T. Bicheno, "The Impact of the COVID-19 Pandemic on the International Marketing Strategies of MNE's: A Report on the Konami Company and 'YuGiOh!'", Essex Student Journal 13(1), 2022.
doi: <https://doi.org/10.5526/esj119q>
(приступљено 28.9.2024)
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=8bDzNTFyWHA>
<https://www.youtube.com/watch?v=8bDzNTFyWHA>
(приступљено 28.9.2024)

Кратка биографија:



Милан Кљајић је рођен у Зрењанину 1997. године, где је завршио Зрењанинску гимназију 2016. године. Основне академске студије Анимација у инжењерству на Факултету техничких наука завршава 2022. године.



Др Ана Перишић, ванредни професор, рођена у Новом Саду. Године 2009. дипломирала на Факултету техничких наука, на Департману за архитектуру и урбанизам 2009. године. Докторат је одбранила 2016. године на тему примене рачунарске графике у симулацијама и параметарској анализи перформанси у дизајну и пројектовању.

Commented [BB1]: Форматирати по упутству



ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ АДАПТАЦИЈЕ И НАДОГРАДЊЕ НАПУШТЕНЕ КУЋЕ ПОРОДИЦЕ ХАЦИ У АМАТЕРСКО ПОЗОРИШТЕ

CONCEPTUAL PROJECT OF ADAPTATION AND UPGRADE OF THE ABANDONED HOUSE OF THE HADŽI FAMILY INTO AN AMATEUR THEATER

Игор Љубић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – СЦЕНСКА АРХИТЕКТУРА И ТЕХНИКА

1. УВОД

Кратак садржај – Рад се бави адаптацијом простора напуштене куће породице Хаци у аматерско позориште. Свој пројекат повезао сам са дешавањима у време када је двориштем куће одјекивало пуно гласова и ономе што сам у кући пронашао. Највећи део куће наменио сам за потребе малог позоришта док је мањи део куће издвојен као спомен соба историји куће и породици која је у њој живела. Позориште је намењено искључиво продукцији аматерских и дечијих представа а истовремено служи и као потенцијално место за праксу студената који су на уметничким факултетима. Идеја рада је да се Новом Саду омогући сценски простор за аматерске трупе и дечије позоришне праксе, уз истовремено одавање почаста кући и историјским догађајима који су се одвијали у њеном дворишту.

Кључне речи: напуштена кућа, породица Хаци, аматерско позориште, дечије позориште, двориште, позорница, омаж.

Abstract – The work deals with the adaptation of the space of the abandoned house of the Hadži family into an amateur theater. I connected my project with the events at the time when many voices echoed in the courtyard of the house and with what I found in the house. I dedicated the largest part of the house for the needs of a small theater, while a smaller part of the house was set aside as a memorial room to the history of the house and the family that lived in it. The theater is intended exclusively for the production of amateur and children's plays, and at the same time serves as a potential practice place for students who are at art faculties. The idea of the work is to provide Novi Sad with a theater for amateur troupes and children's theater practices, while at the same time paying homage to the house and former events in its yard.

Keywords: abandoned house, Hadži family, amateur theater, children's theater, yard, stage, homage.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др ум Романа Бошковић Живановић, ванредни професор

Предмет рада је адаптација напуштене куће у аматерско позориште. Аматерско позориште у овом пројекту искључиво је намењено аматерским продукцијама, студентима и деци. Анализирањем посостојећих сценско-гледалишних простора намењених омладини у Новом Саду, долази се до закључка да их нема довољно у односу на иницијативу омладине. Идеја рада је да се омладини обезбеди објекат који би користили за своје потребе. Различитим мањим интервенцијама на кући и једној знатној надоградњи, овај објекат постаје мало позориште одређено за испуњавање потреба будућих професионалаца.

2. КУЋА ПОРОДИЦЕ ХАЦИ

Кућа породице Хаци налази се у Новом Саду у улици Матице српске, надомак центра града, тачније на насељу Подбара у Алмашком крају. Објекат је изграђен у стилу необарока. На плану града из 1900. године, могуће је препознати габарит овог објекта, према томе, као и по стилу у којем је изграђен објекат, можемо закључити да је кућа на овом плацу била изграђена крајем 19. века. Кућа иза себе има богату историју и угостила је велике људе за време боравка ове угледне породице. Две ћерке Косте старијег и Софије, Олга и Иванка, удале су се за чувену браћу Добровић. Олга је била удата за сликара Петра а Иванка за архитекту Николу Добровић. У неком тренутку потомци чланова породице Хаци одлазе из куће иако она остаје у њиховом власништву. У једном периоду мањи део куће служио је као канцеларија издавачке куће “Младинска књига” након чијег одласка из простора, кућа постаје напуштена и започиње њено пропадање и вандалисање.

3. МОЈЕ УПОЗНАВАЊЕ СА КУЋОМ

2021. године имао сам прилику да се упознам са атмосфером куће и њеног дворишта. До тренутка мог уласка у кућу нисам знао ништа о њој. За мене је она била обична напуштена кућа поред које сам пролазио без икаквог односа. Гледао сам на њу као неретки случај напуштеног простора који се може видети свуда по граду па ми се из тог разлога није издвајала од осталих напуштених кућа. Моје сазнање о породици Хаци и историји ове куће уследило је тек након што сам је истражио. У кући сам пронашао писма из краја 19. века као и документе из почетка 20. века а затим и

филмску траку на којој су фотографије дворишта куће из друге половине 20. века. Из фотографија, интернет шетраге и кроз разговоре са комшијама куће сазнао сам да је један од укућана, Јелка Хаџи, држала часове страних језика комшијској деци а онда и одржавала годишње приредбе са истом децом, на трему своју куће [1].

4. ИДЕЈА

С обзиром да је чувена кућа породице Хаџи, која је притом под заштитом Завода за заштиту споменика културе Новог Сада, препуштена пропадању а да су чланови Хаџи породице били љубитељи уметности и одржавали дечије приредбе, одлучио сам да од ње направим аматерско позориште. На овај начин чувам кућу од пропадања и заборава а у исто време одајем омаж Кости Хаџи млађем као некадашњем председнику “Друштва за Српско народно позориште”, а онда оном најважнијем, Јелки Хаџи као великој учитељици и њеним годишњим приредбама и залагању за децу. У овом малом позоришту стварале би се аматерске и дечије представе а у њиховој реализацији могли би да учествују и студенти различитих смерова који се баве позориштем.

5. КОНЦЕПТ

Као главну карактеристику куће сматрам терасу/трем која је практично била сцена када је Јелка одржавала приредбе. Овај простор је био привлачан сам по себи због свог изгледа а и такође јер је веза између дворишта и куће. Када је приредба била у току, тераса је служила као сценско-гледалишни простор. Њена отвореност омогућавала је природну интеракцију са околином, док је публика могла уживати у погледу на двориште док су пратили представе. У том смислу, тераса није била само физички простор, већ и кључни елемент у креирању доживљаја и динамике приредбе. Обзиром да овај простор сматрам најважнијим и јер је служио као сценско-гледалишни простор, водећи се истом логиком од њега правим позорницу. Ова трансформација омогућава да позорница постане средиште куће и њеног дешавања. Она на тај начин, а на месту старе терасе, задржава своју функцију као спој између унутрашњости и спољашњости, а постаје и симбол куће као и симбол своје околине [Слика 1].

6. ПРОГРАМ, ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК И ЖИВОТ КУЋЕ

Позорница би била у служби реализације и приказивања представа, реализације проба, приредба, позоришних радионица за различите узрасте, школу глуме, итд. Једном годишње одржао би се позоришни фестивал који би садржао два програма - представе у којим глуме деца и представе у којим глуме аматери различитог узраста. Позорница би се користила од стране трупе која је унапред резервисала простор у одређеном временском интервалу током дана, а након истека те резервације, сцена би била доступна следећој трупи. Исто би важило за позоришне радионице, школе глуме, итд. Сцена и њена опрема би биле на располагању трупам уз надзор запослених у позоришту, као и стручних сарадника задужених за

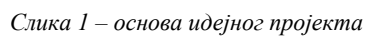
управљање сценом и сценском техником. Ово мало позориште нема биски торањ, нити подбински простор али има сценске уређаје и опрему као и неке друге елементе сценско - гледалишног простора. Другим речима у питању је студијски простор, односно, сцена кутија (*black box*) [2]. Сценско-гледалишни простор имао би различите конфигурације и могућа коришћења [Слика 2].

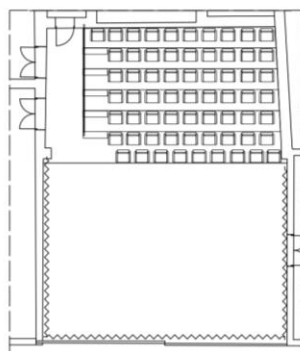
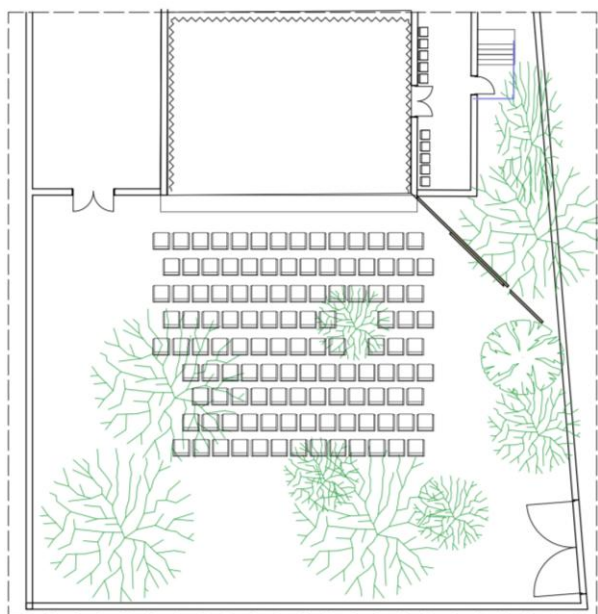
Највећи део куће био би у служби позоришта, док би се две просторије издвајале као спомен собе историји куће и породици која је ту живела. Ове спомен собе имале би сталну поставку која би била отворена посетиоцима радним данима а једном месечно такође би служиле и као простор за књижевне вечери.

7. ЗАКЉУЧАК

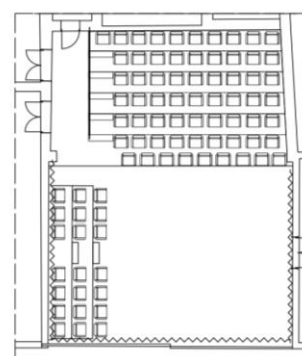
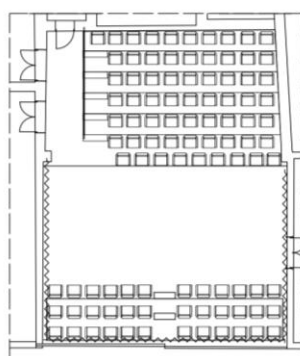
Наслеђене породичне предмете, а и објекте, потребно је чувати. Није тешко закључити да она говоре о једном периоду, не само конкретних људи, већ и о једном тренутку неке заједнице, неког народа или друштва генерално. Колико би само знања и информација било изгубљено да нисмо поштовали нашу историју и оних пре нас, а колико је само изгубљено не поштујући исто. Свако би требао да води рачуна о свом наслеђу, личном па и колективном. Само полазећи од себе урадили бисмо много, а онда са друге стране бринући се и о туђем, урадили бисмо још више. Кућа породице Хаџи би требала остати на својим темељима али не би требала остати празна.

Исто тако, иницијативу разних позоришних трупа и аматера треба подржати а не треба оставити на цедилу. Њихове темеље треба надограђивати и тако развити људе од културе и младе професионалце. Честа селидба из једног простора у сувише различите друге посторе може представљати изазов али може бити и проблем. Ипак, матичан простор где се представа прави, направи а затим и одигра, па онда и настави са играњем, задовољава једну нормалну позоришну потребу, а управо то и јесте циљ позоришта у мом пројекту.



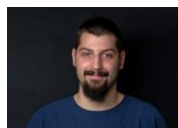


Različite konfiguracije
scensko-gledališnog prostora
R 1:150



8. ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

- [1] <https://almasani.wordpress.com/2015/12/08/potatoes-flowers/>
- [2] Типологије позоришног простора: Класификације типова и модела сценско-гледалишног простора у теорији и историји позоришта XX века, Проф др Радивоје Динуловић, 2006.



Игор Љубић рођен је 19.09.1996. године у Новом Саду а запослен је на Факултету техничких наука у Новом Саду на месту лаборанта – стручног сарадника. Мастер рад из области Сцеснка архиектура и техника одбранио је на Факултету техничких наука 2024. године.

контакт: igrolju96@gmail.com