



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXVI

Број: 12/2021

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXVI

Свеска: 12

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

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

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

Редакција:

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

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

Језичка редакција:

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

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН,
проф. др Стеван Станковски, председник.

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

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

Часопис је покренут давне 1960. године, одмах по оснивању Машинског факултета у Новом Саду, као „Зборник радова Машинског факултета“, а први број је одштампан 1965. године. Након осам публикованих бројева у шест година, пратећи прерастање Машинског факултета у Факултет техничких наука, часопис мења назив у „Зборник радова Факултета техничких наука“ и 1974. године излази као број 9 (VII година). У том периоду у часопису се објављују научни и стручни радови, резултати истраживања професора, сарадника и студената ФТН-а, али и аутора ван ФТН-а, тако да часопис постаје значајно место презентације најновијих научних резултата и достигнућа. Од броја 17 (1986. год.), часопис почиње да излази искључиво на енглеском језику и добија поднаслов «Publications of the School of Engineering». Једна од последица нарастања материјалних проблема и несрећних догађаја на нашим просторима јесте и привремени прекид континуитета објављивања часописа двобројем/двогодишњаком 21/22, 1990/1991. год.

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 19.07.2021. до 29.09.2021. год., а који се промовишу 20.12.2021. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

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

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

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

- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- мехатронике,
- математике у техници,
- заштите вода (TEMPUS) и
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара.

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

- машинства,
- електротехнике и рачунарства и
- инжењерства информационих система.

Уредништво се нада да ће и професори и сарадници ФТН-а и других институција наћи интерес да публикују своје резултате истраживања у облику регуларних радова у овом часопису. Ти радови ће бити објављивани на енглеском језику због пуне међународне видљивости и проходности презентованих резултата.

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

STRANA

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Milica Tepavac, Bojan Matić, SAOBRAĆAJNE POVRŠINE SA PRATEĆOM INFRASTRUKTUROM U ULICI LAZE NANČIĆA, DELU BULEVARA EVROPE I NOVOPLANIRANOJ ULICI U NOVOM SADU	2035-2038
2. Teofan Budinčić, PROCENA STANJA I SANACIJA AB KONSTRUKCIJE PODVOŽNJAKA U PARTIZANSKOJ ULICI U NOVOM SADU	2039-2042
3. Nikola Kulezić, UPOREDNA ANALIZA ZAŠTITE KOSINE OD NESTABILNOSTI RAZLIČITIM METODAMA	2043-2046
4. Miloš Ivković, PRORAČUN KONSTRUKCIJE ČELIČNE HALE SA KRANSKOM STAZOM PREMA EVROKODU ..	2047-2049
5. Tanja Nožica, Đorđe Jovanović, MODUL ZA DIMENZIONISANJE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA U AKADEMSKOM SOFTVERU MATRIX 3D	2050-2053
6. Јована Петровић, АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА ДРЖАВНОГ ПУТА ІА-3 РЕДА, ДЕОНИЦА: ПЕТЉА СРЕМСКА МИТРОВИЦА – ПЕТЉА РУМА ОД КМ 43+563 ДО КМ 57+313	2054-2057
7. Ђорђе Брборић, ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈЕ АБ ЗГРАДЕ ПРЕМА ЕВРОПСКИМ СТАНДАРДИМА И УПОРЕДНА АНАЛИЗА ОКВИРА ЗА КЛАСЕ ДУКТИЛНОСТИ DCM И DCH	2058-2061
8. Vladimir Muzalevski, ELONGACIJA KABLOVA U NAKNADNO PREDNAPREGNUTIM PLOČAMA	2062-2065
9. Jelena Knežević, PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA OBJEKATA OSNOVNE ŠKOLE „VELJKO PETROVIĆ“ U BEGEČU	2066-2069
10. Marijana Janićijević, NELINEARNA STATIČKA ANALIZA ZIDANE ZGRADE HOTELA SPRATNOSTI Po+Pr+4 U BORU	2070-2073
11. Đorđe Marjanović, Đorđe Lađinović, UPOREDNA ANALIZA KLASA DUKTILNOSTI PREMA EVROKODU USLED PREKORAČENJA PRORAČUNSKOG UBRZANJA TLA	2074-2077
12. Aleksandar Maksimović, PROJEKTOVANJE ARMIRANOBETONSKIH ZIDOVA ZA UKRUĆENJE PREMA EVROKODU 8	2078-2081
13. Радован Туцић, ЗАШТИТА ОД ЛОКАЛНЕ ЕРОЗИЈЕ КОРИТА РЕКЕ ОКО МОСТОВСКИХ СТУБОВА И ОБАЛЕ	2082-2085

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Стефан Радојковић,
КОНТРОЛА ИЗДУВНИХ ЕМИСИЈА ДИЗЕЛ МОТОРА У ПЕРИОДУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ
ВОЗИЛА 2086-2089
2. Miloš Gavrić,
RAZVOJ POŠTANSKIH USLUGA U RURALNIM PODRUČJIMA 2090-2092

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Milena Nikčević, Savka Adamović,
KINETIKA ELEKTROKOAGULACIONOG UKLANJANJA BAKRA IZ EFLUENTA OFFSET ŠTAMPE 2093-2096
2. Tamara Miladinović, Neda Milić Keresteš,
ISPITIVANJE EFEKTIVNOSTI DIZAJNA REKLAMNOG SADRŽAJA NA INTERAKTIVNOM
PROTOTIPU MOBILNE APLIKACIJE 2097-2100

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Теодора Николић,
ПАРАМЕТАРСКО МОДЕЛОВАЊЕ ЗИДАНОГ СВОДА СЛОБОДНЕ ФОРМЕ:
ПАВИЉОНСКА СТРУКТУРА НА ТРГУ ЖРТАВА РАЦИЈЕ 2101-2104
2. Tanja Kljajić,
MONTAŽNA KUĆA SA REŠENJEM ENTERIJERA NA FRUŠKOJ GORI 2105-2107
3. Sofija Munjas,
HIBRIDNA VIŠESPRATNICA: OPROSTORENOST INFINITNOG PROGRAMA 2108-2111
4. Teodor Šćepanović,
REVITALIZACIJA ROBNE KUĆE „NORK“ U NOVOM SADU - KONCEPT COLIVING I
COWORKING PROSTORA 2112-2115
5. Марко Михајловић,
САМООДРЖИВА НАДОРАДЊА У УРБАНОМ КОНТЕКСТУ 2116-2119
6. Сташа Зековић,
УРБАНА ЕНКЛАВА – САВРЕМЕНО СТАНОВАЊЕ У ЗРЕЊАНИНУ 2120-2123
7. Младен Кесегић,
СТАМБЕНИ ОБЈЕКАТ У НОВОМ САДУ У УСЛОВИМА ПАНДЕМИЈЕ 2124-2127
8. Milena Doderović,
АРХИТЕКТОНСКИ ПРОЈЕКАТ ЈЕДНОПОРОДИЧНОГ СТАНОВАЊА ПРЕМА
ПРИНЦИПИМА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА 2128-2130
9. Aleksa Bugarski,
ENTERIJER STAMBENE JEDINICE – ANALIZA UTICAJA TEHNOLOGIJE NA DIZAJN 2131-2133
10. Uroš Dobrić,
REVITALIZACIJA RIBARSKOG OSTRVA U NOVOM SADU 2134-2136

Radovi iz oblasti: Industrijsko inženjerstvo i menadžment

1. Anita Baliž,
KOMUNIKACIONE AKTIVNOSTI U FUNKCIJI RAZVOJA ODRŽIVOG TURIZMA 2137-2140

2. Tanja Margetić, UNAPREĐENJE SISTEMA MENADŽMENTA KVALITETOM U PREDUZEĆU „AUTOCENTAR MARGETIĆ“ PRIMENOM STANDARDA ISO 9004:2018	2141-2144
3. Milena Savković, ISTRAŽIVANJE PRIMENE UČENJA ZASNOVANOG NA IGRI U OBLASTI UPRAVLJANJA PROJEKTIMA NA PRIMERU IGRE „SCRUM TALE“	2145-2148
4. Bogdan Bogdanović, „SOĆA SERVIS AD“ KAO USLUŽNA TEHNIČKA PODRŠKA I DISTRIBUTER DELOVA	2149-2152
5. Tamara Ristić, UPOREDNA ANALIZA ASPEKATA RADNE MOTIVACIJE ZAPOSLENIH U ORGANIZACIJAMA ..	2153-2156
6. Srđan Vasiljević, UNAPREĐENJE ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH I KORISNIKA USLUGA U UNIKREDIT BANCII	2157-2160
7. Miljan Đumić, ANALIZA PRIMENE AGILNOG PRISTUPA PROJEKTNOM MENADŽMENTU U SAVREMENOM POSLOVANJU	2161-2164
8. Lana Mitić, UNAPREĐENJE SKLADIŠNOG POSLOVANJA U KOMPANIJI CARLSBERG ČELAREVO	2165-2168
9. Dragana Vukašinović, MOTIVACIJE ZAPOSLENIH UOBRAZOVNIM USTANOVAMA NA TERITORIJI OPŠTINE BEČEJ	2169-2172
10. Petar Masleša, PRIMENJENI MODEL PRIHVATANJA TEHNOLOGIJE: ISTRAŽIVANJE UTICAJA FAKTORA MOTIVACIJE ZA KORIŠĆENJE TEHNOLOGIJE ZA KUPOVINU NA INTERNETU KOD GENERACIJE Z	2173-2176
11. Jelena Lukić, ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH U SEKTORU PROIZVODNJE I IT SEKTORU	2177-2180
12. Bojan Jerinić, PROJEKTOVANJE MODELA PROIZVODNOG SISTEMA PRIMENOM LEAN FILOZOFIJE	2181-2184
13. Sonja Radić, UPRAVLJANJE ONLINE MARKETING KOMUNIKACIJAMA U KOMPANIJI „MILŠPED“	2185-2188

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

1. Olivera Šaula, Boris Obrovski, Ivana Mihajlović, ISPITIVANJE UTICAJA VEGETACIONOG POJASA NA KVALITET VODE ZAŠTIĆENOG PODRUČJA ZOBNATICA	2189-2192
--	-----------

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Слађан Плавшић, Владимир Поповић, ПРОЈЕКТОВАЊЕ И РЕГУЛАЦИЈА ПОЛОЖАЈА ПОГОНА СА МОТОРОМ ЈЕДНОСМЈЕРНЕ СТРУЈЕ	2193-2196
2. Dušan Jovanović, RAZVOJ MOBILNE ROBOTSKE PLATFORME ZASNOVANE NA ROS-U	2197-2200
3. Владимир Јурошевић, РАЗВОЈ КОРИСНИЧКЕ АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ГЕНЕРИСАЊЕ НАЛОГА ЗА УТОВАР СА ПОДРШКОМ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ	2201-2204

Radovi iz oblasti: Matematika u tehnici

1. Marko-Georgije Crvenković,
JEDNAKOSNA LOGIKA 2205-2207

Radovi iz oblasti: Zaštita voda (TEMPUS)

1. Daria Ilić, Maja Turk Sekulić, Slobodan Kolaković,
PROCENA RIZIKA OD POPLAVNIH TALASA I PREDLOG ADAPTACIONIH REŠENJA ZA
TRETMAN OTPADNIH VODA GRADA NOVOG SADA 2208-2211

Radovi iz oblasti: Upravljanje rizikom od katastrofalnih događaja i požara

1. Синиша Граховац,
ПРОЈЕКТОВАЊЕ СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА У СТАМБЕНОМ
ОБЈЕКТУ – ГАРАЖА 2212-2215
2. Давид Дракул,
СПРИНКЛЕРСКЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА ПОДЗЕМНЕ ГАРАЖЕ
ПОСЛОВНЕ ЗГРАДЕ У НОВОМ САДУ 2216-2219

SAOBRAĆAJNE POVRŠINE SA PRATEĆOM INFRASTRUKTUROM U ULICI LAZE NANČIĆA, DELU BULEVARA EVROPE I NOVOPLANIRANOJ ULICI U NOVOM SADU**TRAFFIC AREAS WITH ACCOMPANYING INFRASTRUCTURE ON LAZE NANČIĆA STREET, PART OF EUROPE BOULEVARD AND NEWLY PLANNED STREET IN NOVI SAD**Milica Tepavac, Bojan Matić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovim radom obuhvaćen je proces terenskog i laboratorijskog ispitivanja, sa analizom rezultata na osnovu koga je sproveden kompletan tok projektovanja saobraćajnica i pratećih površina u ulici Laze Nančića, delu Bulevara Evrope, i novoplaniranoj ulici sa vezom do Bulevara Evrope u Novom Sadu- sa dimenzionisanjem i usvajanjem kolovozne konstrukcije prema standardu SRPS U C4.015

Ključne reči: Ispitivanje, projektovanje, dimenzionisanje kolovozne konstrukcije, nova gradnja

Abstract – This project includes a process of field and laboratory testing, with an analysis of the results based on when the complete course of designing roads and ancillary areas in Laza Nančića Street, part of Boulevard of Europe, and the newly planned street with a connection to Boulevard of Europe in Novi Sad - with sizing and adoption pavement structures according to the standard SRPS U C4.015

Keywords: Examination, design, dimensioning of road construction, new construction

1. UVOD

Pravilan razvoj i funkcionisanje jedne države je nemoguće uspostaviti bez prateće infrastrukture. Putna mreža kao jedan od elemenata saobraćajne infrastrukture je direktan pokazatelj stepena razvoja i kao takva mora da ima definisana pravila pod kojima je upravljač može staviti u upotrebu, ali i pravila namenjena korisnicima [1].

Formiranje saobraćajne osnove urbanog područja kao i njeno prostorno i funkcionalno usklađivanje sa gradskim organizmom suštinski je sadržaj urbanističkih planova višeg reda (Generalni urbanistički plan, Plan generalne regulacije) i/ili Generalnog plana razvoja saobraćaja koji je ključna baza urbanističkog plana. Istovremeno saobraćajna osnova postojećeg stanja je takođe neophodan dokument kako sa stanovišta planiranja tako i sa stanovišta operativnih mera upravljanja gradskim saobraćajem [2].

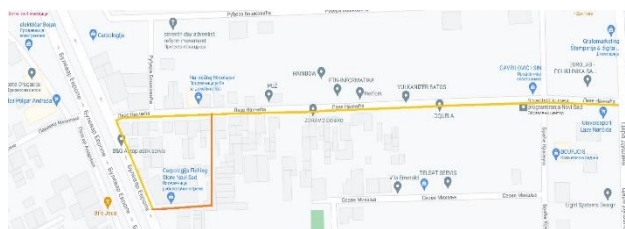
Na uglu ulica Bulevar Evrope i Laze Nančića, na teritoriji grada Novog Sada, gledano ka ulici Cara Dušana, sa desne strane u toku je gradnja stambenog kompleksa čiji je investitor „Dijagoninvest“, kao i sa leve strane, čiji je investitor „Rapid invest“ čiji sadržaj je namenjen opštegradskom i prigradskom centru.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Matić, vanr.prof.

Kako bi se obezbedili svi preduslovi za normalno funkcionisanje ovih stambenih objekata, i omogućio pristup istim, zahteva se dodatna potrebna infrastrukturna oprema u okviru okoga kompleksa.

Pored tih zahteva, predviđena je izgradnja saobraćajnih površina različite namene duž ulice Laze Nančića, od Bulevara Evrope do Cara Dušana, kako bi se ostvarila nova funkcionalna saobraćajna celina u ovom delu grada.



Slika 1. Pregledna karta obuhvata predmetnih ulica [3]

2. SITUACIONO REŠENJE NOVOPLANIRANE SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE**2.1. Ulica Laze Nančića**

Saobraćajnica ulice Laze Nančića biće prema urbanističkim propisima sužena na 5m, tako da osovina novoprojektovanog puta prati osovину postojećeg, odnosno obostrano će se suziti kolovoz za 0,5m.

Prema svom funkcionalnom rangu je sabirna ulica, sa usvojenom računskom brzinom od $V_r=50$ km/h, bez prelaznica, sa graničnim elementima plana i podužnog profila:

- Teren – ravničarski
- $V_r = 50$ km/h
- Min radijus horizontalne krivine, min $R = 50(30)$ m
- Minimalni radijusi vertikalne krivine:
- konveksno zaobljenje, min $R_{konv}=2000$ m
- konkavno zaobljenje min $R_{konk}=800$ m
- Maksimalni podužni nagib, max $i_n=7\%$
- Poprečni nagibi, $i_{pop}=2.5\%$ (2.0%), max $i_{pop}=4.0\%$

Na početku osovina je uklopljena u postojeće stanje, na kotu nivelete Bulevara Evrope. Formirana je lepeza na raskrsnici sa bulevarom, sa radijusima $R = 14$ m (izlivni) i $R = 8$ m (ulivni). Na kraju je uklopljena u postojeće stanje na kotu nivelete ulice Cara Dušana, sa oblikovanim lepezom, radijusa $R = 8$ m i $R = 10$ m, koji prate prvobitno geometrijsko rešenje. Dužina ukupne projektovane ose ulice Laze Nančića iznosi 581,58 m.

U ovoj ulici, projektovano je ukupno 46 kolskih ulaza u širini od 3.50 m, sa završnom obradom od behaton ploča. Zbog tendencije da se u ovoj ulici smanji brzina kretanja

automobila, na ovoj raskrsnici predviđa se platforma za usporenje saobraćaja, na delu biciklističkog i pešačkog prelaza, vidu izdignute paltforme.

Platforme imaju navoznu površinu nagiba 10%, i kompletna platforma predviđena je sa završnom obradom od behaton ploča, sa dimenzijama i karakteristikama usvojenim spram saobraćajnog opterećenja. Pešački prelazi projektovani su u širini od 3.0 m, a biciklistički širine 2,00 m.

Raskrsnica je sa ulicom Braće Krkljuš- obrađena četvorokraka raskrsnica, sa lepezama radijusa $R=6$ m, gde je formirana četvorokraka paltforma, sa navoznim površinama nagiba 10%, sa završnom obradom od behaton ploča.

Nakon ove raskrsnice, saobraćajnica se proširuje do raskrsnice sa ulicom Cara Dušana, gde se formira širina saobraćajnice od 9m, tačnije formiraju se tri saobraćajne trake od po 3m. Dve saobraćajne trake za tekući smer, i jedna za suprotan smer od vođenja osovine.

2.2. Novi krak ulice od Laze Nančića do produžetka ulice Servo Mihalja, koja se spaja sa Bulevarom Evrope

Novi krak ulice projektovan je sa istočne i južne strane planiranog kompleksa zgrada Dijagonale, situaciono posmatrano- paralelno sa Bulevarom Evrope. Formirana je osovina „NOVA ULICA“ i „SERVO MIHALJA“. Širine ovih ulica se predviđaju od 5.0 m, dvosmerne i seku se pod pravim uglom.

Prema svom funkcionalnom rangi se klasifikuju kao pristupne ulice, sa usvojenom računskom brzinom od $V_r=30$ km/h, bez prelaznica, sa usvojenim graničnim elementima plana i podužnog profila:

- Teren – ravničarski
- $V_r = 30$ km/h
- Minimalni radijus horizontalne krivine, min $R=25$ m
- Minimalni radijusi vertikalne krivine:
- konveksno zaobljenje, min $R_{konv}=250$ m
- konkavno zaobljenje, min $R_{konk}=100$ (50) m
- Maksimalni podužni nagib, max $i_n=10\%$
- Poprečni nagibi: min $i_{pop}=2.5\%$ (2.0%), max $i_{pop}=4.0\%$

Prva osovina je osa_nova ulica, istočni krak- vođena u pravcu sever jug, u dužini od 96.96 m. Na početku je uklopljena na kotu novoprojektovane nivelete ose Laze Nančića (stacionaža 0+107,85 km), gde se formira trokraka raskrsnica bez kanalisanja i bez semaforke signalizacije. Radijusi koji formiraju lepezu sa ulicom Laze Nančića su 6m. Osa se na kraju priključuje na početak ose novog kraka, ka Bulevaru Evrope.

Drugi krak ulice projektovan je sa južne strane planiranog kompleksa zgrada Dijagonale. Na ovoj raskrsnici dozvoljeno je samo desno odnosno levo skretanje, jer ovim radom i projektom nije predviđeno potpuno spajanje i formiranje ulice Servo Mihalja. Osovina „ose_Servo Mihalja“, prema projektu, vođena u pravcu zapad-istok, u dužini od 67.51 m.

Na početku je niveleta uklopljena na kotu nivelete Bulevara Evrope, (stacionaža ose B.Evrope je 0+025,46 km), dok je na kraju uklopljena na kotu nivelete ose nove ulice. Sa Bulevarom Evrope formira lepeze radijusa $R=8$ m i $R=10$ m.

2.3. Parking prostor

Severni parking: Projektovan na početku formirane ose Laze Nančića, sa desne strane ulice, posmatrano ka ulici Cara Dušana. Ukupno 23 upravna parking mesta, u širini od 2,5 m i dubini 4,6m. Od toga 1 mesto predviđeno za osobe sa invaliditetom u širini od 3,70m. Obezbeđen je prepust vozila i do 0,7m. Završna obrada ovoga parkinga predviđena je od raster ošupljenih ploča.

Dodatni parking: U ulici Laze Nančića, kod raskrsnice Cara Dušana se predviđa izgradnja parking prostora od 13 parking mesta, dubine 5m, i širine 2,5m, sa obezbeđenim prepustom za vozila. Obezbeđeno je jedno mesto za osobe sa invaliditetom, stacionirano najbliže raskrsnici, u širini od 3,70 m. Parking ima direktnu vezu sa pešačkom stazom. Između parkinga, ostavljen je prostor za zelene površine. Završna obrada ovih parkinga predviđa se od ošupljenih betonskih ploča, za koje se predviđa ispuna rizlom ili travom.

Zapadni parking: Parking uz desnu ivicu Bulevara Evrope- projektovan je kosi parking pod uglom od 45 stepeni. Ukupno 16 parking mesta, od toga 2 parking mesta za osobe sa invaliditetom, širine 3,70 m, na mestima najbližim raskrsnici i ulazu u objekat. Širina parkinga iznosi 2,50 m, i upravnoj dubini od 4,6 m. Obezbeđene su bele prepust parking ploče 0.40 m, uz gornju ivicu parkinga, do biciklističke staze. Završna obrada od punih betonskih ploča, tipa behaton.

Južni parking: Projektovan je upravno, sa desne protočne strane vozila uz novi krak ulice Servo Mihalja. Ukupan broj parking mesta je 11, od toga 1 parking mesto obezbeđeno za osobe sa invaliditetom, širine 3,70 m. Parkinzi su širine 2,5m, dubine 4,6m, sa obezbeđenim prepustom za parkiranje vozila. Završna obrada ovih parkinga predviđena je od raster ošupljenih ploča.

2.4. Biciklistička staza

Biciklistička staza prati postojeću saobraćajnicu Bulevara Evrope i locirana je paralelno sa njene desne strane, fizički zaštićena od protočnog kolovoza. Dužina staze proteže se u dužini od oko 100 m. Širina staze je 2,0m, čime se obogaćava dvosmerni saobraćaj biciklista. Staza je u pravcu, bez horizontalnih krivina. Maksimalni podužni nagib na stazi ograničen je na 4%. završna obrada predviđa se od asfaltnih slojeva.

2.5. Pešačke staze

Pešačke staze projektovane su u širini od najmanje 1.60m, što je neophodno za dvosmerno kretanje pešaka do širine na nekim mestima i do 5,5 m, gde slobodan prostor dozvoljava, ovičena i fizički razdvojena od protočnog saobraćaja. Oko stambenog kompleksa projektovana je staza sa sve 4 strane. Širina staze je usvojena spram širine regulacije u datim ulicama. Duž ulice Laze Nančića, širina trotoara je 1,60m, bez prekida na kolskim ulazima, imajući u vidu prednost kretanja pešacima, s tim što se na tom delu predviđa ojačanje staze, u vidu betonskih kocki veće debljine, zbog prelaska saobraćajnog opterećenja. Širina trotoara, uz zapadni ulaz, do Bulevara Evrope usvojena je na 3,00 m, obzirom da je tu protok pešaka veći, a i prati kontinuitet gradnje pešačkih staza na Bulevaru Evrope.

3. TERENSKA I LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Projektna rešenja su data na osnovu terenskih istraživanja i laboratorijskih ispitivanja i karakteristika materijala u podtlu.

U okviru terenskih istraživanja izvedeno je:

Inženjersko-geološko kartiranje terena

Inženjersko-geološkim kartiranjem je obuhvaćena površina od ~6ha u Novom Sadu u zoni istražne lokacije. Inženjersko-geološkim kartiranjem prikupljaju se podaci:

- o reljefu, genezi i morfološkim oblicima;
- o geodinamičkim procesima.

Izvođenje istražnih jama

Izvedeno je 4 (četiri) istražne jame. Istražne jame izvedene su ručno.

Istražno bušenje

U cilju definisanja litološkog sastava terena, prostornog položaja inženjersko+geoloških jedinica, merenja nivoa izdani i uzimanja uzoraka za laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava izvedene su 2 (dve) istražne bušotine, ukupne dubine 4.1m. Bušotine su izvedene ručno, stvrdlom.

Inženjersko-geološko kartiranje zidova jama i uzimanje uzoraka iz istražnih jama i bušotina za laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava

Uporedo sa izvođenjem istražnih jama izvedeno je i inženjersko-geološko kartiranje zidova istražnih jama. Na materijalu iz iskopa rađeni su terenski opiti (u zavisnosti od koherentnog stanja) za određivanje konzistentnih stanja, određivanje sadržaja sitnih frakcija, reakcija pri opitu trešenja, opit valjanja, opit čvrstoće tla u suvom stanju (opit lomljenja) i prisustvo organskih materija. Paralelno sa inženjersko-geološkim kartiranjem vršeno je uzimanje uzoraka za laboratorijska ispitivanja. Ukupno je za laboratorijska ispitivanja odabrano 4 (četiri) uzorka, iz istražnih jama i 2 (dva) uzorka iz istražnih bušotina

U okviru laboratorijskih ispitivanja izvedeno je:

- određivanje granulometrijskog sastava tla SRPS U.B1. 018
- određivanje zapreminske mase sa porama SRPS U.B1. 013
- određivanje zapreminske mase bez pora SRPS U.B1. 014
- određivanje prirodne vlažnosti SRPS U.B1. 012
- karakteristike plastičnosti SRPS U.B1. 020
- Proktorov opit SRPS U.B1. 038
- laboratorijski CBR opit SRPS EN 13286-47

Rezultati laboratorijskih i terenskih ispitivanja:

Na osnovu sinteze dokumentacionih i dopunskih istraživanja i ispitivanja terena urađena je analiza rezultata i dati su geotehnički uslovi i preporuke za izgradnju saobraćajnih površina.

Tokom izvođenja istražnih radova nije uočena podzemna voda, i nije definisan njen nivo. Pretpostavlja se da na terenu postoji plitka izdan koja se prihranjuje atmosferskim padavinama.

Slojevi kolovozne konstrukcije postojeće saobraćajnice (kk) – U istražnim jamama IJ-1 i IJ-2 slojevi kolovozne

konstrukcije predstavljeni su bitošljunkom debljine 10-11cm, drobljenim kamenim agregatom 0-31.5 mm debljine 32-33cm.

U istražnoj jami IJ-3 slojevi kolovozne konstrukcije predstavljeni su asfaltom debljine 5cm i drobljenim kamenim agregatom 0-31.5mm debljine 45cm. U istražnoj jami IJ-4 slojevi kolovozne konstrukcije predstavljeni su asfaltom debljine 4cm, starim asfaltom debljine 10cm, šljunkom debljine 12cm i tlom sa šutom debljine 20cm.

Za izradu posteljice saobraćajnih površina mogu se upotrebiti materijali koji ispunjavaju zahteve standarda SRPS U.E8.010 (projektovanje i građenje puteva - nosivost i ravnost na nivou posteljice), prikazane su u tabeli broj 1.

Tabela 1. Zahtevane vrednosti parametara za izradu posteljice

Карактеристике тла	Захтеване вредности
максимална сува запремина тежина ($E=600 \text{ kNm/m}^2$, $E=2750 \text{ kNm/m}^2$) одређена при оптималној влажности	$\geq 16 \text{ kNm}^2$
влажност на граници течења w_L	$< 50\%$
индекс пластичности I_p	$< 20\%$
бубрење после 4 дана напалања у води по стандардном CBR поступку	$< 3\%$
Hazen-ов коефицијент неравномерности C_u за кохезивна тла	> 9
задробљене камене материјале	> 4
влажност материјала при узарађивању не сме варирати више од $\pm 2\%$ од оптималне влажности одређене по стандардном Proctor-овом опиту	
калифорнијски индекс носивости CBR	$> 3\%$
садржај сазорљивих и органских материја	$< 6\%$

Prema Kasagrandeovom kriterijumu materijal na dubini do 0.8m, u istražnim jamama IJ-1, IJ-2, IJ-3 i IJ-4, nije otporan na dejstvo mraza. Imajući u vidu da je aktivna zona dejstva mraza u Novom Sadu do 70- 90cm preporučuje se zamena tla posteljice celom dužinom trase projektovane saobraćajnice adekvatnim materijalom koji je otporan na dejstvo mraza.

Na osnovu rezultata dobijenih laboratorijskim ispitivanjem, prilikom dimenzionisanja kolvozne konstrukcije preporuka je da se usvoji vrednost CBR-a 5.4%

4. KOLOVOZNA KONSTRUKCIJA

Dimenzionisanje nove kolovozne konstrukcije se vrši prema standardu SRPS U.C4.015. Proračunom se određuju potrebne debljine slojeva kolovozne konstrukcije. Na osnovu rezultata i preporuke nakon analize laboratorijskih i terenskih ispitivanja, usvojena vrednost kalifornijskog indeksa nosivosti CBR iznosi: 5,40 %.

Potrebni strukturni broj SN_{pot}, na osnovu standarda SRPS U.C4.015. prema AASHTO Guide for Design of pavement structures, određuje se na osnovu sledećih podataka:

Tabela 2. Vrednosti parametara na osnovu kojih se očitava potreban strukturni broj sa nomograma

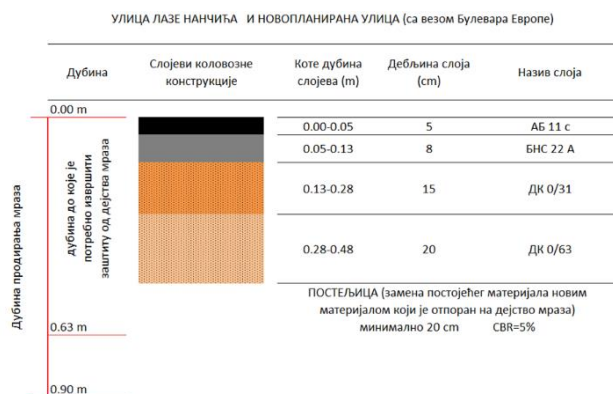
Параметар	Вредност
Саобраћајно оптерећење ECO_{82}	1.35×10^6 ст. осов. 82 kN
Поузданост R	85 %
Стандардно нормално одступање Z_r	-1.037
Стандардно одступање S_o	0.40
Почетни индекс возне способности коловоза p_o	4.2
Крајњи индекс возне способности коловоза p_t	2.0
Резилијентни модул постељице M_r	50 MPa
Потребан структурни број $SN_{пот}$	8.9 cm

Predložena i usvojena šema kolovozne konstrukcije, koja prema ispunjava sve tehničke standarde po pitanju nosivosti nakon provere napona i deformacija, prema programskom paketu DAMA, data kolovozna konstrukcija je otporna po pitanju napona i deformacija i zadovoljena je po pitanju trajnosti i prikazana je na slici 2. usvaja se vrednost od 30 cm zamene materijala u posteljici nekim otpornim na dejstvo mraza. Projektovana vrednost strukturnog broja iznosi:

$$S_n^{proj} = d_{ab11s} * a_{ab11s} + d_{bns22} * a_{bns22} + d_{dk0/31} * a_{dk0/31} * m + d_{dk0/63} * a_{dk0/63} * m$$

$$S_n^{proj} = 5 * 0,42 + 8 * 0,36 + 1 * 15 * 0,14 + 1 * 0,12 * 20$$

$S_n^{proj} = 9,48 \text{ cm} > S_n^{zah} = 8,90 \text{ cm}$ - uslov nosivosti je zadovoljen



Слика 2. Усвојена колковозна конструкција

5. REKAPITULACIJA GRAĐEVINSKIH RADOVA

Za predmetne ulice formiran je predmer i predračun građevinskih radova na osnovu količina koje su sračunate planimetrisanjem ,kroz programski paket „Plateia“. U tabeli 3 prikazana je rekapitulacija građevinskih radova.

Tabela 3. Rekapitulacija građevinskih radova

РЕКАПИТУЛАЦИЈА			
Саобраћајне површине са праћећом инфраструктуром у улици Лазе Нанчића, делу Булевар Европе и новопланираној улици (са везом Булевар Европе) у Новом Саду			
1	ПРЕПРЕМНИ РАДОВИ		20,023,545.00 Din
2	ЗЕМЉАНИ РАДОВИ		16,585,481.60 Din
3	КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА		52,912,736.00 Din
4	ОДВОДЊАВАЊЕ		315,000.00 Din
Укупно:			89,836,762.60 Din

6. ZAKLJUČAK

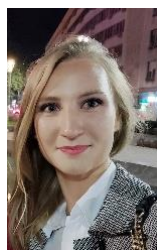
Funkcije saobraćajnica su od fundamentalnog značaja za njihovo planiranje, projektovanje, izvođenje i eksploataciju. Ovim radom obuhvaćen je proces terenskog i laboratorijskog ispitivanja, sa analizom rezultata na osnovu koga je sproveden kompletan tok projektovanja saobraćajnica i pratećih površina sa dimenzionisanjem i usvajanjem kolovozne konstrukcije prema standardu SRPS U C4.015.

Na ovaj način obezbeđena je procedura za izbor parametara saobraćajnica sa najpovoljnijim funkcionalnim, bezbednosnim i estetskim karakteristikama.

7. LITERATURA

- [1] Andus V, Maletin M, Metodologija planiranja i projektovanja puteva- Značajan segment održivog razvoja Srbije, zbornik radova IAUS 1954-2004 Beograd, decembar 2004.
- [2] Uzelac Đ. , Kolovozne konstrukcije, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2015
- [3] Satelitski snimak predmetnih ulica, preuzeto sa: <https://www.google.com/maps/place/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5+%D0%9D%D0%B0%D0%B%D1%87%D0%B8%D1%9B%D0%B0,+%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8+%D0%A1%D0%B0%D0%B4/@45.2470913,19.8253543,16z/data=!4m5!3m4!1s0x475b1037527edaa7:0x1a7ccda189c2e5b0!8m2!3d45.2472771!4d19.8211116>, datum pristupa 15.06.2021.

Kratka biografija:



Milica Tepavac rođena je u Somboru 1994. god. Osnovne akademske studije iz oblasti građevinarstva upisuje 2013. godine, a diplomski rad iz predmeta Kolovozne konstrukcije brani u junu 2018. godine i upisuje master studije- smer Putevi, železnice, aerodromi. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz predmeta Kolovozne konstrukcije odbranila je 2021. godine.

**PROCENA STANJA I SANACIJA AB KONSTRUKCIJE PODVOŽNJAKA U
PARTIZANSKOJ ULICI U NOVOM SADU****THE ASSESSMENT AND REPAIR OF RC STRUCTURE OF UNDERPASS IN
PARTIZANSKA STREET IN NOVI SAD**

Teofan Budinčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz teorijskog i praktičnog dela. U teorijskom dijelu su opisana ležišta: vrste, način ugradnje i primjena. U praktičnom delu je urađena procjena stanja AB konstrukcije podvožnjaka u Novom Sadu. Kako bi se utvrdio stepen oštećenja i dao prijedlog sanacionih radova, sproveden je detaljan vizuelni pregled svih dostupnih elemenata konstrukcije. Zaključeno je da na AB elementima postoje brojni defekti i oštećenja. Na osnovu analize registrovanih defekata i oštećenja i rezultata nedestruktivnih metoda dat je prijedlog sanacionih mjera u cilju povećanja trajnosti AB konstrukcije.

Ključne reči: procjena stanja, defekti, oštećenja, sanacija, ležišta

Abstract – The paper consists of a theoretical and a practical part. The theoretical part describes the bearings: types, possibilities of their construction and application. The assessment of RC underpass, located in Novi Sad, was carried out in the practical part. In order to determine the level and cause of damages, as well as the type of repair measures, the detail visual inspection of structural elements was undertaken. The large number of defects and damages has been detected. Based on the analysis of those damages and defects and nondestructive material testing, the repair measures were suggested in order to improve the durability of RC structures.

Keywords: assessment, defects, damages, repair, bearings

1. LEŽIŠTA

Ležišta su elementi koji se nalaze između gornje (raspanske) i donje (potporne) konstrukcije da bi se omogućio prenos unutrašnjih sila, kao što je određeno statičkim računom [2].

Ležišta za mostove moraju:

- da preuzimaju vertikalne i horizontalne sile reakcija raspanske konstrukcije i da ih prenose na stubove i krajnje potporne stubove;
- da omogućuju deformacije raspanske konstrukcije u vidu rotiranja koje nastaje kao rezultat nagiba elastičnih linija savijanja nosača;

NAPOMENA:

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

- da omogućuju pomeranje raspanske konstrukcije u smeru ose objekta, a kod širokih objekata i u poprečnom smeru.

Koncept oslanjanja mora da odgovara statičkom sistemu i da uzme u obzir karakteristike upotrebljenih ležišta.

Savremena oslanjanja obezbeđuju:

- ležišta koja omogućuju rotiranja u svim pravcima;
- koncept objekta koji omogućuje deformacije konstrukcije u poprečnom smeru sa minimalnim dodatno generisanim silama.

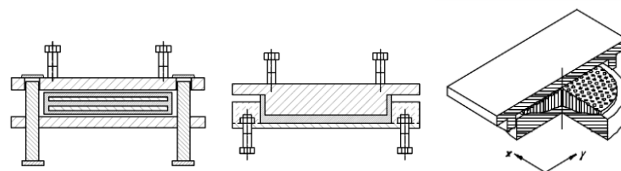
1.1. Tipovi savremenih ležišta

Tipovi savremenih ležišta uključuju [2]:

- elastomerna (Slika 1),
- lončasta (Slika 2),
- sferna (Slika 3),
- tačkasta,
- linijska i
- zglobova.

Teoretski se sile prenose preko kontaktnih tačaka, linija ili površina. U prva dva slučaja prenos sile vrši se preko čeličnih dijelova koji mogu da prime velike napone, dok u trećem slučaju za prenos sile mogu da se upotrebe elastomeri. Rotaciju ležišta omogućuje pomjeranje ploče po kugli (u svim smerovima) ili po valjku (u jednom smeru), odnosno klizanje između kuglasto oblikovanih čeličnih izbočenja i udubljenim dijelom ležišta, a kod neoprenskih ležišta deformacijom elastomernog dijela.

Pomjeranja u ležištu ostvaruju se pomoću elastične deformacije elastomernog dela (za mala pomjeranja) ili međusobnim klizanjem dva elementa ležišta. U drugom slučaju se upotrebljava teflon (PTFE) na kontaktu dvije površine i nerđajući čelik.



Slika 1.
Elastomerna
ležišta - elastično
pokretno u jednom
pravcu

Slika 2. Lončasta
ležišta -
nepokretno

Slika 3. Sferna
(kalotna) ležišta
- nepokretno

2. PROCJENA STANJA OBJEKTA

2.1. Opis konstrukcije

Objekat koji je predmet rada je podvožnjak koji se nalazi na dionici željezničke pruge Subotica – Novi Sad na stacionaži: km 78+599,15. Podvožnjak omogućava prelaz pruge preko Partizanske ulice u Novom Sadu (Slika 4). Na podvožnjaku postoje tri kolosjeka od kojih se trenutno koriste samo dva.



Slika 4. Podvožnjak u Partizanskoj ulici

Statički sistem konstrukcije je kontinualna greda na tri polja (Slika 5). Srednje polje kontinualnog nosača je raspona 17m, dok su prvo i treće polje raspona 10,40m. Glavni nosači su tri pune kontinualne ploče od prednapregnutog betona. Glavni nosači (ploče) pravougaonog poprečnog preseka, debljine 50cm i međusobno su povezani - monolitizovani jednom kolovoznom pločom debljine 25cm. Kolovozna ploča koja spaja glavne nosače ima dva konzolna ispusta, sa jedne strane 30cm i sa druge strane 90cm. Prednaprezanje ploča je urađeno sa 171 kablom prečnika Ø5mm koji se pružaju duž cijele kontinualne ploče. Srednji stubovi su izvedeni kao "pendel" i s obzirom na njihove dimenzije, imaju oblik platna. Stubovi su promjenljive debljine po visini. Krajnji oslonci su izvedeni u vidu potpornih zidova u nasipu. Zid na novosadskoj strani je izveden sa pokretnim ležištem, dok je zid ka Subotici izveden sa nepokretnim ležištem. Ležište je izvedeno kao armiranobetonsko.



Slika 5. Podužni presjek podvožnjaka

2.2. Procjena stanja – vizuelni pregled objekta

Vizuelnom pregledu su podvrgnuti svi dostupni elementi konstrukcije, odnosno:

- stubovi-zidna platna,
- potporni zidovi,
- glavni nosači,
- pruga,
- pješačke staze,
- ograda.

Vizuelnim pregledom detektovan je veliki broj defekata, kao što su: nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona, nepravilno izvedeni prekidi i nastavci betoniranja,

neravna površina betona, betonska gnijezda, zone segregacije, tragovi oplata i odvaljivanje uglova, ivica i delova površine betona uslijed athezije betona i oplata i oštećenja koja su se razvila usled višegodišnje izloženosti objekta atmosferilijama, prodora vode na mjestima dilatacija i prekida betoniranja i usled nabrojanih defekata.

Karakteristično oštećenje jeste korozija armature i, posle-dično, oštećenja zaštitnog sloja betona. Na mjestima prodora vode uočene su i vlažne mrlje, krečnjačke naslage i biološka korozija. Olučne instalacije, izvedene na mjestima dilatacija zidova, dotrajale su, popucale i izgubile svrhu, te doprinose daljoj deterioraciji betona, usled konstantne izloženosti vlazi. Na narednim slikama (6-13) ilustrovani su opisani defekti i oštećenja.



Slika 6. Mali zaštitni sloj betona, vidljiva korozija armature, zidno platno



Slika 7. Otpadanje površinskog sloja betona, vidljiva korozija armature stuba u donjim dijelovima zidnog platna



Slika 8. Veće betonsko gnijezdo na zidnom platnu



Slika 9. Oštećena olučna instalacija, slivanje vode, biološko rastinje



Slika 10. Betonsko gnijezdo na AB platnu



Slika 11. Slivanje vode na spojnici, površinska korozija armature, hemijska i biološka korozija betona, glavni nosač



Slika 12. Pukotina na mestu nepovezanih slojeva betona u zidu kanala za odvodnjavanje atmosferskih voda u sklopu glavnog nosača



Slika 13. Korozija armature, nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona - glavni nosač i konzolni ispust

2.3. Nedestruktivna ispitivanja kvaliteta betona

Naknadno - kontrolno ispitivanje čvrstoće betona pri pritisku izvršeno je primjenom nedestruktivne metode ispitivanja (metoda sklerometra). Statističkom obradom rezultata ispitivanja površinske tvrdoće betona zaključeno je:

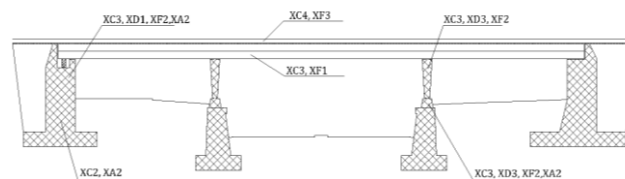
- Beton ugrađen u zidove u osi A ima procenjenju čvrstoću pri pritisku u rasponu 45-48MPa. Imajući u vidu da je projektovana marka betona MB30, dobijeni rezultati ukazuju da beton ima visoke mehaničke karakteristike.
- Beton ugrađen u zidove u osi D ima procenjenju čvrstoću pri pritisku u rasponu 33-37MPa. Na zidovima je, detaljnim vizuelnim pregledom, registrovano intenzivno procurivanje i vlaženje, koje je tokom vremena dovelo do postepene deterioracije betona. Između pojedinih zidova se nalaze olučne instalacije, čiji su limovi popucali, korodirali i omogućili slivanje vode na okolni beton predmetnih zidova. Vrijednosti čvrstoće su, iz ovih razloga, znatno manje u odnosu na čvrstoću betona ugrađenog u zid A.
- Beton ugrađen u zidna platna B i C, ima visoke mehaničke karakteristike. Beton ugrađen u zidna platna u osi B ima procenjenju čvrstoću pri pritisku u rasponu 45-53MPa, a beton ugrađen u zidna platna u osi C u rasponu 53-57MPa.

Za određivanje stanja zaštitnog sloja betona sa aspekta zaštite armature od korozije, odabrana je kolorimetrijska metoda pomoću fenol-ftaleina. Na osnovu prikazanih rezultata mjerenja dubine karbonatizovanog sloja AB elemenata, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Na AB zidnim platnima i zidovima debljina karbonatizovanog sloja obuhvata celu debljinu zaštitnog sloja betona, tako da je front karbonatizacije ugrozio armaturu.

3. KLASSE IZLOŽENOSTI

Bazirano na evropskim normama EN206 i EN1990, elementi AB konstrukcije podvožnjaka su svrstani u odgovarajuće klase izloženosti - Slika 14.



Slika 14. Klase izloženosti za elemente podvožnjaka

4. SANACIJA OBJEKTA

U okviru predloženog sanacionog rješenja, predviđene su sledeće operacije:

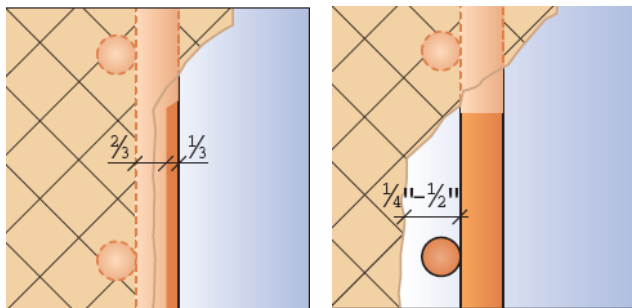
- lokalna reprofilacija i površinska zaštita oštećenih AB elemenata (stubovi, glavni nosači, konzolni dijelovi ploče): uklanjanje trošnog i oštećenog površinskog sloja betona sa AB elemenata podvožnjaka i izvođenje novog zaštitnog sloja, odgovarajuće debljine, prema zahtjevima klasa izloženosti;

- uspostavljanje adekvatnog sistema odvođenja atmosferske vode sa gornjeg stroja podvožnjaka;
- uklanjanje gornjih slojeva podvožnjaka (zastor, sloj za pad...) i izvođenje novih slojeva iznad AB ploče konstrukcije;
- zamjena linijskih AB ležišta glavnih AB nosača sa armiranim elastomernim ležištima, ekvivalentne nosivosti i istog tipa (sa aspekta statičkog sistema);
- uklanjanje dotrajale čelične ograde i postavljanje izolacionih i apsorbujućih panela za zaštitu od buke kao i metalne konstrukcije za iste.

4.1. Opis sanacionih radova

Trošni, ispucali ili porozni dijelovi betona uklanjaju se primjenom pikhamera. Na isti način uklanjaju se i površinski slojevi betona, radi „otkrivanja“ armature, a u cilju ostvarivanja bolje athezije sa novim zaštitnim slojem betona.

Dubina odštemovanog sloja betona zavisi od očuvanosti athezije između armature i betona i od stepena korozije armature (Slika 15).



Slika 15. Izgled odštemanog sloja betona zavisno od stepena korozije armature

Čišćenje armature žičanim četkama, ručno ili mehanički primjenjuje se radi uklanjanja produkata korozije čelika i ostataka cementnog kamena - čišćenje armature do „metalnog sjaja“.

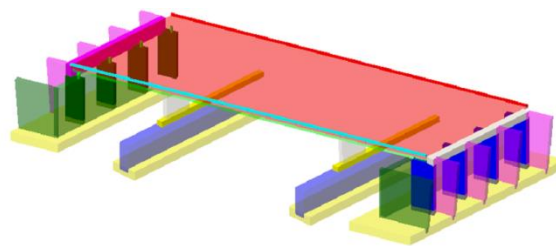
4.2. Zamjena AB ležišta

Postupak zamjene AB ležišta obuhvata:

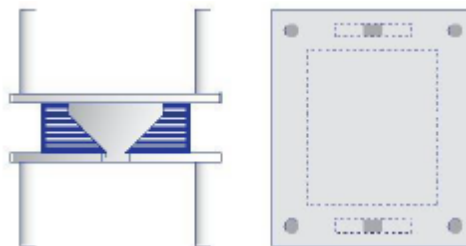
- uklanjanje zaštitnog zida u okviru potpornog zida u cilju obezbjeđenja pristupa ležištu;
- postavljanje presa na potporne zidove, ispod glavnih nosača (prema kontrolnom proračunu, potrebna nosivost presa je $\approx 30t$),
- odizanje konstrukcije,
- postavljanje privremenih oslonaca na jarmove,
- uklanjanje postojećih AB ležišta,
- ugradnja novih AB pendela,
- postavljanje novih armiranih elastomjernih ležišta,
- spuštanje konstrukcije podvožnjaka na nova ležišta i na jarmove kao privremene oslonce

Kontrolnim proračunom (Slika 16) je određena potrebna nosivost ležišta: 2134,8kN, u skladu sa modelom opterećenja **LM71** (standardni saobraćaj za opisivanje statičkih uticaja vertikalnog opterećenja usled uobičajenog saobraćaja).

Izabrana su 3 elastomerna ležišta tip NAL, pojedinačne nosivosti 750kN (Slika 17).



Slika 16. Model podvožnjaka u cilju proračuna potrebne nosivosti ležišta



Slika 17. Pokretno elastomerno ležište u jednom pravcu, tip: NAL ležišta

5. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani procjena stanja i prijedlog sanacionog rješenja za AB konstrukciju podvožnjaka u Novom Sadu. Na osnovu svih prikupljenih podataka, dobijenih detaljnim vizuelnim pregledom i nedestruktivnim ispitivanjima, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Stabilnost konstrukcije nije ugrožena,
- Trajnost objekta je smanjena. Postojanje velikog broja defekata, nastalih u fazama građenja i izvođenja konstrukcije nadvožanjaka, doveli su do progresa oštećenja tokom vremena,
- Nosivost konstrukcije, kao cjeline, nije ugrožena. Elementi su masivni, mehaničke karakteristike su i dalje zadovoljavajuće, što znači da ugrađeni beton i dalje prima i prenosi projektovano opterećenje.
- Uzevši u obzir značaj objekta i njegovu namjenu, kao i činjenicu da bi njegova nefunkcionalnost dovela do stopiranja željezničkog saobraćaja na dionici Novi Sad - Subotica, kao i dalje prema Evropi, treba preduzeti sve mjere predostrožnosti i sanirati objekat dok je još u fazi detektovanih oštećenja.

Predloženim sanacionim rješenjem se podvožnjak može vratiti u stanje funkcionalnosti uz obezbjeđenje trajnosti AB elemenata konstrukcije.

6. LITERATURA

- [1] SRPS EN 1991-2. Dejstva na konstrukcije – Deo 2: Saobraćajna opterećenja na mostovima – Nacionalni prilog.
- [2] Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji, 9. Projektovanje mostova: Ležišta. Javno preduzeće Putevi Srbije, 2012.

Kratka biografija:



Teofan Budinčić rođen je u Ljubinj RS/BiH 05.12.1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije - Procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija odbranio je 2021.god. Kontakt: teofan.buda@gmail.com

UPOREDNA ANALIZA ZAŠTITE KOSINE OD NESTABILNOSTI RAZLIČITIM METODAMA

COMPARATIVE ANALYSIS OF SLOPE PROTECTION BY DIFFERENT METHODS

Nikola Kulezić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj - U radu su analizirane metode zaštite kosina od nestabilnosti i optimalna rešenja. Zaštite kosina su analizirane u tri varijante s ciljem da se analizom osnovnih resursa i dinamikom predloži najpovoljnije rešenje.

Ključne reči: stabilnost, kosina, zaštita, potporni zid

Abstract – The paper analyzes the methods of protection of slopes from instability and optimal solutions. Slope protection were analyzed in three variants with the aim of proposing the most favorable solutions by analysis of basic resources and dynamics

Keywords: stability, slope, protection, supporting wall

1. UVOD

Kada se stvori više nepovoljnih uslova kao što su mogućnost odrona, visok nivo podzemnih voda, tlo manje čvrstoće, blizina susednih građevina itd., kosina postaje geotehnička građevina za koju je potrebno izraditi projekat, kao i za svaku drugu građevinu. Projekat zaštite kosine je dokument u kojem se definiše geotehnički model s rešenjem za prethodno definisani projektni zadatak.

Postoji dosta metoda za zaštitu kosina od odrona i klizišta. Neke od njih su detaljnije objašnjene u radu.

Te metode su :

- Ugradnja ankera i postavljanje zaštitne mreže
- Mlazno betoniranje (torkret)
- Potporni zidovi

Cilj rada je zaštita i sanacija kosina, kako nakon preduzetih mera ne bi došlo do odrona i klizišta. Analizom nekoliko metoda zaštite, potrebno je doći do optimalnih rešenja.

2. STABILNOST KOSINA

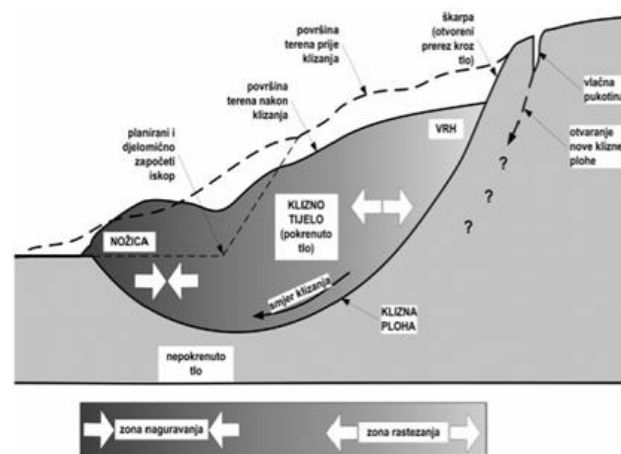
Kosina je ravna, zatalasana ili izlomljena ravan na terenu sa različitim nivoima njena dva kraja. Kosine mogu biti prirodne i veštačke (inženjerske). Inženjerske ili veštački stvorene kosine su ili useci ili nasipi. Dva osnovna elementa kosine su njena visina ili rastojanje od podnožja do vrha kosine i kosine koji predstavlja ugao koji zaklapa ravan kosine sa horizontalom.

NAPOMENA:

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

2.1 Nastanak klizišta

Iskustvo i opažanja ukazuju da se nestabilnost kosina u većini slučajeva pojavljuje kao klizanje mase tla, kliznog tela, po ravnoj ili zakrivljenoj kliznoj površini (Slika 1). Pri tome se u donjem delu kliznog tela (pri nožici) tlo naguravanjem zbija, dok se u gornjem delu (pri vrhu) ono rastresa. Zbog zatežućih napreznja u vrhu i zanemarive zatezne čvrstoće tla obično se, posebno u slučaju sitnozrnih tla, otvara zatežuća pukotina koja se, zbog smera pomeranja, može pri površini otkriti kao škarka. Pojava takve pukotine jasan je znak nestabilnosti kosine već u ranoj fazi njenog nastanka. Pojava zatežuća pukotine upućuje da se ona može pretvoriti u novu kliznu površinu.



Slika 1. Klizanje mase tla po ravnoj ili zakrivljenoj kliznoj površini

Klizanje kosine se može pojaviti naglo, sa velikim pomeranjima koja se ostvare u kratkom vremenskom intervalu, nakon čega se pokrenuta masa zaustavi u novom ravnotežnom položaju ili klizanje kosine može biti dugotrajn i složen proces.

3. ZAŠTITA KOSINE

Za zaštitu kosine od odrona i klizišta postoji dosta metoda. Na odabir metode utiče mnogo faktora kao što su stepen nestabilnosti, sastav tla, geomehničke karakteristike terena, uslovi izvođenja radova i mnogi drugi.

U ovom radu su detaljnije predstavljene tri metode: zaštita pomoću ankera i mreže, mlaznim betoniranjem i potpornim zidovima.

3.1 Zaštita kosine ankerima i mrežom

Jedna od metoda koja se često koristi za sanaciju kosina je postavljanje zaštitne mreže i bušenje ankera koji mrežu drže za kosinu. Uloga mreže jeste da kosinu štiti od površinske erozije dok sama mreža nema nikakvu statičku ulogu. Statičku ulogu preuzimaju ankeri.

Prilikom sanacije kosine primenjuju se sledeće pozicije radova:

- Pripremni radovi
- Uklanjanje šiblja
- Postavljanje skele
- Čišćenje i kavanje kosine
- Razbijanje i uklanjanje samaca
- Bušenje bušotina
- Ugradnja SN sidara
- Injektiranje ankera zapunjavanjem bušotina
- Postavljane mreže

Faktor sigurnosti kosine se može povećati ugrađivanjem ankera kroz nestabilnu masu tla do odgovarajuće dubine ispod klizne površi. Ankeri doprinose stabilnosti klizne mase tla preko momenta savijanja ankera koji je uklješten u stabilnu masu tla ispod kliznog tela. Potrebno je odrediti najdublju moguću kliznu površ za koju se dobija zadovoljavajući koeficijent sigurnosti

3.2 Zaštita kosine mlaznim betoniranjem (Torkretiranje)

Kao i kod prethodne metode prilikom sanacije kosine primenjuju se sledeće pozicije radova:

- Pripremni radovi
- Uklanjanje šiblja
- Postavljanje skele
- Čišćenje i kavanje kosine
- Razbijanje i uklanjanje samaca
- Bušenje bušotina
- Ugradnja SN sidara
- Injektiranje ankera zapunjavanjem bušotina
- Postavljanje armaturne mreže sa fiksiranim ankerima
- Izrada mlaznog betona

3.3 Zaštita kosine potpornim zidovima

Kod ove metode prilikom sanacije kosine primenjuju se sledeće pozicije radova:

- Pripremni radovi
- Čišćenje i kavanje kosine
- Zemljani radovi
- Betoniranje podloznog (mršavog) betona
- Armirački radovi
- Tesarski radovi
- Betonski radovi
- Ugradnja drenažnih cevi

Sve radove treba izvesti prema planovima, tehničkom opisu, predmeru i predračunu radova, važećim tehničkim propisima, važećim standardima, kao i uputstvima nadzornog organa.

Sav materijal mora biti kvalitetan, ispitan i po propisima. Svi radovi moraju biti izvedeni savesno i kvalitetno sa stručnom radnom snagom.

4. UPOREDNA ANALIZA ZAŠTITE KOSINE RAZLIČITIM METODAMA

Na odabir metode za zaštitu kosine od odrona i klizišta utiče mnogo faktora. Kroz uporednu analizu primenjenih metoda na zaštiti kosina uočavaju se neke ključne stvari, kao što su brzina izvođenja radova, trajanje radova, mehanizacija, ljudski resursi koje dominantno utiču na izbor metode.

4.1 Potrebna radna snaga za izvršenje radova

Tabela 1. I metoda zaštite

Redni broj	Naziv	Broj radnika
1	Rukovodilac radova	1
2	Bušači	2
3	Pomoćnici bušača	2
4	Injektirci	1
5	Pomoćnici injektiraca	2
6	Bravari	1
7	Električari	1
8	Vozači	1
9	KV radnici	5
10	Pomoćni radnici	4

Tabela 2. II metoda zaštite

Redni broj	Naziv	Broj radnika
1	Rukovodilac radova	1
2	Bušači	2
3	Pomoćnici bušača	2
4	Injektirci	1
5	Pomoćnici injektiraca	2
6	Torkretirci	1
7	Pomoćnici torkretiraca	2
8	Bravari	1
9	Električari	1
10	Vozači	1
11	KV radnici	5
12	Pomoćni radnici	4

Tabela 3. **III metoda zaštite**

Redni broj	Naziv	Broj radnika
1	Rukovodilac radova	1
2	Armirači	5
3	Tesari	5
4	Betonirci	2
5	Vozači	1
6	KV radnici	5
7	Pomoćni radnici	6

Metoda torkretiranja zahteva veću angažovanost visoko kvalifikovane radne snage od metode sanacije kosine upotrebom ankera i mreže, što se ogleda u učešću torkretirca.

Mada metoda izvođenja radova potpornog zida zahteva stručnu radnu snagu tek nekoliko raznih zanimanja, dok su u tom pogledu kod izvođenja radova prve dve metode majstorska zanimanja brojnija, prva metoda je skuplja jer je angažovana radna snaga najobimnija.

4.2 Analiza vremena

Za analizu vremena upotrebljeni su podaci iz prethodne tri tabele. Takođe, uzeto je u obzir broj radnika i mehanizacija iz analiza koje su obrađene u radu.

Na osnovu analiza vremena najkraći vremenski period za završetak radova na sanaciji kosine jeste metodom bušenja ankera i postavljanje mreže. Nešto duži period zahteva metoda zaštite kosine pomoću potpornih zidova, dok metoda mlaznog betoniranja zahteva najviše vremena.

5. METODE VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE I IZBOR OPTIMALNOG VARIJANTNOG REŠENJA

Tabela 4.

Metoda	M1	M2	M3
Mehanizacija	2	3	1

Tabela 5.

Metoda	M1	M2	M3
Mehanizacija	2	3	1

Tabela 6.

Metoda	M1	M2	M3
Troškovi (din)	3.767.841,70	3.951.921,66	5.516.093,25

Tabela 7.

Metoda	M1	M2	M3
Vreme (dan)	18	31	19

Analize rađene metodama kompromisnog programiranja i rangiranja su pokazale da je u svim slučajevima metoda zaštite kosine potpornim zidovima najoptimalnije rešenje.

6. OSTALE METODE ZAŠTITE KOSINE OD ODRONA I KLIZIŠTA

Pored pomenutih metoda postoji još dosta načina sanacije kosine. Čest slučaj su kombinacije prethodna tri sistema odbrane.

Te metode su:

- zaštita gredama, stubovima i mrežom
- zaštita gredama, stubovima i mlaznim betoniranjem
- zaštita potpornim zidovima i mlaznim betoniranjem
- zaštita gredama, stubovima, potpornim zidovima i mlaznim betoniranjem

7. ZAKLJUČAK

Tokom izrade rada analizirane su metode zaštite kosina od odrona i klizišta. Takođe urađena je uporedna analiza za tri metode sanacije pomoću ankera i mreže, mlaznim betoniranjem i potpornim zidovima. Date su i kombinacije ova tri metode.

Analiziran je tehnološki postupak izvođenja pomenute tri metode, osnovni resursi: materijal, radna snaga, mehanizacija, kao i dinamika izvođenja radova.

Metoda odnosno tehnologija zaštite kosine od odrona zavise od:

- uslova u tlu, vrste tla,
- geomehaničkog sastava u tlu,
- položaja i lokacija kosine,
- izbora i mogućnosti raspoložive tehnologije tj. raspoložive mehanizacije,
- cene sanacije.

Zahtevi koje mora ispuniti zaštita kosina su:

- sigurnost izvođača, njegove opreme i mehanizacije,
- ekonomičnost
- brzo i jednostavno izvođenje.

Da bi to postigli određene rizike pri izvođenju moramo svesti na minimum a to ćemo postići ako:

- za radove koji se ne smeju prekidati osiguramo rezervne mašine i pogone,
- konstantno vršimo kontrolu ugrađenih elemenata i materijala,
- za glavne i specifične radove imamo dobro osposobljen tim radnika

Kada uporedimo sve tri metode dolazimo do sledećih zaključaka.

Činjenica je da metoda izvođenja radova potpornog zida po većini kriterijuma je najskuplja, ali je najpouzdanija tj. najsigurnija za najviše zahteve stabilnosti kosine. Međutim, zbog nepristupačnosti terena, nije svuda moguća primena ove metode pa je u primeni neka druga odgovarajuća. Dakle, izbor metode opredeljuje pre svega mogućnost odabira neke od njih s obzirom na uslove terena, ali koja će obezbediti sigurnost kosine.

8. LITERATURA

- [1] Maksimović Milan: „Mehanika tla“, četvrto izdanje, Beograd 2008.
- [2] Stojadinović Radoslav: „Mehanika tla, pritisak tla, stabilnost kosina“, Građevinski fakultet u Beogradu, 1980.
- [3] Cvetković-Mrkić Sonja: „Geotehničke melioracije“, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd 1995.
- [4] Roje-Bonacci Tanja: „Mehanika tla“, četvrto izdanje, 2017.
- [5] Grubić Nenad: „Stabilnost kosina i sanacija klizišta“, Univerzitet Sarajevo, 2006.
- [6] Projekat izrade potpornih zidova, Hotel Surdul, Vranje

Kratka biografija:



Nikola Kulezić rođen je u Loznici 1988. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2021.god

PRORAČUN KONSTRUKCIJE ČELIČNE HALE SA KRANSKOM STAZOM PREMA EVROKODU

STRUCTURAL DESIGN OF STEEL HALL WITH RUNWAY BEAM ACCORDING TO EUROCODE

Miloš Ivković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je dat proračun čelične skladišne hale sa kranskom stazom prema SRPS EN standardima. Prikazan je statički proračun svih konstruktivnih elemenata i njihovo dimenzionisanje. Pored priložene grafičke dokumentacije (dispozicioni crteži, detalji veza), u radu je dat i detaljan proračun karakterističnih montažnih nastavaka. Teorijsko-istraživački deo rada se odnosi na metode proračuna usled zamora materijala.

Ključne reči: Evrokod, čelična hala, kranska staza, zamor.

Abstract – This master thesis describes calculation of steel hall with a crane supporting beam according to Eurocode standard. The complete static calculation of all structural elements as well as their design were performed and presented. Aside from presented graphic documentation (steel details, details of connections), paper describes detailed calculation of characteristic splice joints. Theoretical and explorative part of the paper deals with fatigue of the materials.

Keywords: Eurocode, steel hall, runway beam, fatigue

1. UVOD

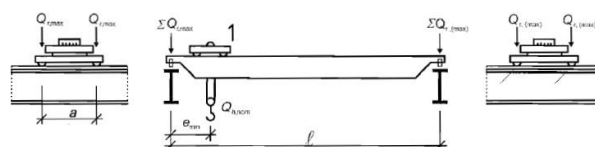
Zadatkom je predviđena izrada projektnog rešenja industrijske skladišne hale sa unutrašnjim transportom pomoću mostnog kрана nosivosti 5 t. Hala je jednobrodna sa rasponom od 20,5 m. Objekat je u osnovi dimenzija 20,5 x 42,0 m.

2. ANALIZA OPTEREĆENJA KRANSKE STAZE

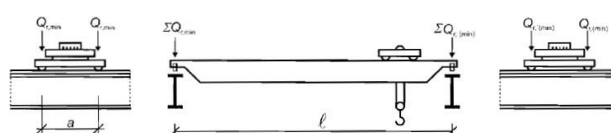
2.1. Osnovni podaci o kranskoj stazi

Statički sistem kranske staze na koju je oslonjen mostni kran je kontinualni nosač na 7 polja raspona 6,0 m. Usvojen je poprečni presek kranskog nosača HEA260. Evrokod razlikuje vertikalna i horizontalna opterećenja koja je neophodno uzeti u obzir pri proračunu i dimenzionisanju kranske staze.

U slučaju vertikalnih opterećenja neophodno je razmatrati dva slučaja opterećenja i odrediti minimalnu odnosno maksimalnu vertikalnu silu $Q_{r,max}$ i $Q_{r,min}$, slika 1. i 2.

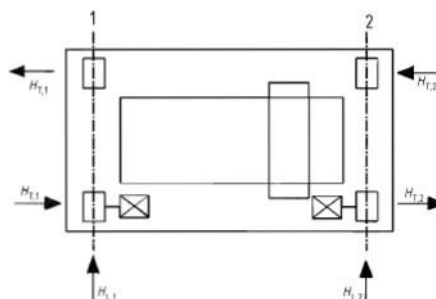


Slika 1. Raspored opterećenja za dobijanje maksimalnog pritiska točka dizalice (mačka opterećena) [1]

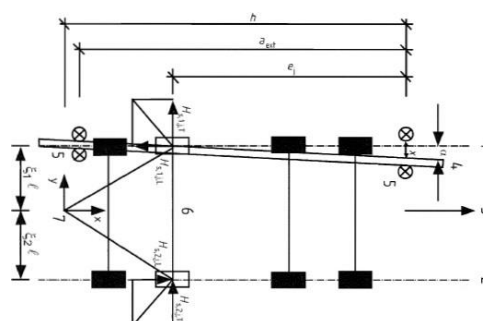


Slika 2. Raspored opterećenja za dobijanje minimalnog pritiska točka dizalice (mačka neopterećena) [1]

Horizontalna opterećenja razlikujemo kao opterećenja nastala ubrzanjem ili kočenjem kрана (sl. 3) i horizontalna opterećenja nastala zakošenjem kрана (sl. 4). Intenzitet ovih opterećenja se određuje na osnovu izraza koje propisuje Evrokod.



Slika 3. Dejstvo sila izazvanih ubrzanjem ili kočenjem [1]



Slika 4. Dejstvo sila izazvanih zakošenjem kрана [1]

Sva opterećenja je neophodno uvećati dinamičkim faktorom opterećenja φ_i koji zavisi od kombinacije opterećenja pri čemu prema Evrokodu razlikujemo sedam različitih kombinacija opterećenja [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila v. prof dr Jelena Dobrić, dig.

3. PRORAČUN KRANSKE STAZE

3.1 Otpornost preseka na savijanje

Proračunska vrednost momenta nosivosti poprečnog preseka $M_{c,Rd}$ zavisi od klase poprečnog preseka [2].

Za preseke klase 1 i 2 koristi se plastičan model ponašanja (M_{pl}).

Za preseke klase 3 primenjuje se elastična lokalna analiza (M_{el}).

Za poprečne preseke klase 4 nosivost se određuje takođe primenom elastične analize, ali sa efektivnim poprečnim presekom usled izbočavanja (M_{eff}).

Uslov koji treba da bude zadovoljen je dat izrazom (1):

$$\frac{M_{ed}}{M_{pl,y,Rd}} < 1.0 \quad (1)$$

M_{ed} – proračunska vrednost momenta savijanja

$M_{pl,y,Rd}$ – proračunska nosivost poprečnog preseka na savijanje.

3.2 Otpornost preseka na smicanje

Uslov koji treba da bude zadovoljen je dat izrazom (2):

$$\frac{V_{ed}}{V_{c,Rd}} < 1.0 \quad (2)$$

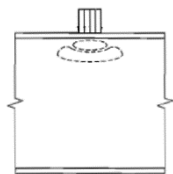
V_{ed} – proračunska vrednost sile smicanja u razmatranom pravcu

$V_{c,Rd}$ – odgovarajuća proračunska nosivost poprečnog preseka na smicanje.

3.3 Izbočavanje usled lokalnog pritiska točka

Poprečne sile koje deluju u ravni rebra punih nosača mogu da prouzrokuju lokalni gubitak stabilnosti rebra. Ukoliko je opterećenje na nosaču fiksno ovaj problem se lako rešava formiranjem ukrućenja na mestu delovanja opterećenja. Ukoliko se radi o pokretnom opterećenju kao što je slučaj sa opterećenjem kranskog nosača mora biti obezbeđena nosivost rebra na izbočavanje usled dejstva lokalnih sila.

Do iscrpljenja nosivosti rebra nosača usled delovanja lokalne koncentrisane sile može doći ulubljenjem rebra u obliku lokalizovanog izbočavanja [3] i plastifikacije neposredno ispod nožica praćenog plastifikacijom (sl. 5.).



Slika 5. Lokalizovano izbočavanje rebra [3]

Uslov nosivosti koji treba da bude zadovoljen je dat izrazom (3):

$$\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} < 1.0 \quad (3)$$

Sila otpora na koncentrisane sile je prikazana izrazom (4):

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} * L_{eff} * t_w}{\gamma_{M1}} \quad (4)$$

L_{eff} – efektivna širina

f_{yw} – granica razvlačenja rebra

3.4 Bočno torziono izvijanje

Bočno torziono izvijanje je posledica dostizanja kritične vrednosti opterećenja te deformacije nosača izvan ravni delovanja opterećenja praćene torzijom.

Kao osnov za proračun nosivosti elementa na bočno-torziono izvijanje u Evro kodu 3 koristi se kritični moment tj. minimalna teorijska vrednost momenta savijanja u kritičnom preseku pri kojoj dolazi do gubitka stabilnosti elementa usled bočno-torzionog izvijanja [2].

Ukoliko se radi o elementima koji nisu bočno pridržani da bi se zadovoljila nosivost na bočno-torziono izvijanje neophodno je da se zadovolji sledeći izraz (5):

$$\frac{M_{ed}}{M_{b,Rd}} < 1.0 \quad (5)$$

M_{ed} – proračunska vrednost momenta savijanja

$M_{b,Rd}$ – proračunski moment nosivosti na bočno-torziono izvijanje.

4. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

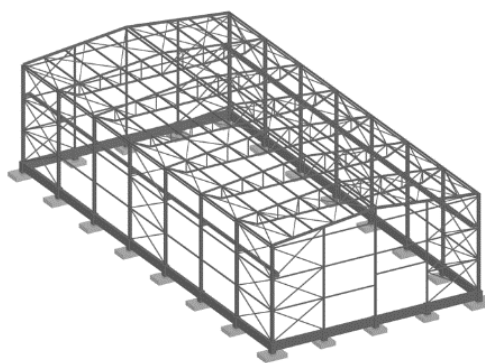
4.1 Elementi i geometrija

Proračun statičkih uticaja u elementima AB konstrukcije je sproveden pomoću specijalizovanog softvera za strukturalnu analizu – Radimpex Tower 8.0.

Formiran je detaljan prostorni model, koji u potpunosti prati geometriju konstrukcije i kojim su predstavljeni svi njeni elementi, kao i odgovarajuća dejstva.

Elementi su modelirani kao linijski (stubovi, grede) ili površinski (temeljna stopa) sa odgovarajućim geometrijskim karakteristikama poprečnih preseka i mehaničkim karakteristikama materijala – čelik S275, armirani beton C 25/30.

Veze između elemenata su modelirane kao krute ili zglobne.



Slika 6. 3D model konstrukcije

4.2 Konstruktivni sistem

Na predmetnoj čeličnoj hali razlikujemo površinske i linijske elemente. Celokupna konstrukcija je temeljena na temeljima samcima čija je stopa modelirana kao površinski element dok su svi ostali elementi modelirani kao linijski. U temelje samce su uklješteni čelični stubovi, na koje su na gornjem nivou zglobno oslonjeni rešetkasti nosači. Ostali konstruktivni elementi služe za oslanjanje krovnih i zidnih panela, za prostornu stabilizaciju konstrukcije te kao nosači mostnog krana.

5. ANALIZA OPTEREĆENJA ČELIČNE HALE

Proračun opterećenja izvršen je u saglasnosti sa Evrokodom EN 1991. Analizirana su sva opterećenja koja će se javiti na konstrukciji za vreme eksploatacionog veka.

5.1 Stalno opterećenje

Kao stalno opterećenje razlikujemo opterećenje konstruktivnih odnosno nekonstruktivnih elemenata [4]. Opterećenje konstruktivnih elemenata aplicirano je u samom programskom paketu Tower 8.0. U nekonstruktivne elemente uvrštavaju se krovne i zidne obloge i sve vrste instalacija (elektro, mašinske i sl.).

5.2 Promenljivo opterećenje

Kao promenljivo opterećenje na predmetnom modelu analizirano je opterećenje vetrom i opterećenje snegom [5,6]. Opterećenje snegom dato je Evrokodom EN 1991-1-3. Dobija se na osnovu obrazca $s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$, gde je:

s_k karakteristična vrednost opterećenja od snega na tlo na relevantnoj lokaciji.

Opterećenje vetrom je predmet razmatranja Evrokoda EN 1991-1-4. Osnovni parametar pri određivanju ovog opterećenja jeste fundamentalna osnovna brzina vetra

$V_{b,o}$ koja se očitava sa mapa definisanih od strane RHMZ Srbije a zavisno od lokacije objekta. Za lokaciju Novi Sad $V_{b,o} = 21,0\text{m/s}$.

5.3 Seizmičko opterećenje

Seizmičko opterećenje je funkcija seizmičke lokacije objekta te od dinamičkih karakteristika sistema objekat-tlo. Stoga je proračun baziran na proračunu modalne analize na osnovu koje se dobijaju dinamičke karakteristike same konstrukcije odnosno periodi oscilovanja na osnovu kojih se vrši dalji proračun samog opterećenja. Seizmičko opterećenje je detaljno opisano Evrokodom EN 1998.

Kao parametar lokacije daje se referentno ubrzanja tla a_{gR} . Za lokaciju Novi Sad $a_{gR}=0,10g$. Kako bi se odredilo seizmičko opterećenje neophodno je poznavanje karakteristika tla, klase duktilnosti i klase značaja objekta.

Evrokod propisuje dve metode proračuna seizmičkog opterećenja: metoda ekvivalentnih bočnih sila i multimodalna spektralna analiza, pri čemu je za proračun seizmičkih sila predmetnog objekta izabrana multimodalna spektralna analiza [7].

6. STATIČKI PRORAČUN I DIMENZIONISANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE

6.1 Kombinacije opterećenja

Prilikom projektovanja konstrukcija prema Evrokodu razmatraju se najnepovoljnije kombinacije opterećenja koje mogu istovremeno da deluju na konstrukciju. Razlikujemo kombinacije za stalne i prolazne situacije, incidentne situacije i seizmičke proračunske situacije.

Ove kombinacije formirane su za proveru graničnih stanja nosivosti, dok su za proveru graničnih stanja upotrebljivosti korišćene karakteristične kombinacije opterećenja [8].

6.2 Statički proračun i dimenzionisanje elemenata

U sklopu ovog poglavlja izvršen je proračun elemenata pri čemu je izvršena: kontrola napona, otpornost na pritisak, otpornost na savijanje, otpornost na smicanje, nosivost na kombinaciju savijanja i aksijalne sile, nosivost na kombinaciju smicanja i savijanja, nosivost na kombinaciju savijanja, smicanja i aksijalne sile, nosivost na fleksiono izvijanje i dokaz bočno-torzionog izvijanja. Izvršena je i provera vertikalnih odnosno horizontalnih ugiba u zavisnosti od položaja elementa u konstrukciji [2,9].

7. ZAKLJUČAK

Do loma konstrukcije može doći i pri naponima koji ne dostižu granične vrednosti. Zamor materijala je proces postepene propagacije prsline izazvane promenama naprezanja koje se ponavljaju. Opterećenja koja mogu da dovedu do loma konstrukcije usled zamora su promenljiva opterećenja koja se višestruko ciklično menjaju, osciluju između gornje i donje granice napona. Na lom direktno utiče naponska razlika.

Lom izazvan zamorom materijala karakteriše odsustvo plastične deformacije koja nastaje na mestima malih defekata, oštećenja ili nesavršenosti osnovnog materijala ili na mestima šavova. Na takvim mestima u konstrukciji pri naizmeničnom naprezanju promenljivim opterećenjem dolazi do neravnomerne preraspodele napona koja se ogleda u stvaranju lokalnih koncentracija napona. Mehanizam zamora se može okarakterisati kao progresivno povećanje i širenje pukotine na mestu diskontinuiteta u kritičnom preseku dinamički opterećenog elementa, kojim se smanjuju je nosivost kritičnog preseka [10,11].

8. LITERATURA

- [1] EN 1991-3 Actions on structures - Part 3: Actions induced by cranes and machinery
- [2] EN 1993-1-1 Proračun čeličnih konstrukcija (Opšta pravila i pravila za zgrade)
- [3] EN 1993-1-5 Design of steel structures - Part 1-5: General rules - Plated structural elements
- [4] EN 1991-1-1 Dejstva na konstrukcije (Zapremne težine, sopstvene težine, korisna opterećenja za zgrade)
- [5] EN 1991-1-4 Dejstva na konstrukcije (Dejstva vetra)
- [6] EN 1991-1-3 Dejstva na konstrukcije (Dejstva snega)
- [7] EN 1998-1 Proračun seizmički otpornih konstrukcija (Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade)
- [8] EN 1990 Eurocode - Basis of structural design
- [9] EN 1993-6 Design of steel structures - Part 6: Crane supporting structures
- [10] EN 1993-1-9 Design of steel structures - Part 9: Fatigue
- [11] Z. Marković „Granična stanja čeličnih konstrukcija prema Evrokodu“, Akademska misao, Beograd, 2019.

Kratka biografija:



Miloš Ivković rođen je u Sremskoj Mitrovici 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2021.god.

kontakt: milosivkovic@gmail.com

**MODUL ZA DIMENZIONISANJE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA U AKADEMSKOM
SOFTVERU MATRIX 3D****MODUL FOR STEEL STRUCTURE DESIGN IN ACADEMIC SOFTWARE MATRIX 3D**Tanja Nožica, Đorđe Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen deo modula za dimenzionisanje čeličnih konstrukcija koji je implementiran na postojećoj platformi softvera Matrix 3D. Prikazani su načini rešavanja problema koji u većini softvera korišćenih kod nas nisu rešeni na adekvatan način. To su jasan proračun klase poprečnog preseka i proračun stabilnosti sa prikazom dužina izvijanja i oblika izvijanja po tonovima uz jasno sagledavanje koji elementi najviše učestvuju u izvijanju pomoću energetske pristupa

Ključne reči: Klasa preseka, Nosivost, Stabilnost, Softver

Abstract – In this paper, a part of the modul for steel structure design, which is implemented in the pre-existing software Matrix 3D, is presented. The manner in which certain problems are solved, that are not adequately solved in most of the software used in our country, are presented. These are a clear calculation of the class of a cross-section and a stability calculation that shows buckling lengths and buckling mode with a clear view of which elements are most involved in buckling using the energy approach.

Keywords: Cross section class, Resistance, Stability, Software

1. UVOD

Cilj rada jeste formiranje modula za dimenzionisanje čeličnih konstrukcija koji prvenstveno ima unapređene aspekte koji nedostaju u najčešće korišćenim softverima kod nas. U radu su predstavljeni izazovi koji prate implementaciju određivanja klase preseka prema Evrokodu, posebno za klase 1 i 2, čeličnih preseka za proizvoljno opterećene preseke. Kako Evrokod predviđa potpunu plastifikaciju preseka bez ograničenja maksimalnih dilatacija u preseku, to je neophodno pronaći položaj plastične neutralne ose za granično stanje nosivosti preseka. Međutim, za određivanje graničnog stanja ne mogu se koristiti Evrokodovi aproksimativni izrazi. U sledećem delu prikazana su rešenja koja su iskorišćena u modulu za dimenzionisanje čeličnih konstrukcija u akademskom softveru za analizu konstrukcija Matrix3D. Takođe predstavljeno je rešavanje problema stabilnosti čeličnih konstrukcija tj. određivanje kritične sile, koeficijenta dužine izvijanja i prikaza oblika izvijanja po tonovima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Đorđe Jovanović.

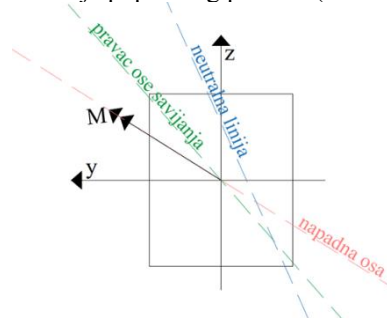
**2. SOFTVERSKA IMPLEMENTACIJA
PRORAČUNA KLASI I NOSIVOSTI ČELIČNIH
PRESEKA ZA OPŠTI SLUČAJ UTICAJA**

Pri svakom dimenzionisanju elementa, prema Evrokodu 3 [1], prvo je neophodno odrediti klasu preseka, a potom i nosivost preseka. Klasa preseka zavisi od načina naprezanja svakog pojedinačnog dela preseka. Za klase 1 i 2, neophodno je pronaći položaj plastične neutralne ose za svaku kombinaciju opterećenja, u trenutku granične nosivosti preseka za dati set unutrašnjih sila. Da bi se ovo uradilo, neophodno je znati granično stanje dilatacija da bi se izvela vrednost dilatacija u zavisnosti od proračunskih vrednosti uticaja. Uzimajući u obzir da Evrokod dozvoljava potpunu plastifikaciju preseka nemoguće je znati stanje dilatacija. To je nelogično jer je implicitno dozvoljeno dilatacijama da dostignu beskonačnost. Zbog ovoga se mora tražiti samo stanje napona bez teorijskog pokrivača za tačnu raspodelu napona. Drugim rečima, neophodno je znati stvarnu plastičnu nosivost preseka da bi se odredio položaj plastične neutralne ose.

**2.1. Položaj neutralne ose za koso savijanje sa
aksijalnom silom**

Radovi [2] [3] pokazuju nosivost poprečnog preseka za slučaj kosog savijanja sa aksijalnom silom. Međutim, one su određene na osnovu pretpostavke da u slučaju kosog savijanja sa aksijalnom silom neutralna osa zadržava svoj nagib nezavisno od inteziteta aksijalne sile.

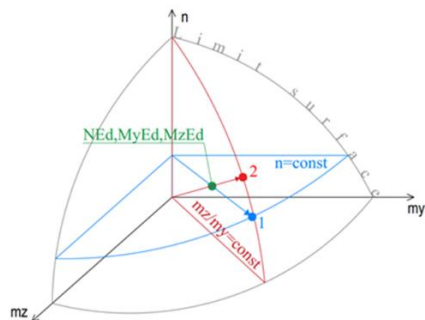
U opštem slučaju kada je presek opterećen momentom savijanja čija se napadna linija ne poklapa sa glavnim osama, nagib neutralne ose se ne poklapa sa napadnom linijom momenta niti sa glavnim osama. Štaviše, sa povećanjem aksijalne sile neutralna osa pravi otklon od ose savijanja prema osi sa manjim momentom inercije. Stoga, kada se aksijalna sila poveća zadržavajući isti moment savijanja plastična neutralna osa dobija određeno pomeranje, ali takođe i otklon ugla prema osi sa manjim momentom inercije poprečnog preseka (Slika 1).



Slika 1. Položaj neutralne ose

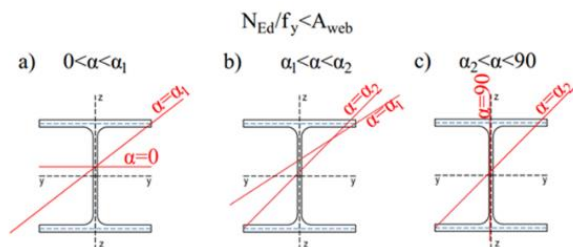
2.2. Metod

Da bi se odredilo granično stanje neophodno je zadržati jednu vrednost, aksijalnu silu ili količnik momenta savijanja M_y i M_z , fiksnom i povećavati drugo dok granično stanje ne bude dostignuto. Uzimajući ovo u obzir, postoje dve strategije za određivanje trenutnog stanja preseka. Prva je držanje fiksnom aksijalne sile (tačka 1 na slici 2), dok je druga održavanje odnosa aksijalne sile i vektora momenta savijanja (tačka 2 na slici 2).

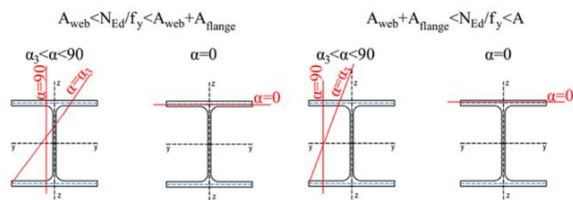


Slika 2. Definisane trenutnog stanja preseka

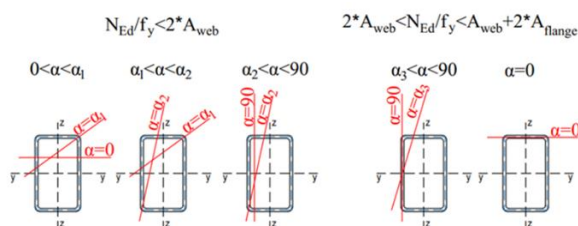
Pri računanju cele interakcijske krive za datu vrednost normalne sile potrebno je algoritamski pokriti sve situacije koje se javljaju za sve uglove nagiba plastične neutralne ose i paralelno sa tim optimizovati vreme proračuna. Prema tome, prvi korak u algoritmu je podela na slučajeve kada aksijalnu silu može da prenese samo rebro, kada samo rebro nije dovoljno za prenos aksijalne sile i kada zbir površine rebra i nožice nije dovoljan za prenos aksijalne sile kako je i prikazano za I profil na slikama 3 i 4 i za kutijasti profil na slici 5.



Slika 3. Položaj neutralne ose



Slika 4. Položaj neutralne ose



Slika 5. Položaj neutralne ose

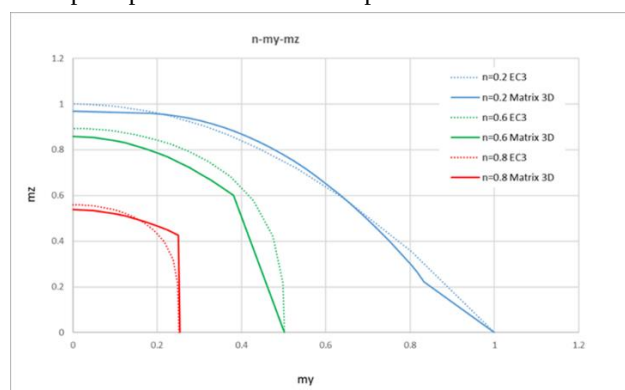
2.3. Rezultati

Interakcijske krive za presek IPE 300 čelika S355 prikazane su na slici 6. Variranjem različitog nivoa aksijalnog opterećenja izračunat je niz paralelnih odsečaka interakcijske površi.

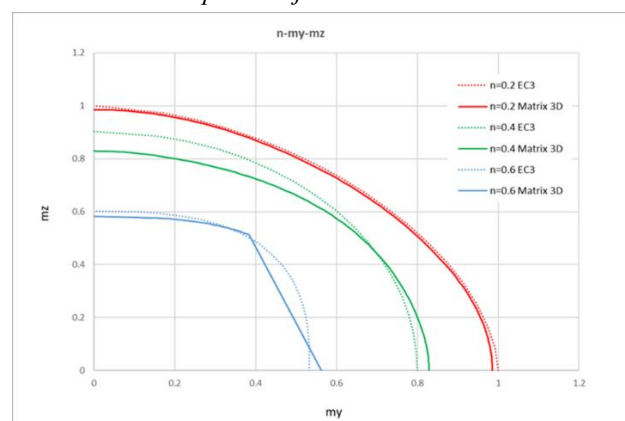
Na slici 6 su takođe prikazane interakcijske krive izračunate izrazom koji daje EN 1993 [1] za analizirani presek IPE300. Kao što se može videti na slici 3.8. Evrokodove interakcijske krive se prilično dobro sa malim devijacijama poklapaju sa interakcionim krivama izračunatim predstavljenim postupkom.

Vrednosti momentnih nosivosti oko jače ose se poklapaju sa vrednostima momentnih nosivosti izračunatim izrazom datim u Evrokodu, dok se razlike uočavaju u momentnim nosivostima oko slabije ose. Devijacije su posledica aproksimativnog predstavljanja preseka linijama i nedovoljno preciznih izraza datim Evrokodom 3.

Na slici 7 prikazane su interakcijske krive za šuplji profil pravougaonog preseka RHS 100x100x4 koje su dobijene istim postupkom kao i krive za I presek.

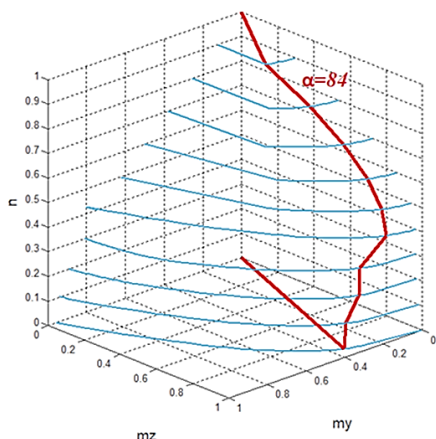


Slika 6. Interakcijske krive za koso savijanje sa aksijalnom za presek IPE300 za različite nivoe aksijalnog opterećenja $n = N_{Ed}/N_{Rd}$



Slika 7. Interakcijske krive za koso savijanje sa aksijalnom za presek RHS 100x100x4 za različite nivoe aksijalnog opterećenja $n = N_{Ed}/N_{Rd}$

Na slici 8 predstavljene su različite vrednosti normalizovanih momentnih nosivosti (m_z i m_y) za različite vrednosti normalizovanih aksijalnih sila (n) i za isti nagib plastične neutralne ose ($\alpha = 84^\circ$). Očigledno je da crvena kriva na slici 8 nije meridijan interakcijske površi. To znači da povećanjem aksijalnog opterećenja nagib plastične neutralne ose neće biti isti za isti smer apliciranog momenta savijanja.



Slika 8. Interakciona kriva za koso savijanje za presek IPE300 za ugao $\alpha=84$

3. SOFTVERSKA IMPLEMENTACIJA PRORAČUNA STABILNOSTI

Softver Matrix 3D ima ugrađen u sebi modul za proračun stabilnosti konstrukcija koji obuhvata proračun stabilnosti za odabrane kombinacije opterećenja tj određivanje svojstvenih vrednosti, prikaz deformisanih oblika po tonovima i proračun kritične sile i koeficijenta izvijanja za svaki element konstrukcije. Kao dodatak ovome softver prikazuje i elastične energije svih štapova (tj. delova štapova ako je štap izdijeljen na manje konačne elemente) sa ciljem jasnijeg sagledavanja izvijanja štapova.

3.1 Teorijske postavke proračuna stabilnosti

Kritična sila je najmanja aksijalna sila pritiska koja deluje na štap pri kojoj uporedo sa pravolinijskim ravnotežnim oblikom, postoji i drugi krivolinijski (izvijeni) ravnotežni oblik ose štapa. Pravolinijski ravnotežni oblik ose štapa je stabilan do kritične sile. Tada se štap izveden iz ravnotežnog položaja vraća u prvobitni ravnotežni položaj po prestanku dejstva uticaja kojim je izveden iz tog položaja. Kada je sila u elementu veća od kritične sile ili jednaka njoj, pravolinijski ravnotežni položaj postaje nestabilan, štap iznenada prelazi u izvijeni ravnotežni položaj koji je stabilan, tako da se može reći da je kritična sila, ona sila koja drži štap u izvijenom ravnotežnom položaju [4].

U analizi bifurkacione stabilnosti pretpostavlja se da je relativni odnos aksijalnih sila u štapovima sistema poznat I nezavisan od inteziteta zadatog opterećenja. Aksijalne sile, koje su neophodne za formiranje matrice K_G , mogu da se odrede po teoriji prvog reda za proizvoljno izabranu vrednost datog opterećenja. Ako se intezitet opterećenja linerano menja, proporcionalno parametru λ , tada se I intezitet aksijalnih u štapovima sistema menja proporcionalno parametru λ . Na taj način, pri opterećenju λQ , matrica inicijalnih napona je λK_G , tako dobijamo izraz:

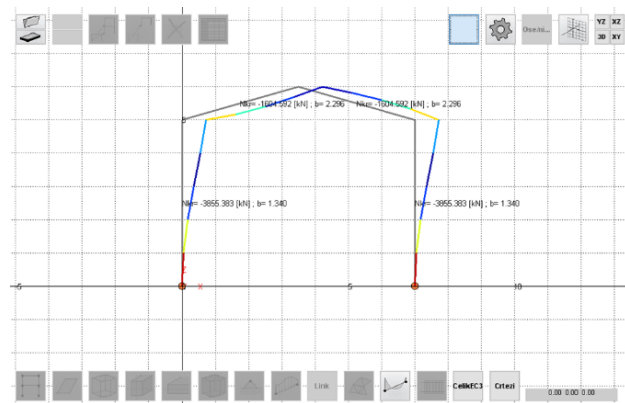
$$\det(K_0 + \lambda K_G) = 0 \quad (1)$$

gde je λ parametar linearne promene intenziteta opterećenja. Ovim izrazom je definisano da je stanje bifurkacione ravnoteže sistema u razvijenom obliku polim n-tog stepena po parametru λ , čiji koreni $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, predstavljaju karakteristične vrednosti kojima odgovaraju aksijalne sile $S_1, S_2, \dots, S_n$ u štapovima sistema pri kojima nastaju neutralna ravnotežna stanja.

Matrix 3D u okviru for petlje popunjava matricu sistema sa formiranom matricom K_G . Sa formiranom matricom sistema K_G i konvencionalnom matricom sistema K dalje je moguće izračunati svojstvene vrednosti. Svojstvene vrednosti se računaju preko već formirana funkcije u Matlabu "[V,D] = eigs(___)" koja vraća dijagonalnu matricu D koja sadrži svojstvene vrednosti (eigenvalues) na glavnoj dijagonali i matricu B čije su kolone odgovarajući svojstveni vektori (eigenvectors). Funkcija eigs daje mogućnost odabira broja proračunatih tonova.

3.2 Primer proračuna stabilnosti rama

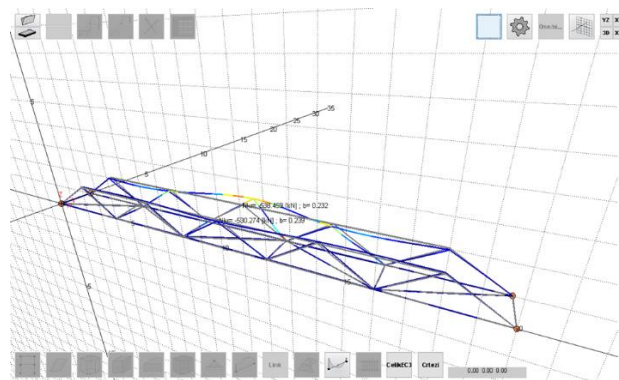
Proračun stabilnosti daje uvid u dužine izvijanja elemenata, odnosno koeficijent β i kritične ojerlove sile za svaki štap pri bilo kojoj odabranoj kombinaciji i tonu. Proračun stabilnosti je ključan u za dalje dimenzionisanje elemenata. Neophodno je prvo dobiti stvarne dužine izvijanja elemenata pa zatim izvršiti kontrole strabilnosti prema Evrokodu 3. Na slici 9 su pokazani rezultati proračuna stabilnosti dobijeni u softveru Matrix 3D. Gde je prikazano da je koeficijent dužine $\beta=1.34$ dok se proračunom prema izrazima datim u Evrokodu dobija da je $\beta=1.38$. Jasno je da je razlika u proračunu zanemarljiva.



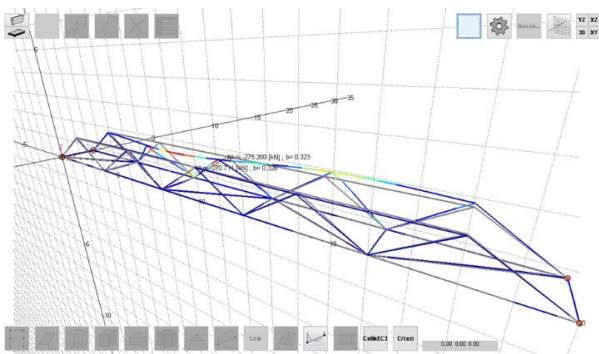
Slika 9. Prikaz prvog tona, $\lambda=121,74$

3.3 Primer proračuna stabilnosti rešetke

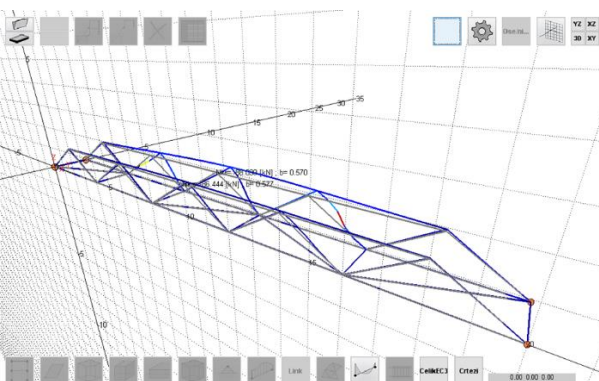
Na primeru rešetkastog mosta pokazan je značaj određivanja tačne dužine izvijanja elementa i uticaj krutosti štapova ispune na dužinu izvijanja van ravni rešetke i svojstveni oblik izvijanja elementa.



Slika 10. Prikaz prvog tona izvijanja rešetkastog mosta (štapovi ispune 80x80x4), $\lambda=8,86$



Slika 11. Prikaz prvog tona izvijanja rešetkastog mosta (štapovi ispune 50x50x3), $\lambda=4,52$



Slika 12. Prikaz prvog tona izvijanja rešetkastog mosta (štapovi ispune $\Phi 20$), $\lambda=1,44$

Jasno je da se smanjenjem krutosti štapova ispune (sa preseka 80x80x4 (Slika 9) na presek 50x50x3 (Slika 10)) povećava koeficijent dužine izvijanja pojasa van ravni rešetke i to u ovom primeru za 40 % što nije zanemarljiva razlika. Iz toga se zaključuje da nije moguće znati dužinu izvijanja apriori nego je neophodno uraditi tačnu analizu stabilnosti elementa da bi se utvrdila dužina izvijanja neopodna za dalje dimenzionisanje štapa.

Ilustracije radi na slici 11 prikazan je prvi ton izvijanja rešetkastog mosta sa štapovima ispune kružnog preseka prečnika 20 mm. Gde je jasno da je koeficijent dužine izvijanja β značajno veći nego u prethodna 2 slučaja. Za slučaj kada su štapovi ispune šipke prečnika 20 mm koeficijent dužine izvijanja $\beta=0,570$.

Poređenjem rezultata dobijenih variranjem štapova ispune (Slika 9, Slika 10 i Slika 11) uočava se pored razlike u koeficijentu dužine izvijanja i razlika u broju talasa prilikom izvijanja. Za slučaj štapova ispune preseka 80x80x4 primećuju se 3 talasa prilikom izvijanja gornjeg pojasa u prvom tonu van ravni rešetke, dok se za slučaj štapova ispune 50x50x3 primećuju 2 talasa prilikom izvijanja gornjeg pojasa. Tek za slučaj kada su štapovi ispune šipke prečnika 20 mm dobija se jedan talas prilikom izvijanja gornjeg pojasa. Iz ovoga je jasno da štapovi ispune u zavisnosti od toga da li imaju dovoljnu krutost predstavljaju oslonce gornjem pojasu.

4. ZAKLJUČAK

Nemoguće je u jednom softveru obuhvatiti sva pravila dimenzionisanja čeličnih konstrukcija, te su zato ovde uzeti u obzir samo najčešće korišćeni linijski elementi (grede, stubovi, itd) i za njih je na postojećoj platformi softvera Matrix 3D razvijen modul za dimenzionisanje koji će predstavljati dosledno transparentno primenjivanje Evrokoda (EN 1993-1-1). U ovom modulu su prvenstveno unapređeni aspekti koji nedostaju u najčešće korišćenim softverima kod nas, a to su:

1. Tačno određivanju klasa preseka
2. Proračun izvijanja elemenata i određivanje koeficijenta dužine izvijanja β primenom automatizovane bifurkacione analize linearne stabilnosti (problem sopstvenih vrednosti, Eigen analiza)

5. LITERATURA

- [1] EN 1993-1-1:2005: Eurocode 3. Design of Steel Structures: General rules and rules for buildings. CEN, 2005.
- [2] Baptista A. M.: Resistance of steel I-section under axial force and biaxial bending, Journal of Constructional Steel Research, 72, 2012, 1-11.
- [3] Baptista A. M.: Analytical evaluation of the elastic and plastic resistances of double symmetric rectangular hollow sections under axial force and biaxial bending, International Journal of Non-Linear Mechanics, 47, 2012, 1033-1044.
- [4] Sekulović Miodrag, „Teorija linijskih nosača”, Građevinska knjiga, Beograd, 2005

Kratka biografija:



Tanja Nožica rođena je u Novom Sadu 1996. god. Diplomirala je 2019.god na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije odbranila je 2021.god.
kontakt: nozica.tanja@uns.ac.rs

**АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА ДРЖАВНОГ ПУТА IA-3 РЕДА, ДЕОНИЦА:
ПЕТЉА СРЕМСКА МИТРОВИЦА – ПЕТЉА РУМА ОД КМ 43+563 ДО КМ 57+313****ANALYSIS OF THE EXISTING CONDITION OF THE STATE ROAD IA-3 ORDER,
SECTION: INTERCHANGE SREMSKA MITROVICA - INTERCHANGE RUMA FROM
KM 43+563 TO KM 57+313**

Јована Петровић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Теоретски треба објаснити шта су дефлексије и приказати уређаје и начин на који оне могу да се измере. Након детаљног објашњења и приказа теоретских основа, треба их применити на практичан пример, који је у овом случају државни пут IA-3 реда деоница: петља Сремска Митровица – петља Рума од км 43+563 до км 57+313, $L=13,750$ km.

Кључне речи: Дефлексија коловоза, Хомогени потез, Бенкелманова греда, Дефлектометар са падајућим теретом

Abstract – The theoretical explanation of what deflections are should be given, and the instruments and methods with which they can be measured should be shown. After a detailed explanation and presentation of the theoretical bases, they should be applied on a practical example, which in this case is the state road IA-3 order of sections: interchange Sremska Mitrovica - interchange Ruma from km 43 + 563 to km 57 + 313, $L=13,750$ km.

Keywords: Road deflection, Homogenous section, Benkelman beam, Falling weight deflectometer

1. УВОД

Дефлексија коловоза или угиб представља слегање саобраћајне површине под одређеним оптерећењем. Прихваћени поступци за мерење угиба постојећих коловозних конструкција заснивају се на статичком или динамичком оптерећењу мерног места.

Основни поступци мерења угиба површине коловозне конструкције се изводе помоћу:

- Бенкелманове греде (под статичким оптерећењем)
- Дефлектометра са падајућим теретом (FWD) (под динамичким оптерећењем)
- Дефлектографа (под покретним оптерећењем)

За посебне намене и под посебним условима, угиб површине коловозне конструкције је могуће одредити и употребом другог поступка, нпр. помоћу оптичког дефлектометра, мерне сонде (која се уграђује у коловозну конструкцију), вибратора (за мерење амплитуде осцилације), итд.

НАПОМЕНА:

Овај рад је произтекао из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија.

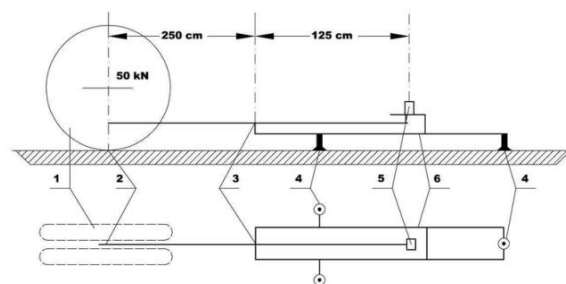
Различита оптерећења која су одређена за горе наведене основне поступке мерења имају за резултат различите вредности угиба, које нису међусобно директно упоредиве [1].

1.1. Греде за мерење дефлексија

Ова група уређаја подразумева приступе мерењу дефлексија коловоза под кретањем оптерећеног точка, углавном се везује за Бенкелманову греду и дефлектографе.

Бенкелманова греда је механички мерни уређај који преноси вертикалне покрете (угиб) површине коловозне конструкције на мерни сат. Састоји се од следећих компоненти који су приказани на слици 1:

- преносног или покретног држача са три ослонаца (висину ослонаца је могуће прилагођавати)
- вертикалног покретног крака сензора који је могуће блокирати
- мерног сата (пречника 100 mm), опсега мерења од 30 mm, са поделом скале од 0,01 mm
- вибратора који је могуће подесити у циљу уклањања трења крака сензора као и трења на месту мерног сата



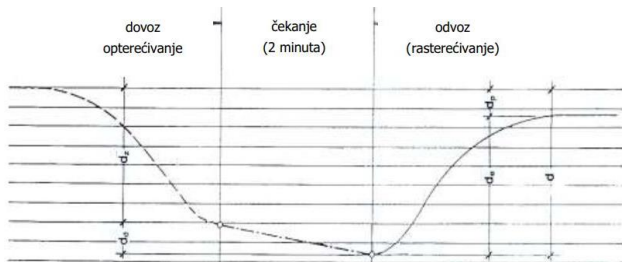
Слика 1. Бенкелманова греда [1]

Легенда:

- 1- положај точка
- 2- врх крака сензора
- 3- потпорна шарка
- 4- подесиви ослонац
- 5- мерни сат
- 6- држач

Бенкелманова греда омогућава мерење укупног, тј. еластичног и пластичног угиба површине коловозне конструкције (методом „при долазећем оптерећењу”), и само еластичног угиба (методом „при одлазећем оптерећењу”), за који се углавном сматра да одређује стварно стање коловозне конструкције.

Приликом мерења угиба, у складу са методом „при долазећем оптерећењу“, возило мора да се креће уназад брзином од 0,5 m/s и стаје тако да задња осовина буде тачно изнад игле Бенкелманове греде, чека се 2 минута да се обави додатно слегање и потом возило одлази брзином од око 0,5 m/s. Поступак мерења је шематски приказан на слици. 2 где је са d означен укупан угиб на одређеном мерном месту, dz је почетни угиб под оптерећењем, dd додатни угиб за време чекања под оптерећењем, de еластични угиб и dp је пластични угиб.



Слика 2. Поступак мерења Бенкелмановом гредом [1]

Максимални угиб се бележи при одласку тестног возила. Уређај је лак за коришћење, али спор и не тако прецизан као дефлектометар са падајућим теретом.

Дефлектографи су мобилне верзије Бенкелманове греде. Две греде се поставе иза задњег дела тешког камиона и специјални механизам поставља греде на подлогу и помера их напред након што се свако мерење заврши [2], слика 3.



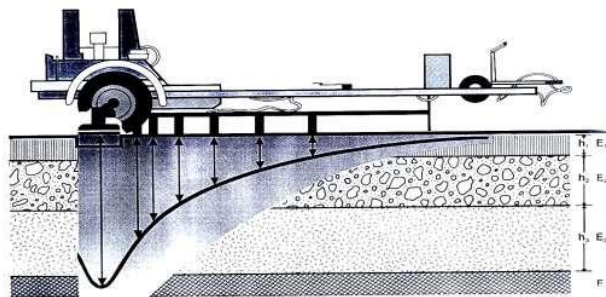
Слика 3. Бенкелманова греда [1]

1.2. Дефлектометар са падајућим теретом (FWD)

Дефлектометар са падајућим теретом је уређај са динамичким деловањем који наносе оптерећења са фреквенцијом и интензитетом који су веома слични оптерећењу тешког саобраћаја. Начин мерења угиба површине коловозне конструкције заснива се на динамичком оптерећењу кружне плоче падајућим тегом. Дефлектометар се састоји од тега (масе 150 kg за путеве и 400+250 kg за аеродромске писте) који вертикално пада са висине од 0,04 до 0,4 m на плочу (пречника 300–450 mm) спрегнуту са опругом. Максимална сила варира од 15 до 150 kN и мења се уз помоћ:

- промене масе тега
- промене константе опруге
- промене висине пада

Трајање и сила оптерећења треба да буду исти као у случају оптерећења помоћу точкова возила. Мерење угиба помоћу дефлектометра треба углавном изводити у средини кружне плоче, као и на шест места у опсегу носећег оквира мерне справе. Сензори или геофони се користе да мере дефлексије у неколико тачака од највећег угиба, слика 4.



Слика 4. Принципијски цртеж рада дефлектометра са падајућим теретом [2]

Целокупан поступак мерења угиба површине коловозне конструкције помоћу дефлектометра са падајућим тегом треба да буде контролисан електронским путем, преко рачунара. Сви подаци добијени мерењем, чија тачност се проверава у складу са посебним програмом морају да буду сачувани у рачунару. На основу резултата добијених мерењем угиба површине коловозне конструкције помоћу дефлектометра са падајућим тегом, могуће је одредити следеће:

- меродаван угиб
- динамичке модуле еластичности материјала слојева коловозне конструкције
- преостали век трајања коловозне конструкције
- евентуално потребно ојачање коловозне конструкције

Ови уређаји имају различите системе наношења оптерећења који могу бити вибрације или статички удари. Можемо их поделити у три подгрупе:

- традиционални дефлектометар са падајућим теретом (FWD),
- дефлектометар са лаким теретом
- дефлектометар са тешким теретом (HWD)

Оперативно ова метода има неколико предности у односу на греде за мерење дефлексија као што су:

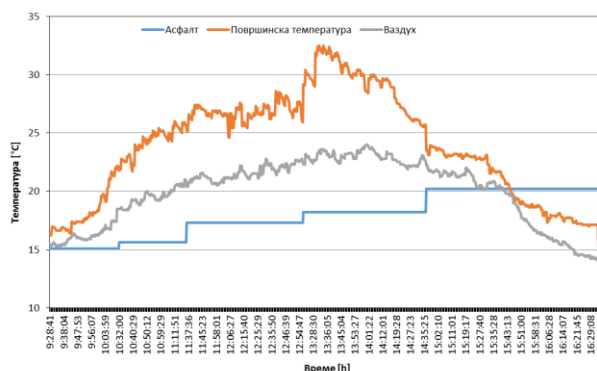
- већа прецизност
- већа брзина мерења.

Недостатак ове технике је потреба обучених радника за калибрацију ових инструмената и анализу излазних података [2].

2. ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА И ХОМОГЕНИХ ПОТЕЗА

Дефлексије коловоза мерене су дефлектометром са падајућим теретом FWD DYNATEST (FWD 8002-219) Приликом мерења коришћена је динамичка сила од 100 kN која се преноси на коловоз преко кружне плоче пречника Ø300 mm. Угиби су мерени геофонима постављеним у центру кружне плоче и на одстојањима од 300, 600, 900, 1200, 1500 и 1800 mm од центра кружне плоче. Дефлексије површине коловоза мерене су у возној и претицајној траци десног полупрофила. Растојање између суседних мерења износило је 50 m.

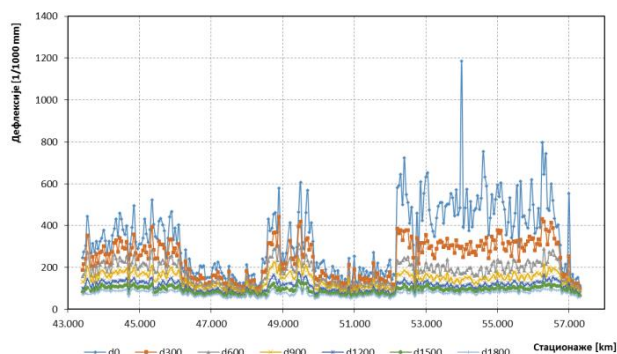
Мерење дефлексија на возној траци је вршено 05.04.2019. године у периоду од 09:28 до 16:34. Температура ваздуха у време мерења износила је $t_v=14-24$ °C. Температура асфалта у време мерења износила је $t_a=15,1-20,2$ °C (на дубини од око 10 cm мерено од површине коловоза), слика 5.



Слика 5. Забележене температуре возне траке током времена приликом мерења носивости у асфалтним слојевима

2.1. Резултати мерења дефлексија коловоза на возној траци левог полупрофила

Резултати забележени током мерења дефлексија коловоза на возној траци на свим сензорима, односно геофонима, приказани су на слици 6 и табели 1.



Слика 6. Забележене вредности дефлексија на свим геофонима у возној траци

Табела 1. Хомогени потези издвојени на основу анализе дефлексија – возна трака левог полупрофила

Стационажа од [km]	Стационажа до [km]	Дужина [m]	$d_{0,85}$	$d_0-d_{300,85}$	BDI_{85}	$d_{0,avg}$	$d_0-d_{300,avg}$	BDI_{avg}
43+408	44+200	792	316	68	58	292	64	52
44+200	46+150	1950	404	120	91	346	85	67
46+150	47+400	1250	199	53	31	173	38	23
47+400	48+400	1000	154	29	21	129	22	12
48+400	49+850	1450	431	115	82	338	79	61
49+850	52+150	2300	210	52	30	167	37	21
52+150	53+100	950	595	280	141	472	185	108
53+100	53+950	850	494	220	125	445	172	107
53+950	56+750	2800	575	258	139	479	187	108
56+750	57+313	563	198	42	25	188	52	20

На сликама 7 и 8 приказани су дијаграми са резултатима мерених дефлексија коловоза d_0 и дијаграм кумулативних разлика.

На слици 9 дата је структура коловозне конструкције на основу дефинисаних хомогених потеза.

Приметно је да има четири различита типа коловозне конструкције које се налазе на дефинисаној деоници.



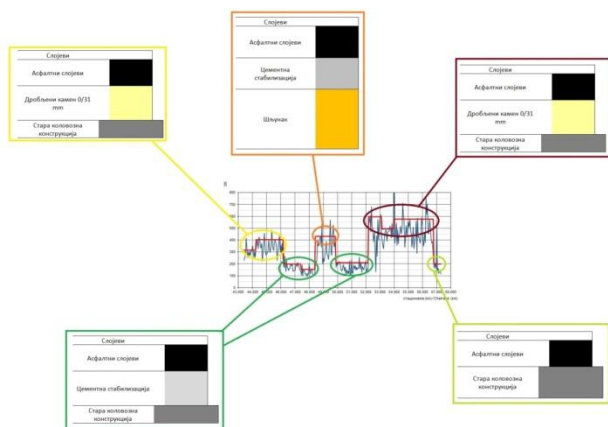
Слика 7. Дијаграм дефлексија d_0 /возна трака левог полупрофила



Слика 8. Дијаграм кумулативних разлика дефлексија d_0 /возна трака левог полупрофила

2.1. Хомогени потези за возну траку

Издвојени су следећи хомогени потези за које су приказани параметри: (1) дефлексије d_0 , (2) Surface Curvature Index (d_0-d_{300}) и (3) BDI , 85%-не вредности као и средње вредности.



Слика 9. Шематски приказ структуре коловозне конструкције по хомогеним потезима

3. ЗАКЉУЧАК

Током експлоатације, коловозна конструкција под дејством саобраћајног оптерећења и амбијенталних утицаја током времена губи своје почетне карактеристике и функционалност. У почетном периоду, постепено долази до појаве иницијалних оштећења, као што су танке прелине, мање деформације или деградације површине услед одвајања или хабања зрна агрегата. За оштећења је карактеристично да им је развој прогресиван и у погледу ширења захваћене површине коловоза и у погледу интензитета саме појаве [3].

Да би коловозна конструкција имала што дужи век трајања потребно је на време извршити анализу постојећег стања пута, а један од начина да се прикупи велики број неопходних података за доношење закључка је мерење дефлексија, као што је приказано у раду.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Приручник за пројектовање путева у Републици Србији, Београд, 2012.
- [2] Радовић Н., Шешлија М.: Управљање путном мрежом, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2017
- [3] Узелац Ђ.: Коловозне конструкције, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2015

Кратка биографија:



Јована Петровић рођена је у Сремској Митровици 1996. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми одбранила је 2021. године.

контакт: milicic.jovana24@gmail.com

**ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈЕ АБ ЗГРАДЕ ПРЕМА ЕВРОПСКИМ СТАНДАРДИМА И
УПОРЕДНА АНАЛИЗА ОКВИРА ЗА КЛАСЕ ДУКТИЛНОСТИ DCM И DCH****RC BUILDING STRUCTURAL DESIGN ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS
AND COMPARATIVE ANALYSIS OF FRAMES FOR DUCTILITY CLASSES DCM AND
DCH**

Ђорђе Брборић, Факултет Техничких Наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду разрађен је пројекат конструкције АБ зграде по европским стандардима. Урађен је статички прорачун, димензионисање и детаљи армирања. У истраживачком делу рада анализирани су разлике у утицајима, начину армирања и обликовању детаља оквира за класе дуктилности DCM и DCH.

Кључне речи: Армираноберонска конструкција, Статички прорачун, Европски стандарди.

Abstract – In this paper, the structural design of RC building according to European standards is presented. Static calculation, design and reinforcement details were done. In the research part of the paper, the differences in the influences, the way of reinforcement and the design of the frame details for the ductility classes DCM and DCH are analyzed.

Keywords: Reinforced concrete structure, Static calculation, European standards.

1. УВОД

Пројектним задатком је предвиђена израда пројекта конструкције стамбено-пословног објекта, у Новом Саду, спратности П+6. Објекат је АБ скелетног конструктивног система, правоугаоне основе. Рад садржи: текстуалну документацију, нумеричку документацију и графичку документацију.

2. ОПИС ПРОЈЕКТА**2.1. Архитектонско решење**

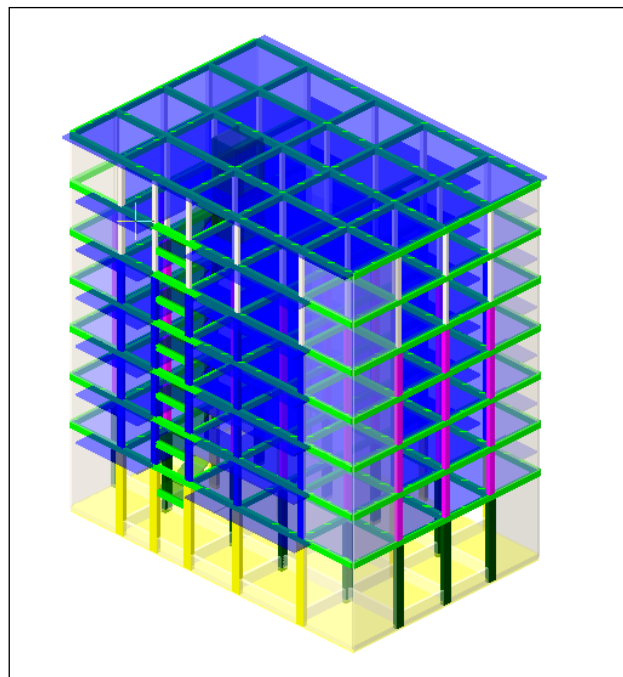
Према својој намени објекат је стамбено-пословни. Приземље је намјењено за пословни простор, док су остале етаже намјењене за стамбени простор. Спратна (светла) висина приземља је 395cm, а осталих етажа 262cm. Вертикална комуникација је обезбеђена лифтом и двокраким степеништем.

Сви зидови зидани су "Ytong" блоком, малтерисани продужним цементним малтером, глетовани и бојени завршном бојом. У санитарним чворовима зидови су обложени керамичким плочицама. Фасада је обложена каменом вуном d=10cm и завршно обрађена акрилном бојом. Облоге подова, у зависности од намене просторије, су паркет или керамичке плочице.

Предвиђен је раван проходан кров.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Ђорђе Лађиновић.



Слика 1. 3Д модел конструкције

2.2. Конструктивни систем

Конструктивни систем објекта је скелет укрућен АБ сеизмичким зидовима. Растери стубова у подужном правцу су од 3,55m до 5,00m, а у попречном правцу од 3,35m до 3,55m. Димензије стубова од темељне плоче до плоче првог спрата су 25/50cm, од плоче првог спрата до плоче петог спрата су 25/40cm и од плоче петог спрата до кровне плоче су 25/25cm.

Сеизмички зидови су распоређени по ободним угловима објекта, симетрично у односу на тежиште објекта, како би се обезбедило поклапање центра масе и центра крутости. Дебљина свих ободних сеизмичких зидова је 20cm.

Међуспратну конструкцију чини систем крстасто-армираних плоча у оба правца ослоњених на роштиљ од АБ греда. Дебљина свих таваница је 15cm. Димензије греда су 25/35cm.

Степениште је пројектовано као двокрако, дебљине степенишне плоче 15cm. Степениште и подесне плоче су ослоњене на подесне греде и греде рамова.

Темељну конструкцију објекта чини АБ плоча дебљине 40cm, ојачана гредама димензија 25/88cm. Кота фундаирања темељне плоче је на -1,00m.

Класа бетона свих носећих елемената конструкције је C30/37, квалитет арматуре B500C.

2.3. Анализа оптерећења

Стално оптерећење чине тежина конструкције (стубови, греде, зидна платна, таванице и степеништа) и тежина неносећих елемената (зидови, испуне, подови, кровне облоге...). Сопствена тежина носивих елемената се прорачунава софтвером, а тежина неносивих елемената на основу запреминске тежине и запремине елемента, дефинисаних у Еврокод 1 EN 1991-1-1:2002 [1].

Корисно оптерећење се усваја у складу са стандардом Еврокод 1 EN 1991-1-1:2002, на основу категорије употребе просторија у стамбеним зградама. Корисно оптерећење на таванице, аплицирано је у шаховском распореду и при том су анализирани најнеповољније комбинације његовог дејства.

Оптерећење снегом треба да се рачуна према европском стандарду EN 1991-1-3:2003 за равне кровове, односно кровове нагиба између 0° и 30° и да се на конструкцију аплицира у виду једнакоподељеног површинског оптерећења.

Оптерећење ветром је срачунато према европском стандарду EN 1991-1-4:2005, и задато на конструкцију као површинско оптерећење, а затим је конвертовано у линијско оптерећење.

Сеизмичко оптерећење се израчунава помоћу софтвера, Tower 6.0, који нуди опцију сеизмичког прорачуна према Еврокод стандарду EN 1998-1:2004 мултимодалном спектралном анализом.

2.4. Статички и динамички прорачун

Конструкција је моделирана просторно у програмском пакету TOWER 6.0 [6]. Веза објекта и подлоге је моделирана помоћу еластичних опруга по Винклеровом моделу.

Анализа дејства хоризонталних оптерећења, као и модална анализа, претпоставља недеформабилност таваничне конструкције у својој равни. Статички и динамички прорачун спроведени су на моделу код кога су комбиновани линијски и површински елементи, а величина коначног елемента у моделу је димензија 50 x 50 cm. Класа бетона свих носећих елемената је C30/37, а квалитет арматуре је B500C.

Табела 1. Периоди осциловања конструкције

No	T [s]	f [Hz]
1	1.2630	0.7197
2	1.1186	0.8939
3	0.6675	1.4982
4	0.1885	5.3064
5	0.1698	5.8887
6	0.1056	9.4722
7	0.0896	11.1646
8	0.0775	12.8981
9	0.0612	16.3369
10	0.0512	19.5370

Након спроведене модалне анализе зграде, приступа се дефинисању параметара за прорачун сеизмичких сила. Програмски пакет нуди опцију сеизмичког прорачуна према европским стандардима, преко мултимодалне спектралне анализе која се сврстава у

групу линеарно-еластичних анализа. Сеизмичка анализа се спроводи у складу са правилима и препорукама европског стандарда EN 1998-1:2004 који садржи правила, сеизмичка дејства и правила за зграде [2,3,4].

Табела 2. Параметри за сеизмички прорачун

Категорија тла:	C
Категорија значаја:	II ($\gamma=1.0$)
Однос ag/g :	0.20
Фактор понашања:	3.9
Коефицијент пригушења:	0.05
S:	1.15
Tb:	0.2
Tc:	0.6
Td:	2

2.5. Контрола напона и померања

Према стандарду EN 1998-1:2004, неопходно је контролисати нормализоване аксијалне силе у примарним сеизмичким елементима, односно стубовима, зидним платнима и гредама. Нормализована аксијална сила се добија из сеизмичке прорачунске комбинације према граничном стању носивости што значи да се користе коефицијенти сигурности за оптерећења и материјале.

Контролом напона у тлу проверава се да ли је усвојено адекватно темељење објекта. На основу добијених резултата потребно је обезбиједити носивост од 250 kPa. Контрола је урађена за анвелопу утицаја експлоатационих несеизмичких оптерећења (СЛС-карактеристичне комбинације) и анвелопу граничних сеизмичких комбинација (УЛС-сеизмичке ситуације). Иако Еврокодом није експлицитно дефинисано, традиционално се допушта да ивична напрезања која су последица сеизмичке ситуације прекораче допуштене напоне за 20%, као што је у овом примеру случај [5].

Хоризонтална спратна помјерања спадају у домен контроле граничног стања употребљивости и стандард EN 1998-1 прописује допуштене вриједности за међуспратна хоризонтална помјерања.

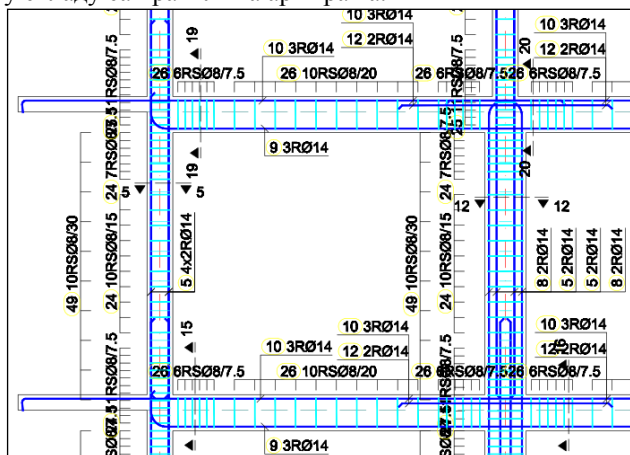
Све прорачунске контроле су одрађене и из њих се може закључити да су сви напони и померања у оквиру допуштених.

2.6. Димензионисање

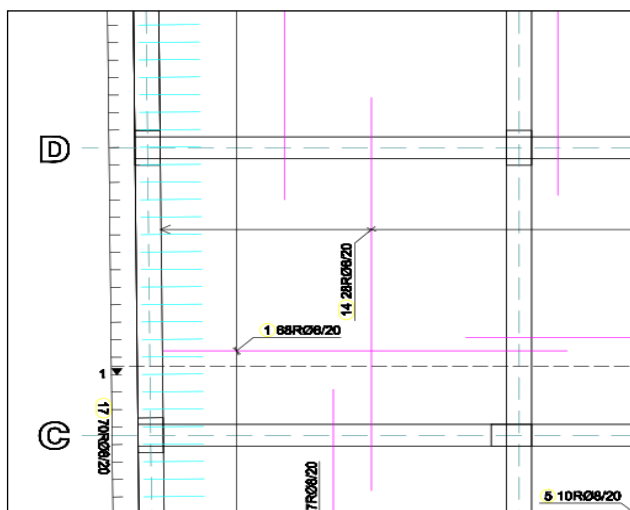
АБ елементи зграде се димензионишу према граничном стању носивости, према максималним статичким утицајима добијеним софтверским прорачуном коришћеним за овај пројекат. Према европским стандардима, носивост на савијање и смицање се израчунавају према стандарду EN 1992-1-1:2004. Са тако добијеним резултатом димензионисања, за све примарне сеизмичке елементе се спроводи обликовање детаља за локалну дуктилност дефинисана стандардом EN 1998-1:2004.

Од плоча димензионисане су темељна плоча, плоча типског спрата и кровна плоча, док су за рамове изабрани по један рам за оба правца, рам H-3 и V-4. Осим плоча и рамова, димензионисано је зидно

На основу потребе за арматуром добијеном димензионисањем, усвојена је арматура и направљени су планови армирања свих горе наведених елемената у складу са правилима армирања.



Слика 3. Детаљ армирања рама Н-3



Слика 4. Детаљ армирања доње зоне плоче

Након спроведеног димензионирања за карактеристичне елементе, приступило се доказу прорачунске носивости за гранично стање носивости и обликовању детаља. Сви прорачуни и контроле засновани су на EN 1998-1:2004. Анализирани су стубови, греде, унутрашњи и спољашњи чвор греде и стуба и дуктилни зид. На основу спроведених контрола за примарне сеизмичке елементе (греде, стубови, дуктилни зидови), закључено је да су сви услови испуњени.

3. УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРОЈЕКТОВАЊА ОКВИРА ЗА КЛАСЕ ДУКТИЛНОСТИ "DCM" И "DCH"

EC8 definiše tri nivoa projektnog opterećenja, odnosno tri klase duktilnosti: klasa visoke, srednje i niske duktilnosti (DCL, DCM и DCH) [3]. При редукцији еластичног одговора до нивоа прихватаљивог, пројектног оптерећења такође постоји граница. Ниже силе подразумевају већи удио нелине-

арних деформација које конструкција треба да издржи без значајнијег пада носивости. Поред тога рано отварање пластичних зглобова, при малим хоризонталним силама, снижава општу стабилност конструкције за дејства гравитационих оптерећења и ветра. Због тога се, за различите врсте конструкцијских система ограничава најнижа вредност пројектног оптерећења, односно највиша прихватљива дуктилност конструкције. За конструкцијске елементе приликом пројектовања за класе дуктилности DCM и DCH не дозвољава се употреба бетона класе ниже од C16/20 у примарним сеизмичким елементима. У примарним сеизмичким елементима за класу дуктилности DCM може се користити челик за армирање класе Б и Ц, док за класу дуктилности DCH користи се челик за армирање класе Ц према ЕН 1992-1-1:2004

Прорачун греда:

У примарним сеизмичким гредама, прорачунске трансверзалне силе се одређују према правилима програмираног понашања са аспекта капацитета, на основу равнотеже греде услед:

- Попречног оптерећења које дјелује на њу у сеизмичкој прорачунској ситуацији
- Момената на крајевима греде $M_{i,d}$ ($i=1,2$ означава крајње пресеке греде) који одговарају формирању пластичних зглобова за позитивне и негативне правце сеизмичких оптерећења.

Требало би да се обезбеди формирање пластичних зглоboва на крајевима греда или у вертикалним елементима (ако се прво тамо формирају) који су спојени са крајевима греда.

Прорачун стубова:

Вредности трансверзалних сила у примарним сеизмичким стубовима морају бити одређене према правилима програмираног понашања са аспекта капацитета, на основу услова равнотеже стуба под моментима на крајевима $M_{i,d}$ (са $i=1,2$ су означени пресеци стуба), сагласно формирању пластичних зглобова за позитивне и негативне правце сеизмичког оптерећења.

Прорачун дуктилних зидова:

Носивост на савијање и смицање се израчунава у складу са ЕН 1992-1-1:2004, користећи вредност аксијалне силе из анализе у сеизмичкој прорачунској ситуацији. У примарним сеизмичким зидовима вредност нормализоване аксијалне силе v_d за класу дуктилности DCM не смеје бити већа од 0,4, док код класе DCN она мора бити мања од 0,35.

Вриједност фактора понашања за оцјену капацитета дисипације енергије, мора се одредити за сваки прорачунски правац.

Табела 3. Основне вредности фактора понашања

Тип конструкције	DCM	DCH
Оквирни систем, двојни систем, систем повезаних зидова	$3,0 \cdot \alpha_w / \alpha_1$	$4,5 \cdot \alpha_w / \alpha_1$
Систем незезаних зидова	3,0	$4,0 \cdot \alpha_w / \alpha_1$
Торзионо флексибилни систем	2,0	3,0
Систем обрнутог клатна	1,5	2,0

Дефинисањем различитих класа дуктилности се постављају различити односи носивости и

дуктилности који могу бити кориштени при пројектовању објеката. Пројектанту се даје могућност избора да ли ће зграда примити утицаје већом носивошћу и мањом дуктилношћу или обрнуто.

Табела 4. Основни захтеви за обликовање детаља за локалну дуктилност код DCM односно DCH методе

		DCM	DCH
Greda	Maksimalni razmak uzengija s_{min}	$s = \min(h_w/4; 24d_{ov}; 225; 8d_{bl})$	$s = \min(h_w/4; 24d_{ov}; 175; 6d_{bl})$
Stub	Maksimalna normalizovna sila v_d	0.65	0.55
	Kritična visina	$l_{cr} = \max(h_c; l_{cl}/6; 0.45)$	$l_{cr} = \max(1.5h_c; l_{cl}/6; 0.6)$
	Razmak uzengija	$s = \min(b_c/2; 175; 8d_{bl})$	$s = \min(b_c/3; 125; 6d_{bl})$
	$\phi_{u,min}$	6mm	$d_{ov} \geq 0.4 \cdot d_{bl} \cdot \sqrt{f_{yd}/f_{ydw}}$
Zid	$\min^{u,d}_{vd}$	0.08	0.12
	Maksimalna normalizovna sila v_d	0.4	0.35
	Uvećanje V: $\epsilon = V_{Ed}/V_{Ftd}$	1.5	$\epsilon = q \cdot \sqrt{\frac{Y_{Ed} M_{Ed}}{q M_{Ed}}} + 0.1 \sqrt{\frac{S_d(T_d)}{S_d(T_d)}} \leq q$

На примјеру рама Н-3 из предметног пројекта, извршена је упоредна анализа вриједности утицаја у раму и дуктилним зидовима, анализираног по једној и другој методи, а затим и одређени захтеви за локалну дуктилност греда, стубова и дуктилних зидова.

Табела 5. Нумерички резултати упоредне анализе

		DCM	DCH
GREDA	max M(kNm)	113.15	87.8
	max T(kN)	109.61	90.68
	max N(kN)	50.02	34.99
	kritična dužina-lcr (cm)	35	52.5
	razmak uzengija-s(cm)	8.75	8.4
	duktilnost krivine- $\mu\phi$	6.8	10.7
STUB	max M(kNm)	92.76	79.6
	max T(kN)	40.45	31.03
	max N(kN)	1903.18	1893.92
	kritična visina-lcr (cm)	65	75
	razmak uzengija-s(cm)	10	6.7
	duktilnost krivine- $\mu\phi$	6.8	10.7
	maksimalna normalizovana sila- v_d	0.65	0.55
	mehanički zapreminski koeficijent armiranja- ω_{wd}	0.08	0.12
ZID	max Mx(kNm/m)	10.96	5.41
	max My(kNm/m)	32.46	17.56
	max Ny(kN/m)	1988.47	1288.7
	kritična visina-hcr (cm)	325	325
	duktilnost krivine- $\mu\phi$	6.8	10.7
	maksimalna normalizovana sila- v_d	0.4	0.35

4. ЗАКЉУЧАК

Гледано са аспекта поређења укупног сеизмичког дејства, домаћи и европски прописи, односно еквивалентна статичка метода (ЕСМ) и мултимодална спектрална анализа (ММСА) се не могу реално упоредити. Разлог за то је што ЕСМ представља приближну методу која користи само први облик својствених осцилација, док се у ММСА користи више тонова осциловања. ЕСМ недостатак коришћења виших тонова осциловања покушава надокнадити концентрацијом 15% укупне силе у нивоу последње таванице. С обзиром и на ту чињеницу, укупно сеизмичко дејство је значајно веће према европским стандардима, чему доприноси и то што је зграда пројектована за средњу класу дуктилности – DCM. При одређивању фактора понашања q потребно се одлучити за неку од класа дуктилности конструкције. У умереним или високим сеизмичким зонама бира се између DCM и DCH. Веће вредности фактора понашања које се додељују већој класи дуктилности, подразумевају да су прорачунске вредности утицаја из сеизмичке прорачунске ситуације мање него за средњу класу дуктилности, што је приказано табеларно у раду за греде, стубове и дуктилне зидове. Избором високе класе дуктилности (DCH) добијају се мањи утицаји, али од конструкције се очекује дужи пластични рад, тако да је строжија по питању обликовања детаља (узеније, дужина критичне области итд.) од DCM.

5. ЛИТЕРАТУРА

1. Еврокод 1: Дејства на конструкције
2. Еврокод 2: Прорачун бетонских конструкција
3. Еврокод 8: Прорачун сеизмички отпорних конструкција
4. Вања Алendar: Пројектовање сеизмички отпорних армиранобетонских конструкција кроз примере
5. Еврокод 0: Основе прорачуна конструкција
6. <http://www.radimpex.rs> – упуство за Tower 6 (српски језик)

Кратка биографија:



Ђорђе Брборић рођен је у Требињу 1993. год. Октобра 2012. год. уписује одсек за Грађевинарство на Факултету техничких наука у Новом Саду. Октобра 2016. год. стиче звање дипломираног инжењера грађевинарства. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Сеизмичка анализа конструкција одбранио је 2021. године.

ELONGACIJA KABLOVA U NAKNADNO PREDNAPREGNUTIM PLOČAMA**TENDON ELONGATION IN POST TENSIONED SLABS**Vladimir Muzalevski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja rada obuhvata primenu „Mono-Strand“ i „Multi-Strand“ sistema u naknadno prednapregnutim pločama zgrada, uporednu analizu stvarnih i teorijskih vrednosti elongacija kablova, i opravdanost redukcije elongacije kablova sa pasivnom kotvom. Statističkom obradom podataka izvedeni su empirijski izrazi za izračunavanje elongacija kablova (sa glatkim cevima) u funkciji promene dužine (5-55 m). Usvojena je prosečna elongacija po metru dužinom kabla i formiran je grafik elongacija u funkciji promene dužine kabla sa donjom, gornjom i aritmetičkom vrednošću elongacije u skladu sa tolerancijom od $\pm 7\%$. Izvršena je uporedna analiza kriterijuma tolerancija elongacija prema ACI, BS EN i PTI standardima.

Ključne reči: Naknadno prednapregnute ploče, „Mono-Strand“ sistem, „Multi-Strand“ sistem, Elongacija.

Abstract – The subject of the paper includes the application of Mono-Strand and Multi-Strand systems in post tensioned building slabs, comparative analysis of actual and theoretical values of cable elongation, and justification of single live end cable elongation reduction. By processing the statistically obtained data, empirical expressions for the calculation of cable (with smooth ducts) elongations were derived, as the function of length change (5-55 m). An average elongation per meter of cable length was adopted, and an elongation graph was established as a function of cable length change with the infimum, supremum and characteristic elongation values by considering the tolerance of $\pm 7\%$. A comparative analysis of the elongation tolerance criteria was performed according to ACI, BS EN, and PTI standards.

Keywords: Post tensioned slabs, „Mono-Strand“ system, „Multi-Strand“ system, Elongation.

1. UVOD

Prednapregnuti beton rešava jedan od najvećih problema u betonskim konstrukcijama, a to je njihova težina. Tako su naknadno prednapregnute ploče izložene silama pritiska na način da eliminišu ili redukuju napone zatezanja izazvane stalnim i promenljivim opterećenjima. Napon pritiska usled prednaprezanja u betonu je posledica velikog napona zatezanja u kablovima.

Ova dva napona su direktno zavisna jedan od drugog. Isto tako, sila prednaprezanja i elongacije (izduženja) su u

direktnoj vezi, pa je opravdano prenos sile sa hidraulične prese na anker dokazivati pomoću elongacija, jednoj od najosetljivijih tačaka u tehnologiji naknadno prednapregnutih ploča. Njihove vrednosti se moraju nalaziti u dozvoljenim granicama, kako bi ostale aktivnosti mogle da otpočnu. Stoga, svaki inženjer teži da postigne stvarne elongacije sa što manjim odstupanjem. Međutim, to nije uvek lako postići, zbog čega se često postavlja pitanje: „usled čega nastaju odstupanja u elongacijama?“

Pretpostavljajući da se rad kabla prilikom utezanja nalazi u oblasti Hukovog zakona, prema linearnoj teoriji elongacija kablova se može odrediti kao:

$$\delta = \frac{P \cdot L}{A_p \cdot E_s} \quad (1)$$

gde je P srednja vrednost sile prednaprezanja u kablu, L unutrašnja dužina kabla, A_p površina poprečnog preseka kabla i E_s modul elastičnosti užadi koja čine kabl. Izraz (1) je praktičan za kontrolisanje sile prednaprezanja tokom utezanja i obrnuto, ali u stvarnosti tačnost je narušena drugim faktorima opisanim u radu. Neki od njih su gubici usled uvlačenja klina, trenja i ugaonog skretanja, zbog oštećenja cevi tokom instalacije, različitosti projektovanih i stvarnih fizičkih karakteristika materijala, nekalibrisane opreme za utezanje, nepreciznosti merenja, horizontalnih i vertikalnih devijacija trase kabla i drugih. Zbog toga, standardi za projektovanje (ovde su razmatrani [1-4]) načelno dopuštaju određenu toleranciju između stvarnih i proračunskih (teorijskih) vrednosti elongacija.

U težnji za detaljnijim saznanjem ponašanja elongacija kablova u funkciji promene njihove dužine, izvršena je uporedna analiza njihovih stvarnih i teorijskih vrednosti, kako za „Mono-Strand“, tako i za „Multi-Strand“ sistem. Na osnovu podataka iz projekta „Commercial Boulevard District (BP18A)“, Lusail, Katar, ispitano je 3767 kablova prečnika užadi 12,7 mm i 139 kablova prečnika 15,2 mm. Takođe, donet je zaključak o opravdanosti redukcije elongacija kablova usled skraćanja zaštitnih cevi na mestu formiranja pasivne kotve.

Kako podaci imaju tendenciju skupljanja oko određene centralne vrednosti, normalna (Gausova) raspodela je bila logičan izbor za statističku obradu. Na osnovu rezultata, izvedeni su izrazi i napravljen je grafik, koji treba da budu podesni za proveru elongacija prilikom utezanja.

Isto tako, rezultati govore da su PTI standardi [3] (kablovi kraći od 7,62 m (± 6 mm), kablovi duži od 7,62 m ($\pm 7\%$)) najoptimalniji po pitanju kriterijuma dopuštene tolerancije elongacija, za raliu od ACI 318-14 ($\pm 7\%$) [1] i BS EN 13670 [4] ($\pm 7\%$).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Vladimir Vukobratović.

2. TEHNIČKI OPIS PROJEKTA

Baza podataka stvarnih vrednosti elongacija potiče iz projekta „COMMERCIAL BOULEVARD DISTRICT (BP18A)“. Klijent projekta je Lusail Real Estate Company, glavni izvođač Redco Construction Almana, a podizvođač Freyssinet Menard Qatar. Projekat se nalazi u državi Katar, u mestu Lusail. Sastoji se od 18 različitih zgrada u funkcionalnom i arhitektonskom smislu, sa stambenim, poslovnim, komercijalnim, izložbenim i zabavnim prostorima. Broj podzemnih i nadzemnih etaža se kreće od -3 do 14, a površina ploča za naknadno prednaprežanje od 1086 do 7516 m².

Veoma čvrsto tlo i stenski materijal opredelili su izgradnju objekata u skeletnom konstruktivnom sistemu sa zidovima i ramovima za ukrućenje. Prenos momenata savijanja, transverzalnih i aksijalnih sila između elemenata obezbeđen je monolitnom vezom. Ploče su oslonjene linijski na grede i/ili zidove i tačkasto preko kapitela. Rasponi oslonaca se kreću od 9 do 13,5 m, a debljine ploča od 20 do 80 cm.

3. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE NAKNADNO PREDNAPREGNUTIH PLOČA

Za projektovanje su korišćeni sledeći standardi:

- „ACI“ (ACI 318-14) [1],
- „BSEN 1992“ (EN 1992-1-1) [2]
- „PTI“ (Post Tensioning Institute) [3]

Proračunska analiza je sprovedena u softverima zasnovanim na metodi konačnih elemenata:

- RAM Concept
- ADAPT Builder
- RAPT PT

Geometrijske i mehaničke karakteristike čelika za prednaprežanje usvojene prema ASTM A416-88b, sa niskom relaksacijom čelika i užadima sastavljenih od 7 glatkih žica.

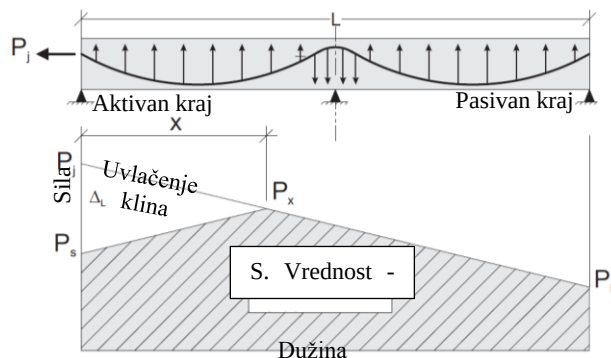
Osnovni parametri za proračun naknadno prednapregnute ploče:

Koeficijent trenja ($\mu = 0,20$ 1/rad), nenamerno ugaono skretanje ($k = 0,0066$ rad/m), modul elastičnosti ($E_p = 195$ GPa), zatezna čvrstoća čelika za prednaprežanje $f_{pk} = 1860$ MPa. Za užad prečnika 12,7 mm prekidna sila $F_{pk} = 184$ kN, sila na presi $F_j = 0,80 \cdot F_{pk} = 147$ kN, dok je za užad prečnika 15,2 mm prekidna sila $F_{pk} = 260$ kN, a sila na presi $F_j = 0,75 \cdot F_{pk} = 195$ kN.

Cilj je da se postigne napon prednaprežanja u pločama u dozvoljenim granicama od 0,7÷2,1 MPa.

4. UPOREDNA ANALIZA STVARNIH I TEORIJSKIH VREDNOSTI ELONGACIJA

Sila prednaprežanja u kablju treba da se raspodeli čitavom dužinom kabla. Ako su dužine kablova veće od 30 m, smatra se da raspodela sile neće biti dovoljna na pasivnom kraju zbog gubitaka opisanih Slikom 1. U tom slučaju, kablovi duži od 30 m (osim izuzetaka) se projektuju da imaju aktivne kotve na oba kraja, i na taj način sila prednaprežanja je uneta u dovoljnoj količini celom dužinom kabla. Usled ankerisanja pasivnog kraja, deo kabla je skraćen za dužinu ankerovanja (oko 0,9 m). Posledica redukcije utiče na teorijsku vrednost elongacije na sledeći način (Izraz 2):



Slika 1. Sila prednaprežanja nakon trenutnih gubitaka

$$\delta_r = \frac{L_t - 0,9 m}{L_t} \cdot \delta_t \quad (2)$$

gde je δ_t teorijska vrednost elongacije kabla.

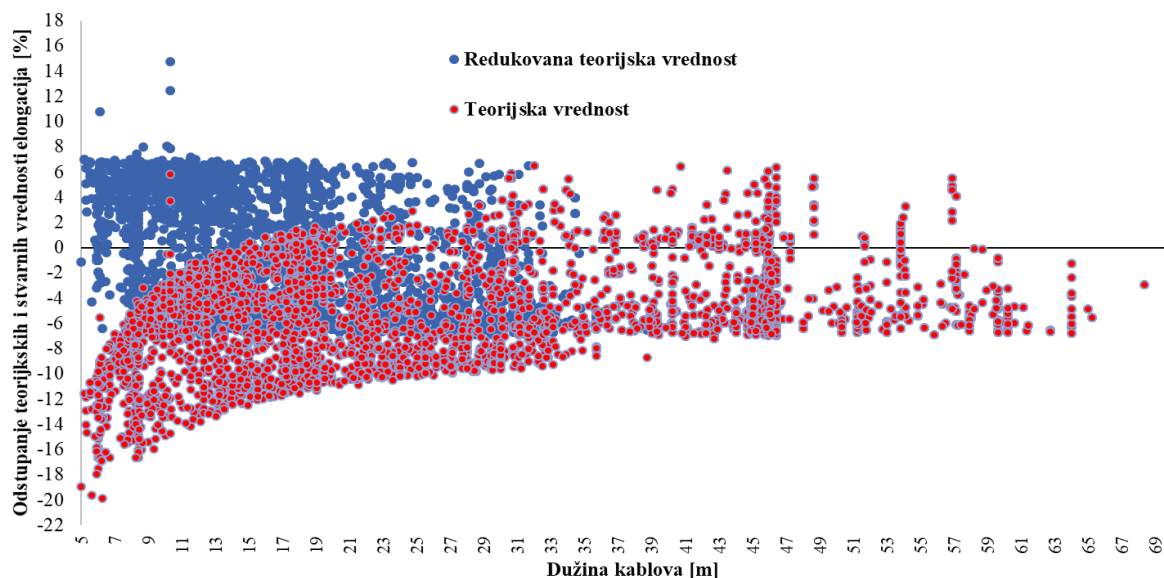
Sa druge strane, metodologija prednaprežanja kablova u „Multi-strand“ sistemu se razlikuje od „Mono-strand“ sistema. Broj užadi, modul elastičnosti, metoda utezanja i drugi parametri nisu zajednički za oba sistema. Dakle, uporedna analiza stvarnih i teorijskih vrednosti elongacija analizirana je za oba sistema ponaosob u skladu sa pomenutim kriterijumima. Utvrđeno je ponašanje kablova sa aktivnim kotvama, kablova sa pasivnom kotvom i opravdana je redukcija teorijske vrednosti elongacija usled skraćivanja za dužinu ankerovanja.

5. PARAMETARSKA ANALIZA REZULTATA STVARNIH I TEORIJSKIH VREDNOSTI ELONGACIJA

5.1. „Mono-Strand“ sistem

Sprovedeno je procentualno odstupanje teorijskih i stvarnih vrednosti elongacija kablova za svaku pojedinačnu ploču. Primetno je da redukcija teorijske vrednosti elongacija ima svoj smisao. Idući ka sve kraćim kablovima redukcija postaje sve značajnija. Odnosno, procentualno odstupanje teorijskih i stvarnih vrednosti je sve veće, bez obzira na redukciju. Dakle, kablovi kraći od 30 m su osetljiviji u pogledu procentualne tolerancije elongacija. Budući da je ovaj zaključak zajednički za sve analizirane ploče, svi grafikoni su superponirani u jedan zajednički na Slici 2.

Na Slici 2 se jasno uočavaju dva snopa tačkica koji se razdvajaju idući ka kraćim dužinama kablova i preklapaju idući ka većim dužinama. Redukovane teorijske vrednosti za kablove kraće od 30 m daju bolje rezultate od teorijskih vrednosti bez redukcije. Iz redukcije proizilaze pozitivni rezultati, odnosno stvarne vrednosti elongacija su veće od teorijskih - redukovanih. Ovo govori da su kablovi zadovoljavajuće utegnuti. Njihove negativne vrednosti bi ukazale da zahtevana sila nije prenetna sa prese na kabl u dovoljnoj meri, što bi bilo logično za kablove većih dužina, gde put prenosa sile trpi veće gubitke. Primetno je da odstupanje elongacija kablova dužina 5-10 m značajno varira u odnosu na kablove dužine 50-55 m. Dakle, ne bi bilo adekvatno doneti zaključke na globalnom nivou, koji su zajednički za kablove svih dužina. Izduženja kod kratkih kablova češće su pozitivna za razliku od dugačkih kablova koji dominiraju sa negativnim vrednostima elongacija.



Slika 2. Procentualno odstupanje teorijskih i stvarnih vrednosti elongacija kablova

To znači, da prilikom utezanja treba imati različita očekivanja rezultata izduženja za različite dužine kablova. Kabl od 5 m će lako dostići teorijsku vrednost elongacije, za razliku od kablova dužine 55m, gde sila koja „putuje“ kroz kabl nailazi na mnogo prepreka (gubitaka). Drugim rečima, kablovi različitih dužina se različito ponašaju pri utezanju. Stoga, za dalji razvoj ispitivanja, kablovi su analizirani lokalno na svakih 5 m, a potom u cilju još efikasnijih rezultata, inkrement je smanjen na 1 m.

5.1.1. Primena normalne (Gausove) raspodele

Kako su elongacije osetljive na promenu dužine kablova, njihova reprezentativna vrednost mora da bude određena kao srednja, gornja i donja (u skladu sa tolerancijom standarda). Rezultati ovih graničnih vrednosti su dobijeni primenom normalne (Gausove) raspodele. Odnosno, dobijen je odgovor o raspodeli verovatnoće očekivanih vrednosti elongacija. Pri proračunu normalne raspodele, korišćen je izraz za standardnu devijaciju zasnovan na određenom broju uzoraka:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

gde su x_i podaci skupa, n je ukupan broj podataka i μ je aritmetička sredina. Za određivanje graničnih vrednosti, primenjeno je „68-95-99,7“ empirijsko pravilo. Tačnost je bazirana otklonom od dve standardne devijacije, odnosno uzeto je u obzir 95,45% svih podataka. Granične vrednosti određene su za vrednost elongacija i prosečne vrednosti elongacije po metru kablova.

5.1.2. Diskusija rezultata

Radi lakše analize i diskusije ponašanja elongacija kablova usled prednaprezanja u funkciji njihove dužine, u Tabeli 1 su prikazane vrednosti dobijene statističkom obradom. Posmatrajući pozitivno odstupanje, uočljivo je da kratki kablovi, dužina od 5-30 m, imaju postepeni pad pozitivnih odstupanja elongacija od (očekivane) teorijske vrednosti. Sa porastom dužine kablova, ovaj procenat opada. Dakle, pri utezanju, kratki kablovi će bez problema primiti zadovoljavajuću količinu sile prednaprezanja, dok idući ka dužim kablovima sigurnost u tu pretpostavku opada. Tako, kablovi dužina 25-35 i 45-50m su u najvećoj opasnosti da ne prime dovoljnu količinu sile prednaprezanja.

Što se tiče doprinosa vrednosti elongacija u funkciji porasta dužine kablova, rezultati su očekivani. Sa povećanjem dužine kablova rastu i vrednosti elongacija, kao što je i očekivano prema Izrazu (1). Isti princip analize upotrebljen je za serije kablova sa intervalom od 1 m. Zahvaljujući približno pravilnom prirastu elongacija u funkciji promene dužine kablova, formiran je grafikon aproksimacije elongacija za sve kablove (5-55 m), Slika 3.

Tabela 1. Rezultati individualnih i prosečnih vrednosti elongacija (po metru kablova) u funkciji dužine kablova

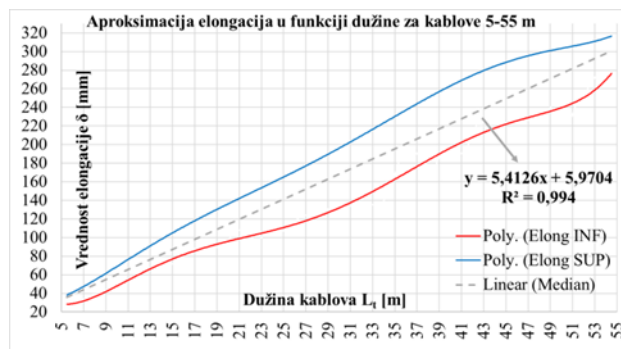
Dužina kablova [m]	$\delta_{INF} \div \delta_{SUP}$ [mm]	$\delta'_{INF} \div \delta'_{SUP}$ [mm/m]	Pozitivno odstupanje [%]
5-10	30-63	4,9-6,7	74%
10-15	55-96	5,0-7,0	67%
15-20	81-129	5,0-7,0	55%
20-25	99-159	4,5-6,9	38%
25-30	119-182	4,5-6,4	22%
30-35	134-216	4,3-6,7	33%
35-40	185-248	5,0-6,6	37%
40-45	211-276	4,9-6,4	44%
45-50	228-299	5,0-6,5	25%
50-55	257-324	5,0-6,0	37%

Grafikon je namenjen za očitavanje pretpostavljenih budućih elongacija, zasnovanih na matematičkom modelu sa tolerancijom elongacija od $\pm 7\%$. Donja i gornja granična vrednost elongacija udaljene su od aritmetičke vrednosti (isprekidana linija). Najpribližnija funkcija ove izlomljene krive (medijane) bio bi polinom šestog stepena, međutim, kako i linearna funkcija adekvatno aproksimira, radi pojednostavljenja opravdano ju je iskoristiti. Primećuje se da se granična odstupanja od medijane sužavaju krećući se od dužih ka kraćim kablovima. Kraći kablovi su osetljiviji po pitanju dozvoljene tolerancije, njihova sloboda greške je mnogo manja u odnosu na duže kablove. Na primer, kabl od 14 m sa elongacijom od +6 mm odstupa od teorijske vrednosti 6,6%, dok kabl od 5,2 m sa elongacijom od +2 mm odstupa od teorijske vrednosti 6,9%. Duži kabl od npr. 46 m, sa izduženjem od +18 mm odstupa od teorijske vrednosti 6,0%. Razmatrajući ovakve rezultate, dovodi se u pitanje da li je merodavno kratke kablove 5-15 m ocenjivati u procentualnoj toleranciji?

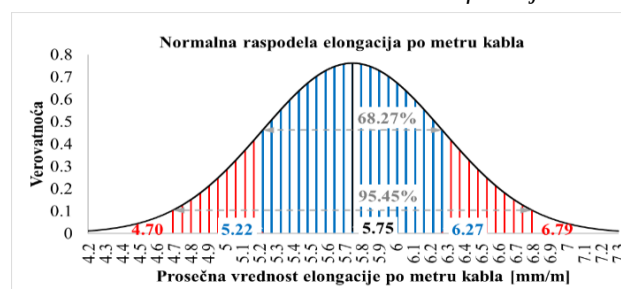
Relevantnije je odstupanje takvih kablova ocenjivati u milimetrima, a ne u procentima.

Kada je reč o prosečnim vrednostima elongacije kablova po metru dužnom, rezultati ne osciluju mnogo. Svi kablovi se

nalaze u intervalu između 5,4 i 6,1 mm po metru kabla. Dakle, očito da dužina kabla ne utiče mnogo na prirast elongacije po metru. Samo kablovi kraći od 10 m spadaju u „rizičnu grupu“. U tom slučaju, opravdano je usvojiti prosečnu vrednost elongacije kabla po metru dužinom za sve kablove u „Mono-Strand“ sistemu (10-55 m), prikazanu na Slici 4.



Slika 3 Grafikon aproksimacije elongacija u funkciji dužine kabla 5-55 m sa linearnom funkcijom



Slika 4. Normalna (Gausova) raspodela elongacija po metru za kablove 5-55 m

Dakle, statističkom obradom podataka, pomoću normalne (Gausove) raspodele, formulisani su sledeći izrazi za određivanje približnih vrednosti elongacija kablova u funkciji promene dužine za „Mono-strand“ sistem:

$$\text{Kablovi dužina 5-55 m:} \\ \delta = 5,41 \cdot L_t + 5,9704 \text{ [mm]} \quad (4)$$

$$\text{Kablovi dužina 10-55 m:} \\ \delta = 5,75 \cdot L_t \text{ [mm]} \quad (5)$$

5.2. „Multi-Strand“ sistem

Analizirajući pojedinačne ploče u „Multi-strand“ sistemu, rezultati su nešto drugačiji. Teorijske vrednosti elongacija kablova dužine do 10 m, odstupaju značajno negativno. U tom slučaju je redukcija opravdana. Međutim, kablovi dužina većih od 10 m donose rezultate koji su približniji teorijskoj vrednosti elongacija od redukovanih.

Zbog toga nastaje pitanje, da li je uopšte opravdano redukovati kablove dužina većih od 10 m u „Multi-strand“ sistemu?

Kako je broj podataka značajno manji u odnosu na kablove u „Mono-strand“ sistemu, pouzdanost zaključaka je automatski smanjena, te uloga rezultata formiranih jednačina po istom statističkom principu, služi samo kao početak budućim istraživanjima:

$$\text{Kablovi dužina 20-47 m: } \delta = 5,45 \cdot L_t + 16,564 \text{ [mm]} \quad (6)$$

$$\text{Kablovi dužina 8-20 m:} \\ \delta = 6,40 \cdot L_t \text{ [mm]} \quad (7)$$

6. ANALIZA TOLERANCIJE ELONGACIJA U ZAVISNOSTI OD RAZLIČITIH STANDARDA

Stvarne i teorijske vrednosti elongacija su neizbežne, te standardi propisuju različite tolerancije odstupanja:

- „ACI“ (ACI 318-14, $\pm 7\%$) [1]
- „BS EN 13670“ ($\pm 5\%$) [4]
- „PTI“ ($\pm 7\% \leq 7,62 \text{ m} \leq \pm 6 \text{ mm}$) [3]

7. ZAKLJUČAK

Uporednom analizom stvarnih i teorijskih vrednosti elongacija u „Mono-strand“ sistemu došlo se do zaključka da se ponašanje kablova u smislu pouzdanosti dobijanja adekvatnih elongacija ogleda u tome da su „najrizičnija grupa“ kablovi koji su na prelazu onih koji se utežu na jednom i na oba kraja (20-30 m). Kratki kablovi su uglavnom na strani sigurnosti, dok dugački u velikoj meri zavise od kvaliteta instalacije.

Kablovi u „Multi-strand“ sistemu u 97,8% slučajeva imaju pozitivna odstupanja. Posledica ovakvih rezultata ogleda se u drugačijoj vrsti zaštitnih cevi (minimalna oštećenja) i sistemu prednaprezanja.

Opravdanost redukcije elongacija kablova sa pasivnom kotvom u „Mono-strand“ sistemu ima smisla, za raliu od „Multi-strand“ sistema, gde kablovi duži od 10 m „ne osećaju“ uticaj skraćivanja dužine prednaprezanja.

Statističkom obradom podataka, pomoću normalne (Gausove) raspodele, formulisani su empirijski izrazi koji imaju praktičnu vrednost, u smislu ocene očekivanih elongacija.

Pomoću statističkih rezultata, formiran je grafik elongacija u funkciji promene dužine kabla za „Mono-strand“ sistem. Grafik je podesan za izvođenje prednaprezanja kablovima sa glatkim cevima, gde se u funkciji dužine kabla (5-55 m) očitavaju vrednosti očekivanih elongacija sa tolerancijom od $\pm 7\%$.

Poređenjem ACI, PTI i BS EN standarda, najoptimalnije tolerancije potiču od PTI standarda, gde se vrednovanje odstupanja meri u milimetrima, a ne u procentima, što je posebno korisno za kratke kablove.

8. REFERENCE

- [1] ACI 318-14. (2014). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14). American Concrete Institute.
- [2] EN 1992-1-1 (2004). Design of concrete structures. Brussels: European Committee For Standardization.
- [3] PTI-Price, Russell L. (2007). Frequently Asked Questions Field Elongation Measurements. Post-Tensioning Institute.
- [4] BS EN 13670 (2009). Execution of Concrete Structures. British Standards Institution.

Kratka biografija:



Vladimir Muzalevski rođen je u Novom Sadu 1995. god. Osnovne akademske studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2018. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti prednapregnutih betonskih konstrukcija odbranio je 2021. god.
Kontakt: vmuzalevski@gmail.com

**PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA OBJEKATA OSNOVNE ŠKOLE
„VELJKO PETROVIĆ“ U BEGEČU****ASSESSMENT AND ENERGY REHABILITATION OF „VELJKO PETROVIĆ“
PRIMARY SCHOOL FACILITIES IN BEGEČ**

Jelena Knežević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, teorijsko-istraživačkog i praktičnog. U teorijsko-istraživačkom delu je obrađena tema objekata sa visokom energetske efikasnošću. U praktičnom delu urađena je procena stanja Osnovne škole „Veljko Petrović“ u Begeču. Zatim je urađen proračun energetske efikasnosti za postojeće stanje objekta, a nakon predloženih mera energetske sanacije, ponovljen je isti proračun. Takođe, predložene su mere sanacije u pogledu trajnosti i estetskog izgleda objekta.

Ključne reči: Procena stanja, energetska efikasnost, sanacija, objekti visoke energetske efikasnosti

Abstract – The paper consists of two parts, theoretical-research and practical. In the theoretical research part, the subject of analysis are high energy efficient buildings. Practical part implied performing an assessment of the condition of the elementary school „Veljko Petrović“ in Begeč. Afterwards, an energy efficiency calculation was carried out for existing condition of building. After the proposed energy rehabilitation measures, the calculation of the energy efficiency of the building was done again. Rehabilitation measures in aspect of building durability and aesthetic were proposed, as well.

Keywords: Assessment, energy efficiency, rehabilitation, high energy efficient buildings

**1. OBJEKTI VISOKE ENERGETSKE
EFIKASNOSTI****1.1. Potreba za energetske efikasnim objektima**

Poslednjih decenija potrošnja energije na godišnjem nivou se nekontrolisano povećava, a značajnu ulogu u tome ima građevinarstvo kao industrija, kroz izgradnju objekata koji su neracionalni potrošači. Energija koju potroše zgrade kako javne, tako i stambene, ima veliki udeo u globalnoj potrošnji energije. Energetska efikasnost podrazumeva upotrebu što manje količine energije za obavljanje svih potrebnih funkcija, pri čemu nije narušen komfor. Konkretno, u građevinarstvu, energetska efikasnost građevinskog objekta zavisi od termičkih osobina njegovog omotača, odnosno od materijala zidova, vrste prozora i zaptivenosti svih otvora u fasadama.

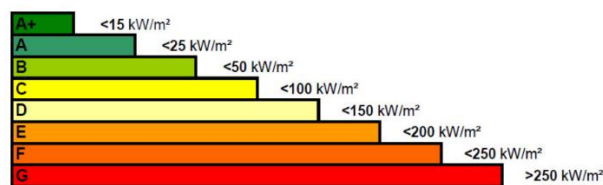
NAPOMENA:

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

1.2 Energetski razredi

Energetski razred objekta se određuje na osnovu maksimalne dozvoljene godišnje potrebne finalne energije za grejanje (kWh/m^2) koja je definisana propisom kojim se definišu energetska svojstva zgrada, i to posebno za nove i posebno za postojeće grade.

Zgrade se svrstavaju u osam energetskih razreda, od A+ do G, gde je A razred energetski najpovoljniji, a G najnepovoljniji (slika 1).



Slika 1. Energetski razredi

Svi objekti koji spadaju u kategorije veće potrošnje (energetski razredi D, E, F, G) su praktično energetski neefikasni i neodrživi. Novi objekti moraju biti energetskog razreda C ili višeg. Ukoliko se vrši sanacija u cilju poboljšanja energetske efikasnosti, energetski razred postojeće zgrade nakon intervencije mora biti poboljšán za minimum jedan razred.

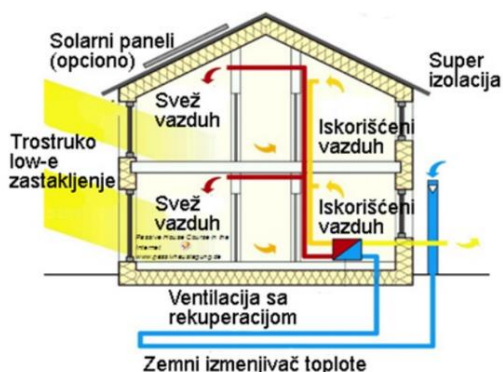
1.3 Energetski efikasni objekti**1.3.1 Niskoenergetska kuća (Low energy house)**

Niskoenergetska kuća je bilo koji tip kuće koji koristi manje energije od obične. Smanjenoj potrošnji doprinose dobra termoizolacija, kvalitetna stolarija, kao i krovna izolacija. Ovakvi objekti su često opremljeni solarnim kolektorima ili koriste tehnologiju za reciklažu toplote iz vode.

Definicija niskoenergetske kuće nije jedinstvena na globalnom nivou. U različitim državama su i različiti standardi, pa ono što je u jednoj prihvaćeno kao ovaj tip kuće, u drugoj ne mora biti. U Nemačkoj, na primer, ova kuća je definisana kao kuća koja godišnje ne potroši više od 50 kWh/m^2 za grejanje, a u Švajcarskoj je ta vrednost 42 kWh/m^2 .

1.3.2 Pasivna kuća (Passive house)

Pasivna kuća je objekat čija je godišnja potrošnja energije za grejanje najviše 15 kWh/m^2 (slika 2).



Slika 2. Osnovni principi pasivne kuće

Jedan od najznačajnijih faktora jeste kvalitetna termička izolacija. Sve neprovidni elementi termičkog omotača treba da budu izolovani tako, da koeficijent prolaza toplote bude manji od $0,15 \text{ W/m}^2$.

Veoma važan deo sistema izolacije jesu prozori i vrata. Obavezni su najkvalitetniji prozori izrađeni od profila bez toplotnog mosta, odnosno profila koji ne provode spoljašnju temperaturu na unutrašnju stranu profila. Jedno od najboljih rešenja jesu PVC profili, gde su stakla obično troslojna, sa komorama između stakala, koje su ispunjene termoizolujućim gasom, argonom.

Pasivna kuća nema klasične sisteme grejanja. Kod nje se idealna temperatura održava prinudnom cirkulacijom vazduha.

Sistem samostalno održava temperaturu i kvalitet vazduha na idealnom nivou, a kako je kuća neuporedivo bolje izolovana, utrošak za održavanje idealne temperature je 10 puta manji nego kod klasičnog objekta.

1.3.3 Kuća nulte energije (Zero Energy Building)

Kao što i sam naziv kaže, kuće nulte energije su kuće sa nultom potrošnjom energije.

Osim što je potrošnja energije na nuli, takođe je i emisija ugljen-dioksida na nuli, te možemo reći da su ovo prave ekološke kuće. Funkcionišu tako što u jednom periodu koriste energiju iz energetske mreže, a u drugom periodu u istu tu mrežu vraćaju višak energije.

Ovakvi objekti imaju i do 80% veću energetska efikasnost od tipičnih kuća, a pritom koriste sisteme sa obnovljivim izvorima energije kako bi proizveli potrebnu energiju (slika 3).



Slika 3. Principi pri projektovanju kuće nulte energije

1.3.4 Energetski nezavisni objekti (Autonomous Buildings, Off-the-grid Houses)

Objekte ovog energetskog razreda karakteriše potpuna nezavisnost od javnih energetskih mreža i tradicionalnih energetskih izvora. Svoju nezavisnost postižu integrisanjem svih obnovljivih, ekoloških sistema i načina korišćenja Sunčeve energije, kao i primenom bioklimatskih i termodinamičkih principa funkcionisanja strukture objekta.

Ovakva vrsta građevinskih objekata nije priključena na javnu mrežu i sav višak proizvedene energije se najčešće usmerava, koristi i čuva za primenu u zimskim mesecima, putem sistema energetskih rezervoara i akumulatora.

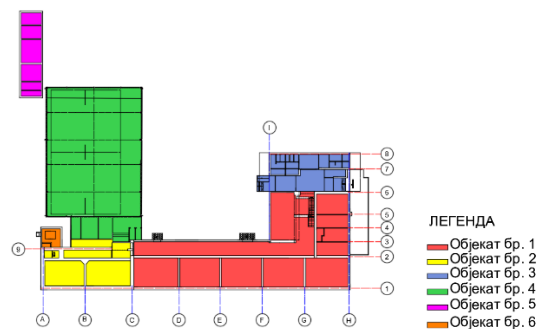
1.3.5 Kuće sa viškom energije (Energy Plus Houses)

Kuća sa viškom energije je kuća koja u proseku, tokom cele godine, proizvede više energije koristeći obnovljive izvore, u poređenju sa energijom koju uzme iz spoljašnjih sistema. Ovo se postiže upotrebom obnovljivih izvora energije, malih generatora električne energije, odličnom izolacijom niskoenergetskih tehnika gradnje, poput pasivnog solarnog dizajna kuće i pažljivog izbora lokacije za kuću.

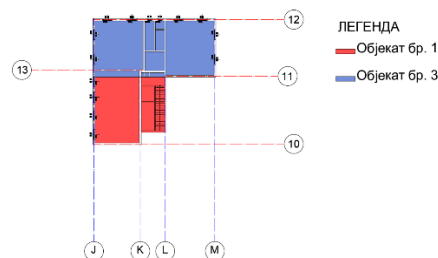
2. TEHNIČKI OPIS

Osnovna škola „Veljko Petrović“ nalazi se u Begeču, u ulici Kralja Petra I br. 36, na katastarskoj parceli 1098, KO Begeč. Objekat je namene obrazovne ustanove, odnosno, služi osnovnom školskom obrazovanju.

Objekat se sastoji iz starog i novog dela, koji je dograđen na postojeći. Stari deo je izveden 40-ih godina prošlog veka, dok je novi građen godinama, od 1998. do 2006. godine. Osnova objekta je bruto površine 1530 m^2 i sastoji se iz 6 objekata (slike 4 i 5).



Slika 4. Označeni objekti u prizemlju škole



Slika 5. Označeni objekti na spratu škole

Objekat je građen i dograđivan kao monolitna - zidana konstrukcija. Osnovni konstruktivni sistem je masivni, sa nosećim zidovima od opeke debljine od 25 do 65 cm.

Tavanice iznad prizemlja su polumontažne, sitnorebraste, u delu objekta tipa „Avramenko“, a u drugom delu tipa „Fert“. „Avramenko“ tavanica je povezana sa nosećim zidovima preko horizontalnih serklaža, a „Fert“ tavanica je povezana armiranobetonskim vertikalnim i horizontalnim serklažima visine 25 cm. Unutrašnji zidovi su zidani od opeke debljine 40 cm, dok su kancelarije pregrađene gips-kartonskim zidom debljine 10 cm.

Krov je viševodni (nagiba 40, 30, 20°), sa drvenom krovnom konstrukcijom, gde je delom krovni pokrivač čelični trapezasti plastificirani lim, a delom crep.

Završna obrada fasade je bojeni malter. Unutrašnji zidovi su omalterisani, gletovani i bojeni poludisperzivnom bojom, osim gips-kartonskih zidova, koji su gletovani i bojeni poludisperzivnom bojom. Plafoni „Avramenko“ tavanice su urađeni od drvenih gredica, trske i blata, dok su plafoni „Fert“ tavanica omalterisani, gletovani i bojeni poludisperzivnom bojom, osim u pojedinim prostorijama, gde je plafon spušen (tipa „armstrong“), gletovan i bojen poludisperzivnom bojom.

3. PROCENA STANJA

3.1 Vizuelni pregled konstrukcije

Vizuelnim pregledom konstrukcije obuhvaćena je spoljašnjost i unutrašnjost škole, gde su pregledani svi objekti (objekat 1, objekat 2, objekat 3, objekat 5, objekat 6), sa izuzetkom objekta br. 4 - fiskulturne sale.

3.2 Vidljivi defekti i oštećenja na spoljašnjosti objekta

Defekti - Objekat je u upotrebi i svaki element ima završnu obradu, stoga je makroskopskim pregledom teško uočiti defekte nastale kao posledica grešaka prilikom projektovanja i izvođenja. Uočene su zanemarljive geometrijske imperfekcije.

Oštećenja - Na fasadi objekta se manifestuju oštećenja u vidu pukotina i prslina, raslojavanja, ljuštenja, otpadanja površinskih delova fasade, mrlja.

Zapažena oštećenja su uglavnom posledica prisustva vlage, slivanja vode, dejstva mraza i izloženosti drugim atmosferskim uticajima. Takođe, otpadanje delova fasade se javlja i kao posledica mehaničkog dejstva.

3.3 Vidljivi defekti i oštećenja u unutrašnjosti objekta

Defekti - U unutrašnjosti objekta, kao i na spoljašnjosti, nije bilo moguće uočiti defekte nastale kao posledica grešaka prilikom projektovanja i izvođenja objekta, budući da svaki element konstrukcije ima završnu obradu. Takođe su uočene zanemarljive geometrijske imperfekcije.

Oštećenja - U unutrašnjosti objekta se manifestuju oštećenja u vidu pukotina i prslina, mehaničkih oštećenja površina, otpadanja boje sa površine zida usled dejstva vlage.

3.4 Zaključak

U objektima br. 1, 2 i 3 su primećene prslinae i pukotine koje potiču od nejednakog rada delova konstrukcije, ili zbog nagle promene geometrije ili zbog različitog ponašanja materijala u konstrukciji. Ove prslinae i pukotine ne predstavljaju opasnost po nosivost i stabilnost konstrukcije, dok je funkcionalnost objekta ugrožena u

manjoj meri. S druge strane, pukotine uočene u objektu br. 5, budući da ne možemo sa sigurnošću odrediti uzrok njihovog nastanka, mogu predstavljati problem po pitanju nosivosti i stabilnosti konstrukcije, ali je za to potrebno sprovesti dalja ispitivanja.

Na osnovu obavljenog vizuelnog pregleda i analize prikupljenih podataka zaključeno je da nosivost, stabilnost i upotrebljivost nisu smanjeni kod objekata 1, 2 i 3.

Trajnost pojedinih materijala u fasadi, kao što su dekorativne boje, je delimično smanjena.

U zidovima objekta 5 registrovane su pukotine koje zahtevaju detaljnija ispitivanja i analizu da bi se ocenila nosivost, stabilnost, funkcionalnost i trajnost ovog objekta.

4. ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Proračun je u svemu sproveden prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011 [8]. Pre svega je izvršena podela elemenata na transparentne i netransparentne u zavisnosti od slojeva i položaja ovih elemenata. Definisano je 25 netransparentnih i 18 transparentnih pozicija, gde je urađen proračun građevinske fizike koji podrazumeva određivanje koeficijenata prolaza toplote, kao i određivanje rasporeda temperatura, minimalne otpornosti sklopa, difuzije vodene pare i parametre letnje stabilnosti za netransparentne pozicije. Nakon izvršenog proračuna za svaku poziciju, urađen je proračun toplotnih gubitaka i dobitaka zgrade kao celine, u cilju određivanja potrebne energije za obezbeđenje osnovnih uslova komfora (slika 6).



Slika 6. Gubici toplote za postojeće stanje objekta

Naposletku, proračunata je ukupna potrebna energija za grejanje zgrade na godišnjem nivou, na osnovu kojeg je zgrada svrstana u energetske razred F, što nam govori da objekat ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće zgrade, te je neophodno izvršiti sanaciju sa ciljem unapređenja energetske efikasnosti objekta.

5. ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI SANIRANE ZGRADE

5.1 Mere za unapređenje energetske efikasnosti zgrade

U cilju poboljšanja energetske svojstava zgrade uradiće se energetska sanacija spoljašnjih zidova i međuspratnih tavanica, budući da su se ovi elementi pokazali kao najnepovoljniji sa aspekta energetske efikasnosti.

Spoljašnji zidovi - Vrednosti koeficijenta prolaza toplote spoljašnjih zidova zgrade, koji čine deo termičkog omotača, znatno su veće od maksimalne dopuštene vrednosti koeficijenta prolaza toplote. Da bi se vrednost koeficijenta prolaza toplote smanjila, potrebno je povećati

ukupan otpor prolazu toplote. To se postiže dodavanjem sloja sa dobrim termoizolacionim karakteristikama. Kao rešenje, primeniće se izolacija zidova sa spoljašnje strane. Kompanija „Xella“ Srbija, poznata po proizvodnji „YTONG“ građevinskih elemenata, proizvodi i „Multipor“ termoizolacione ploče pogodne za toplotnu izolaciju stambeno-poslovnih objekata sa spoljašnje strane - kontaktne (ETICS) fasade. „Multipor“ se odlikuje dobrim termoizolacionim svojstvima, otporan je na pritisak, vlagu, paropropustan je, negoriv, apsorbuje zvuk i lako se oblikuje. Sastav ovog materijala čine kreč, pesak, voda i sredstvo za formiranje pora.

Međuspratne konstrukcije - Kao i kod spoljašnjih zidova, i kod međuspratnih tavanica vrednosti koeficijenta prolaza toplote znatno premašuju maksimalne dopuštene vrednosti koeficijenta prolaza toplote. Zbog toga će se kod njih takođe postaviti „Multipor“ termoizolacione ploče, sa tavanke strane.

Ponovnim proračunom dobijeni su rezultati dati na slci 7.



Slika 7. Gubici toplote za sanirani objekat

Nakon primenjenih mera sanacije, proračunom je dobijeno da zgrada pripada energetske razredu D. Sanacija se smatra uspešnom budući da se postiglo poboljšanje za dva energetska razreda.

5.2 Mere za sanaciju objekta sa estetskog aspekta i aspekta trajnosti

Na fasadama zidova, gde je primećeno otpadanje masne farbe, uradiće se kulir fasada.

Kulir fasada je dekorativni malter izrađen od raznobojnog mermernog zrna granulacije 1,5 mm i visokokvalitetne akrilne emulzije. Namenjen je za dekoraciju i zaštitu detalja na fasadnim zidnim površinama, kao što su stubovi i sokle, kao i za unutrašnje površine, kao što su hodnici i stepeništa u visini parapeta ili na manjim zidnim površinama. Otporan je na spoljašnje uticaje, vodoodbojan, dugovečan i postojan. Takođe, ima dobru adheziju za podlogu i predstavlja dobru zaštitu od nanosa vode i vlage na donjim delovima objekta.

Izvođenje ove vrste fasade zahteva prethodnu pripremu podloge, koja mora biti suva, ravna, čvrsta, bez prašine, slabo vezanih delova, soli i masnih mrlja. Malter se nanosi ravnomerno, u debljini od 2 do 2,5 mm, gde se nakon nanošenja materijal treba dodatno izravnati i zagladiti [13].

Na fasadama zidova gde su primećena oštećenja usled dejstva kapilarne vlage i soli, uradiće se sanacija isušivim malterima za sanaciju [14].

Pukotine primećene na fasadi objekta će biti sanirane prilikom postavljanja izolacije koja je predviđena kao mera sanacije za poboljšanje energetske efikasnosti objekta. Prilikom postavljanja izolacije, uklanja se stari malter, budući da ne znamo kakvog je kvaliteta, a nanosi se novi malter, kako bi se postavile „Multipor“ ploče. Pukotine primećene u unutrašnjosti objekta, kako na plafonu, tako i na zidovima, biće sanirane u sklopu molersko-farbarskih radova, postavljanjem mrežica za gletovanje i izravnavanjem zidova glet masom.

Oštećenja oko prozora koja su nastala prilikom promene stolarije, saniraće se pomoću gipsanih ploča.

6. LITERATURA

- [1] Energetska efikasnost u građevinarstvu: <http://scee.rs/sr/energetska-efikasnost/energetska-efikasnost-u-gradjevinarstvu.html>
- [2] Energetska efikasnost građevinskih objekata: <http://www.designn2.com/home/energetska-efikasnost-gradjevinskih-objekata>
- [3] Pasivna kuća: <https://www.pasivnakuca.rs/index.php/pasivna-kuca>
- [4] Pasivna kuća: <https://krov.rs/sta-je-pasivna-kuca-i-koje-su-njene-prednosti/>
- [5] Energetska efikasnost: <https://www.ppf.rs/rs/energetska-efikasnost-zasto-je-toliko-vazna/>
- [6] Autonomni objekti: <https://www.dezeen.com/2020/09/12/ten-eco-friendly-off-grid-homes-architecture-roundup/>
- [7] Hans Erhorn, Heike Erhorn-Kluttig: Selected examples of Nearly Zero-Energy Buildings, Detailed report, 2014.
- [8] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada („Sl. glasnik RS“ br. 61/2011), Beograd
- [9] Inženjerska komora Srbije: Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada, Beograd
- [10] M. Malešev, V. Radonjanin: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [11] Srpski standard: SRPS U.J5.600 - Toplotna tehnika u građevinarstvu - Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada, Beograd 1998.
- [12] Srpski standard: SRPS EN ISO 13370 - Toplotne karakteristike zgrada - Prenošenje toplote preko tla - Metode proračuna, Beograd 2007.
- [13] Kulir fasada: <https://fasada.rs/>
- [14] Röfix, Priručnik za sisteme renoviranja i saniranja

Kratka biografija:



Jelena Knežević je rođena u Novom Sadu 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije, trajnost, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija, odbranila je 2021. godine.

Kontakt: knezevicjelena@gmail.com

**NELINEARNA STATIČKA ANALIZA ZIDANE ZGRADE HOTELA SPRATNOSTI
Po+Pr+4 U BORU****NONLINEAR STATIC ANALYSIS OF A MASONRY HOTEL BUILDING BSMT+GF+4 IN
BOR**

Marijana Janićijević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat višespratne zidane zgrade hotela spratnosti (Po+Pr+4) na području Bora, prema Evrokod standardima. Seizmički odgovor zidane zgrade je ocenjen sprovođenjem nelinearne statičke – pushover analize, na prostornom modelu formiranom od ekvivalentnih okvira. Vršeno je praćenje ponašanja objekta tokom postepenog povećavanja seizmičkog opterećenja (ubrzanja tla) uz primenu softvera „AmQuake“, u cilju utvrđivanja granične vrednosti ubrzanja za koje konstrukcija ima zadovoljavajući odgovor. Proračunate su vrednosti faktora prekoračenja (OSR), duktilnosti (μ) i faktora ponašanja (q) kako bi se uporedile sa vrednostima dobijenim u softveru i onima datim u Evrokodu.

Ključne reči: : višespratna zidana zgrada, model ekvivalentnog okvira, pushover analiza, OSR faktor.

Abstract – The paper contains the design project of multi-storey masonry hotel building (Bsmt+GF+4) in Bor, according to Eurocode standards. The seismic response of a masonry building was assessed by conducting a nonlinear static- pushover analysis, on a spatial model formed of equivalent frames. The behaviour of the object was monitored during the gradual increase of seismic load (soil acceleration) with the use of „AmQuake“ software, in order to determine the limit value of acceleration for which the structure has a satisfactory response. Overstrength factor (OSR), ductility (μ) and behaviour factor (q) values were calculated and compared with values obtained in the software and with those given in Eurocode.

Keywords: multi-storey masonry building, equivalent frame model, pushover analysis, OSR factor

1. UVOD

Aktuelnost zidanih elemenata je zadržana u dugom graditeljskom razdoblju zahvaljujući osobinama kao što su: jeftina i jednostavna proizvodnja, ekološki materijal, jednostavna gradnja i dobre toplotne karakteristike. Međutim, zidane konstrukcije su nepovoljne sa aspekta seizmičke otpornosti, jer se odlikuju veoma nepovoljnim karakteristikama kao što su velika masa, velika krutost, mala zatezna čvrstoća i niska duktilnost.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Vladimir Vukobratović.

Kada je u pitanju seizmička otpornost zidanih konstrukcija, ona se u najvećoj meri postiže upotrebom armiranobetonskih elemenata u okviru zidanih zidova.

Evrokod 6 daje opšta pravila za projektovanje nearmiranih i armiranih zidanih zgrada, dok se u Evrokodu 8 nalaze dodatna pravila koja se odnose na projektovanje zidanih zgrada u seizmički aktivnim područjima [1-2].

2. OPIS OBJEKTA

Objekat je u osnovi dimenzija 19,55x15,25 m i visine 16,2 m. U konstruktivnom smislu objekat je masivnog sistema, izrađen od zidanih zidova koji su ukrućeni horizontalnim i vertikalnim serklažima. Zidovi u prizemlju su debljine 38 cm, a na ostalim etažama su 25 cm.

Kao elementi za zidanje upotrebljeni su POROTHERM 25 S P+E i POROTHERM 38 S blokovi, koji prema Evrokodu 6 spadaju u drugu kategoriju. Blokovi su u sklop zida povezani malterom opšte namene M10 (čvrstoća 10MPa) preko horizontalnih i vertikalnih spojnica. Vrednost savojne i poprečne krutosti zidova i armiranog betona je uzeta kao $\frac{1}{2}$ stvarne, kako bi se simulirala isprskalost preseka.

Svi armiranobetonski elementi u konstrukciji su betonirani betonom klase C 25/30. Vertikalni serklaži su dimenzija 38x38 cm (u prizemlju) i 25x25 cm (ostale etaže).

Horizontalni serklaži se oslanjaju na noseće zidove a njihova visina odgovara visinama tavanica. Dimenzije horizontalnih serklaža su 38x20 cm, odnosno 25x20 cm. Serklaži su armirani sa 4Ø14 i UØ8/15 cm.

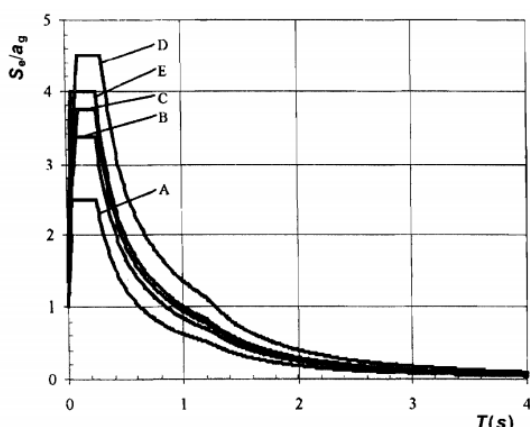
Armiranobetonske ploče su debljine 20 cm na svim etažama, uključujući i krov. Ploče su modelirane kao krute dijfragme.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Pored sopstvene težine zgrade, na konstrukciju deluju i: dodatno stalno opterećenje, promenljivo opterećenje, kao i sneg i seizmičko opterećenje. Intenzitet dodatnog stalnog opterećenja je 2,265 kN/m², dok promenljivo opterećenje na svim tavanicama (osim na krovu) iznosi 2,5 kN/m².

Opterećenje snegom na krovu iznosi 1,6 kN/m². Seizmičko opterećenje je u proračun uvedeno preko spektra odgovora.

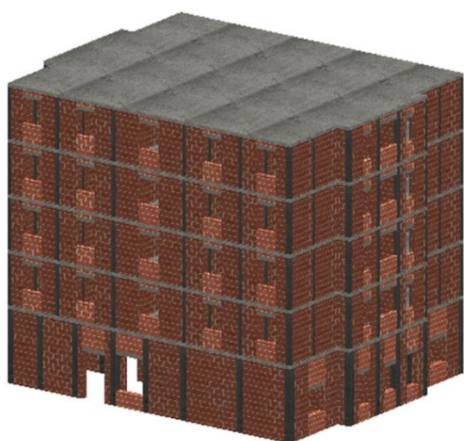
Usvojen tip tla jeste TIP D, i tip spektra 2 (Slika 1).



Slika 1. Preporučeni tip 2 elastičnog spektra odgovora za kategorije tla A do E (5% prigušenja) []

4. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE I OPTEREĆENJA

U modelu ekvivalentnog okvira konstrukcija je predstavljena 1D elementima postavljenim u težišnu liniju zidova, serklaža i nadvoja (Slika 2), odnosno mogu biti uzeti u obzir svi konstrukcijski elementi koji utiču na ponašanje celokupne zidane konstrukcije. Ovakvim načinom modeliranja se dolazi do sadejstva između zidova, a samim tim i do varijacije intenziteta aksijalnih sila [3].



Slika 2. 3D model zgrade

Opterećenje je moguće naneti pojedinačno po zidovima ili program na osnovu površine pojedinog zida, dodeljuje opterećenje na čvorove.

U kartici *opterećenje tavanica* je moguće definisati navedena opterećenja i omogućeno je modifikovanje parcijalnih koeficijenata za kombinaciju opterećenja. Opterećenje se zadaje za svaku međuspratnu konstrukciju posebno.

Na modelu je varirano ubrzanje sa hodom od 0,02 g, i vršena je provera za koje maksimalno ubrzanje bi zgrada imala zadovoljavajući odgovor. Klasa značaja objekta je II (obične zgrade) i faktor $\gamma_I = 1$.

$$a_{g,ULS} = a_{gR} \cdot \gamma_I \quad (1)$$

$$a_{g,ULS} = 0,10 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 1,0 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{g,ULS} = 0,12 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 1,2 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{g,ULS} = 0,14 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 1,4 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{g,ULS} = 0,16 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 1,6 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{g,ULS} = 0,18 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 1,8 \frac{m}{s^2}$$

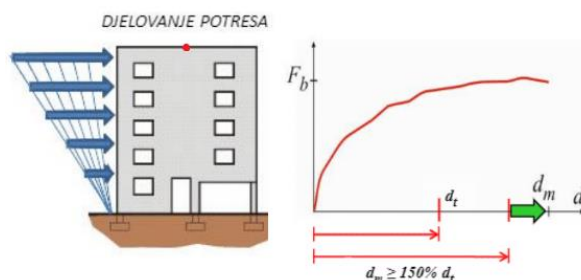
$$a_{g,ULS} = 0,20 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 2,0 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{g,ULS} = 0,21 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1 = 2,1 \frac{m}{s^2}$$

5. PUSHOVER ANALIZA

Metoda postupnog guranja, odnosno pushover metoda, je nelinearna statička metoda proračuna novih ili postojećih objekata. Glavni princip metode je praćenje odgovora konstrukcije za rastuću horizontalnu silu uz konstantno vertikalno opterećenje. Iz dobijenog odnosa horizontalne sile i referentnog pomeranja može se odrediti seizmička otpornost konstrukcije. Seizmičko opterećenje se inkrementalno nanosi na konstrukciju koja je prethodno u potpunosti opterećena vertikalnim opterećenjem. Na ovaj način, simuliraju se inercijalne sile koje se javljaju u konstrukciji prilikom zemljotresa. Inkrementalnim povećavanjem opterećenja dolazi do otkazivanja pojedinih elemenata konstrukcije, što uzrokuje smanjenje krutosti.

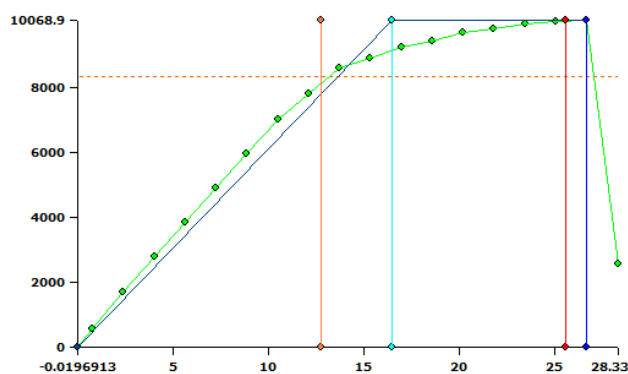
Ocena otpornosti na zemljotres se daje na temelju praćenja jednog karakterističnog čvora – kontrolnog čvora (Slika 3). Kontrolni čvor je najčešće centar masa najvišeg sprata. Na osnovu putanje kontrolnog čvora konstruiše se kriva nosivosti iz koje se može oceniti seizmička otpornost konstrukcije.



Slika 3. Kontrolno pomeranje vrha zgrade [4]

6. REZULTATI PRORAČUNA

Postupno guranje je vršeno na prostornom modelu konstrukcije u dva pravca (X, Y) za dva tipa raspodele opterećenja: ravnomernu raspodelu, gde su bočne sile proporcionalne masama bez obzira na visinski položaj i modalnu raspodelu gde su bočne sile u skladu sa raspodelom sila pri elastičnoj analizi.



Slika 4. Slučaj opterećenja koji daje najmanju rezervu nosivosti (Y-uniformna raspodela)

U skladu sa Slikom 4, vrednosti dt_{dls} i dt_{uls} padaju na delove krive povezane sa nelinearnim odgovorom. U Tabeli 1 je dat prikaz rezultata pushover analize (prikazane Slikom 4) za slučaj opterećenja koji daje najmanju rezervu nosivosti.

Tabela 1. Tabelarni prikaz rezultata pushover analize, Y-, uniformna raspodela opterećenja

Ciljno pomeranje za GSU - dt_{dls} (mm)	12,806
Kapacitet za GSU - dc_{dls} (mm)	26,71
Ciljno pomeranje za GSN - dt_{uls} (mm)	25,613
Kapacitet za GSN - dc_{uls} (mm)	26,71
Period - T (s)	0,305
Maksimalno referentno ubrzanje tla a_g (m/s^2)	2,19
Duktilnost - μ	1,894
Faktor prekoračenja - OSR	6,055
Elastično pomeranje - dy (mm)	16,491

7. RUČNA VERIFIKACIJA REZULTATA

Izvršena je „ručna“ provera rezultata dobijenih softverom.

7.1 Ciljna pomeranja i odgovarajući kapaciteti za ULS i DLS

Ciljno pomeranje se definiše kao seizmički zahtev određen iz elastičnog spektra odgovora, preko pomeranja ekvivalentnog sistema sa jednim stepenom slobode kretanja. AmQuake koristi N2 metodu za određivanje ciljnog pomeranja.

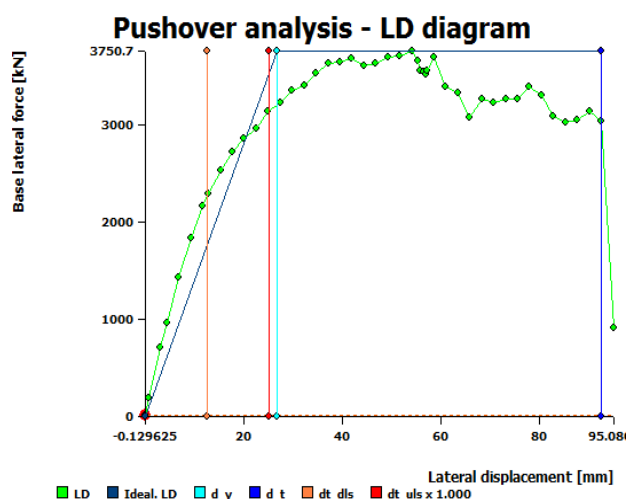
Kapacitetom konstrukcije se smatra pomeranje pri kome je prekoračen kriterijum:

$$F_{b,i} \leq 0,8 \cdot F_{b,max} \quad (2)$$

$F_{b,i}$ - smičuća sila u osnovi zgrade pri kojoj dolazi do progresivnog oštećenja i loma pojedinih elemenata sistema za prijem bočnog opterećenja;

$F_{b,max}$ - maksimalna nosivost zgrade.

Za pomeranje $d_{max} = 90,08 \text{ mm}$ (Slika 5) sila $F_{b,i}$ ima vrednost od $900,725 \text{ kN}$ a $F_{b,max}$ ima vrednost od $3750,7 \text{ kN}$, tako da je traženi uslov zadovoljen.



Slika 5. LD dijagram za slučaj opterećenja X+, modalna raspodela (maksimalno pomeranje)

7.2 Određivanje maksimalnog mogućeg ubrzanja a_g

Maksimalna moguća ubrzanja imaju veće vrednosti u X pravcu (Tabela 2).

Tabela 2. Vrednosti ubrzanja

Raspored opterećenja	Slučaj opterećenja	a_g [m/s^2]
Uniformni raspored	X+	3,441
	X-	3,031
	Y+	2,894
	Y-	2,25
Modalni raspored	X+	3,993
	X-	3,022
	Y+	2,377
	Y-	3,092

7.3 Duktilnost μ

Duktilnost se računa prema sledećem izrazu:

$$\mu = \frac{d_{max}}{d_y} \quad (3)$$

d_{max} - kapacitet konstrukcije za MDOF sistem

d_y - pomeranje na granici tečenja za MDOF sistem.

Dobijene vrednosti duktilnosti su prikazane u Tabeli 3.

Tabela 3. Vrednosti duktilnosti

Raspored opterećenja	Slučaj opterećenja	μ	AmQuake
Uniformni raspored	X+	2,93	2,931
	X-	2,34	2,34
	Y+	1,919	1,92
	Y-	1,66	1,661
Modalni raspored	X+	3,467	3,467
	X-	2,655	2,655
	Y+	1,762	1,762
	Y-	1,956	1,956

7.4 Faktor prekoračenja OSR

Faktor prekoračenja OSR se izražava preko odnosa F_y/F_{el} ili α_u/α_1 .

$$OSR = \frac{F_y}{F_{el}} \quad (4)$$

F_y - granična smičuća sila na idealizovanoj bilineralnoj krivi;

F_{el} - smičuća sila pri kojoj se formira prvi plastični zglobov. Kada se faktor prekoračenja određuje primenom pushover analize, treba koristiti nižu vrednost faktora prekoračenja dobijenih od dve raspodele bočnih sila.

U ovom slučaju, merodavna je uniformna raspodela opterećenja.

Plastični mehanizam mora biti određen za dve primenjene raspodele bočnih sila i on treba da bude u skladu sa

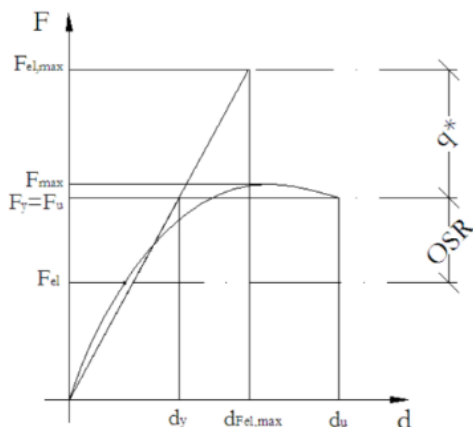
mehanizmima na kojim je zasnovan faktor ponašanja q koji se koristi u analizi.

Tabela 4. Vrednosti faktora prekoračenja OSR

X+	3,088
X-	5,750
Y+	4,966
Y-	4,598

7.5 Faktor ponašanja q

Faktor ponašanja q je aproksimacija odnosa seizmičkih sila koje bi delovale na konstrukciju u slučaju da je njen odgovor u potpunosti elastičan ($F_{el,max}$) sa 5% relativnog viskoznog prigušenja i sila koje mogu da se koriste u analizi (F_{el}) sa uobičajenim linearno-elastičnim modelom, a da se pri tome obezbeđuje zadovoljavajući odgovor konstrukcije (Slika 6). Vrednost faktora ponašanja može da bude različita za različite horizontalne pravce konstrukcije, iako će klasifikacija duktilnosti da bude ista za sve pravce.



Slika 4. Parametri za definiciju faktora ponašanja q (F - bazna smičuća sila, d - pomeranje kontrolne tačke)

Za zidane konstrukcije, kao što je to slučaj i kod drugih tipova konstrukcija (armiranobetonske i čelične konstrukcije), u definiciji faktora ponašanja q potrebno je uzeti u obzir ojačanje konstrukcije preko odnosa prekoračenja (OSR). Faktor ponašanja q se tada može definisati na sledeći način:

$$q = \frac{F_{el,max}}{F_{el}} = \frac{F_{el,max}}{F_y} \cdot \frac{F_y}{F_{el}} = q^* \cdot OSR \quad (5)$$

q^* - osnovna vrednost faktora ponašanja koja uzima u obzir disipativnu sposobnost konstrukcije pomnožena sa koeficijentom prekoračenja OSR .

Tabela 5. Vrednosti faktora ponašanja q

Raspored opterećenja	Slučaj opterećenja	q
Uniformni raspored	X+	9,048
	X-	13,46
	Y+	9,532
	Y-	7,633
Modalni raspored	X+	18,56
	X-	15,2
	Y+	8,808
	Y-	19,4

Vrednosti faktora ponašanja se kreću u intervalu od 8,8 do 19,4. Najveća vrednost je dobijena za negativni Y pravac delovanja opterećenja. Dobijene vrednosti su znatno veće od vrednosti datih u EC8-1. Naime, radi se o tome da su način modeliranja konstrukcije i obrada rezultata ključni činioci koji utiču na vrednosti faktora ponašanja.

Tabela 6. Vrednosti faktora ponašanja prema EC

Način građenja	q
Nearmirani zidovi prema EC6, slučaj niske seizmičnosti	1.5
Nearmirani zidovi prema EC8	1.5 – 2.5
Zidovi sa serklažima	2.0 – 3.0
Armirani zidovi	2.5 – 3.0

8. ZAKLJUČAK

Nakon odrađenog proračuna konstrukcije prema odredbama Evrokoda utvrđeno je da svi elementi zadovoljavaju kriterijume u pogledu nosivosti. Kao što je rečeno na početku rada, jedan od glavnih problema zidanih konstrukcija je mala seizmička otpornost. Ovaj problem se jedino može rešiti pažljivim projektovanjem, uz poštovanje svih propisa. Pored razvoja i unapređenja tehnologije proizvodnje materijala i elemenata za zidanje, adekvatnu primenu zidanih konstrukcija mora da prati i odgovarajući - savremeni koncept proračuna.

Prikazanom analizom u ovom radu, dobijaju se veće vrednosti q faktora u poređenju sa onima koje su propisane u EC8-1. Zbog upotrebe glinenih proizvoda, koji imaju visok kapacitet disipacije energije, nearmirani zidani zidovi pokazuju značajno nelinearno ponašanje. Procenjene vrednosti q faktora, primenom sprovedene *pushover* analize, predstavljaju granične vrednosti (gornju granicu q faktora), gde se sa velikom sigurnošću može predvideti adekvatno ponašanje zidane konstrukcije za projektno seizmičko dejstvo.

9. LITERATURA

- [1] EN 1996-1-1 : 2005– Evrokod 6 „Proračun zidanih konstrukcija”; Beograd, novembar 2009
- [2] EN 1998-1 : 2004 – Evrokod 8 „Proračun seizmički otpornih konstrukcija”; Beograd, novembar 2009
- [3] Vukobratović Vladimir: „Materijal za predavanja iz predmeta Odabrana poglavlja zidanih konstrukcija”
- [4] Manojlović Dragan: „Materijal za vežbe iz predmeta Odabrana poglavlja zidanih konstrukcija”

Kratka biografija:



Marijana Janićijević rođena je u Kraljevu 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo –Zidane konstrukcije odbranila je 2021.god. kontakt: ivana.marija99@gmail.com

**UPOREDNA ANALIZA KLASA DUKTILNOSTI PREMA EVROKODU USLED
PREKORAČENJA PRORAČUNSKOG UBRZANJA TLA****COMPARATIVE ANALYSIS OF DUCTILITY CLASSES ACCORDING TO EUROCODE
DUE TO EXCEEDING OF DESIGN GROUND ACCELERATION**

Đorđe Marjanović, Đorđe Lađinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet rada obuhvata postojeću armiranobetonsku konstrukciju projektovanu u DCM klasi duktilnosti za ubrzanje tla $a_{gR}=0,25g$ (povratni period od 475 god). Konstrukcija je izložena ubrzanju tla većem od projektovanog ($a_{gR}=0,35g$) pri čemu je promjenom u DCH klasu duktilnosti potrebno dokazati da se uz minimalne korekcije u smislu dimenzija presjeka i količine armature, može zadovoljiti EC2 i EC8 propis i dobiti upotrebljiva konstrukcija.

Ključne reči: Višespratna armiranobetonska zgrada, Evrokodovi, seizmička analiza, ukrućeni skeletni sistem, statički proračun, dimenzionisanje, plan armiranja, poređenje konstrukcija, klase duktilnosti, ubrzanje tla

Abstract – Subject of the thesis is the existing structure designed for ground acceleration $a_{gR}=0,25g$ ($T_R=475$ yrs). This RC structure is exposed to soil acceleration $a_{gR}=0,35g$ and redesigned to DCH ductility class, with intention to attest that small correction of geometry and quantity of reinforcement is possible to fulfill EC2 and EC8 standards and to make the structure usable.

Keywords: Multi storey RC structure, Eurocodes, seismic analysis, RC frame with shear walls, static design, structural design and reinforcement plans, comparison of structures, ductility classes, ground acceleration

1. UVOD

Konstrukcija koja je prethodno izvedena svrstava se u skeletni sistem ukrućen duktilnim zidovima. Način armiranja i nosivost armiranobetonskih primarnih seizmičkih elemenata (stubovi i grede) zadovoljava DCM klasu duktilnosti. Tako projektovana konstrukcija izložena je znatno većem seizmičkom dejstvu od projektnog. Analizom uticaja i drugih parametara poput međuspratnih pomijeranja, relativne rotacije primarnih seizmičkih elemenata zaključuje se da li će doći do pojave plastičnih zglobova i na kojim mjestima. Postojeća konstrukcija pokazaće se kao neadekvatna za veći nivo seizmičkog dejstva, što može biti problem zbog učestalih zemljotresa čiji nivo oslobođene energije sve češće prekoračuje vrijednosti date mapama seizmičkog hazarda.

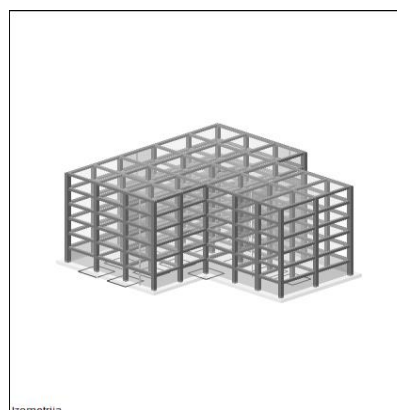
Racionalnim projektovanjem prvobitne konstrukcije izvjesno je da neće zadovoljiti parametre za veće ubrzanje. Suština projektnog zadatka počinje od tog dijela analize gdje je neophodno dokazati da će se, računajući na manje uticaje povećanjem faktora ponašanja i uz poštovanje propisa datih u EC8, zadovoljiti standard i dobiti dovoljno duktilna konstrukcija da prihvati novi nivo opterećenja.

Zapravo, povećanje faktora ponašanja nije ništa drugo nego da projektant svjesno umani nosivost na račun duktilnosti. Zapravo, konačni cilj i tema zadatka jeste da se dokaže da li je u postojećim okolnostima racionalnije projektovati DCM ili DCH konstrukciju, s obzirom na učestale greške u predviđanju nivoa seizmičkog dejstva. Za rad nije rađena ekonomska analiza u smislu dodatnog materijala, trajanja i složenosti izvođenja radova, ali je iz uvida u druge relevantne izvore zaključeno da drastična razlika za objekte ovog nivoa složenosti konstrukcije zapravo ne postoji.

2. ANALIZA KONSTRUKCIJE**2.1. Osnovni podaci**

Podaci o modelu, analiza opterećenja i druge generalije su preuzete iz projekta postojeće konstrukcije. Suština objekta ostala je nepromijenjena - raspored seizmičkih zidova, spratnost, raster stubova. Jedina značajna izmjena u konstrukciji je povećanje poprečnog presjeka stubova u oba pravca za po 5cm, kako bi u modalnoj analizi svi parametri bili u dozvoljenim granicama.

Ipak, oblikovanje detalja i uputstva iz EC8 za klasu DCH biće presudni za odgovor konstrukcije na uvećano zemljotresno dejstvo. U nastavku je prikazan prostorni model konstrukcije.



Slika 1. Prostorni model konstrukcije u Tower-u

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Lađinović, red. prof.

2.2. Elementi konstrukcije

Svi elementi konstrukcije projektovani su za klasu betona C30/37. Armatura za klasu DCM je B500B, a za klasu DCH je B500C. Razlika klase armature prikazana je u tabeli ispod.

Čelik	f_{yk} [MPa]	f_t/f_{yk} [-]	ε_{uk} [%]
B500A	500	1.05 a)	2.5 b)
B500B	500	1.08	5.0
B500C	500	$\geq 1.15, \leq 1.35$	7.5

a) Za prečnike manje od 8mm - 1.02; b) Za prečnike manje od 8mm - 1.0

Tabela 1. Različite klase armature

Dimenzije svih elemenata osim stubova novoformirane (DCH) konstrukcije su zadržane kao kod postojeće (DCM) konstrukcije. Stubovi su neznatno uvećani, po 5cm u oba pravca, radi zadovoljenja određenih rezultata modalne analize. Dimenzije greda su 40cmx50cm, a stubovi DCH konstrukcije su 55cmx55cm. Debljina ploče tipskog sprata je 20cm, a temeljne ploče 60cm. Dužina tipskog, jednokrakog stepeništa je 550cm i debljina ploče stepeništa je 22cm. Treba naglasiti da se adekvatnim oblikovanjem detalja i poštovanjem propisa EC8 za DCH klasu postiže visok nivo duktilnosti u konstrukciji, ali se velikom vrijednošću faktora ponašanja značajno redukuju sile u stubovima. Prema tome, armiranje temeljne ploče se mora sa posebnom pažnjom uraditi kako bi se izbjeglo probijanje ploče usljed neočekivanog nivoa sila. Temeljna ploča proširena je za 1m sa svake strane, što je povoljno iz više razloga. U suterenu su čitavim obodom predviđeni AB podrumski zidovi d=20cm. Iste debljine su i seizmički duktilni zidovi koji su postavljeni po 2 u svakom pravcu, na način da se dobiju optimalne karakteristike modela. Arhitektonski sklop je takav da dopušta za svaki zid da bude postavljen od dna do vrha zgrade, bez otvora, i to tako da povezuje 2 stuba između kojih se nalazi. Time je dobijen, a tako je i računat, zid „I“ presjeka što bitno olakšava zadovoljenje dilatacija u pritisnutom betonu i smanjenje zona utezanja krajeva zida. I platna i stepenište zadržali su dimenzije iz DCM modela, s tim da se armiranje DCH zidova značajno razlikuje od onih u DCM modelu. To je posebno naglašeno u vidu poprečne armature i uzengija za utezanje ivičnih zona.

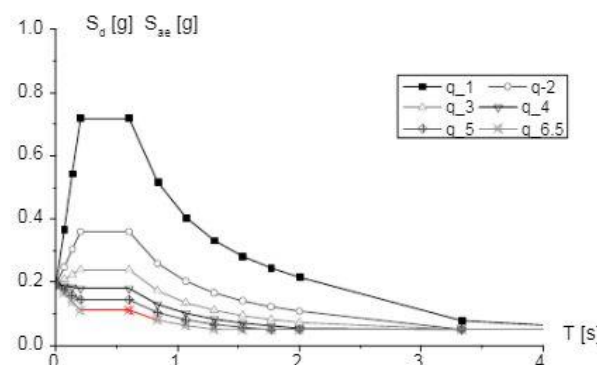
2.3. Analiza opterećenja

Veći dio analize urađen je „ručno“ i dobijene vrijednosti unesene su u softver Tower 8 gdje su sopstvene težine konstrukcijskih elemenata generisane automatski na osnovu usvojenih dimenzija presjeka i klase betona. S obzirom na to da je namjena objekta isključivo stambena, sa skladišnim prostorom u suterenu, tako su analizirane samo 2 kategorije korisnog opterećenja na cijeloj konstrukciji – „A“ i „E“ kategorija. U dijelu „ručnog“ proračuna, sve težine preuzete su iz pojedinačne specifikacije za određeni materijal. Za temu master rada je ključno opterećenje seizmičko, jer je po prirodi nepredvidivo po vremenu pojave, smijeru, intenzitetu i drugim bitnim dinamičkim karakteristikama. Kao takvo, može se reći da je seizmičko opterećenje tema analize master rada. Intenzitet ubrzanja korišten za analizu DCH je:

$$a_{gR}=0,35 \cdot g=0,35 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2=3,43 \text{ m/s}^2$$

Klasa značaja je 2. i prema tome koeficijent sa kojim se množi referentno ubrzanje je 1. Kategorija tla je 1, tip tla

je B. U Evrokodu 8 su tabelarno prikazani parametri za svaki tip i kategoriju tla.



Slika 2. Redukovan elastični spektar za različite faktore ponašanja

U nedostatku zapisa ubrzanja (akcelerograma) pri simulaciji seizmičkog opterećenja koriste se spektri odgovora. Elastični spektar odgovora se u savremenoj praksi redukuje faktorom ponašanja, u mjeri pouzdanosti konstrukcije. Za klasu DCH očekuje se da će, poštujući EC8 propis i sve detalje koji su njime obrađeni, konstrukcija biti sposobna da se odupre visokom nivou opterećenja, a da pritom pomijeranja tj oštećenja ostanu u granicama postavljenih zahtjeva. Savremena praksa je u suprotnosti sa tradicionalnom, ali i sa ostatkom analize opterećenja gdje se koriste faktori sigurnosti i teži se ka tome da se elementi koji treba da prime ta opterećenja dimenzionišu da budu u granicama elastičnog rada. Ipak, ovim pristupom se primarni konstrukcijski elementi ciljano dovode u neelastičnu fazu rada pri pojavi visokog nivoa seizmičkog opterećenja.

2.4. Modalna analiza

Savremeni propisi, poput EC8, za određivanje seizmičkih uticaja koriste metod spektra odgovora i modalnu linearnu analizu, tj linearno elastični model konstrukcije i redukovane spektre koji su već pomenuti. Uprošćenu metodu adekvatno je koristiti za objekte čiji je sklop takav da ispunjava određene uslove regularnosti, dok se modalna analiza može uvijek koristiti za sve tipove zgrada. Za konkretan slučaj analizirano je 12 tonova, pri čemu su ispoštovani svi zahtjevi propisa tako da je više od 90% mase izocilovalo, te su obuhvaćeni svi tonovi sa više od 5% mase. Pritom nisu uočena nikakva odstupanja ili neregularnosti u oblicima oscilovanja te je većina mase bila obuhvaćena već u prva 3-4 tona. Što se tiče redukcije krutosti zbog isprskalosti presjeka nakon opterećenja, ona je unaprijed usvojena na način na koji to Evrokod standard sugeriše. Savojna i smičuća krutost redukovana je direktno za 50% smanjenjem modula elastičnosti, a torziona je redukovana 10 puta (preporuka je od 10 do 20). Aksijalnu krutost nema smisla smanjiti na taj nivo, pa se zbog smanjenog modula elastičnosti ona mora udvostručiti tako da je $EA \cdot 2$. Ploče se posmatraju kao krute dijafragme, te nema redukcije krutosti. Modeliranje tla je izvršeno prema uobičajenoj proceduri za jednoparametarski, Winkler-ov model tla. Tlo se tretira kao elastična podloga sa proporcionalnim odnosom pritiska na tlo (q) i slijeganja (y) za svaki konačni element, što direktno zavisi od krutosti podloge (tla).

$$q=k \cdot y$$

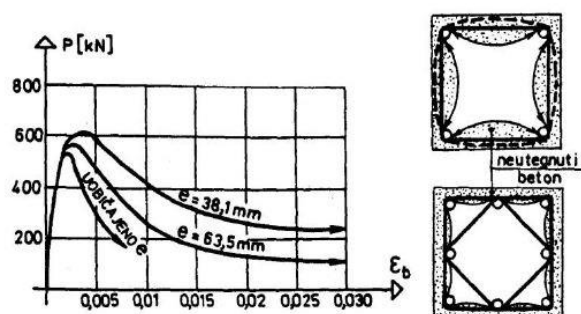
gdje je: k - koeficijent krutosti posteljice ili modul reakcije tla.

Ovo nije fizička veličina, već je prikazana kao odnos površinskog opterećenja i slijeganja i određuje se postupkom opita ploče. U master radu usvojena je vrijednost 15000 kN/m^3 što je na strani sigurnosti, ali u praksi je to predmet istraživanja i dio je geomehaničkog elaborata.

3. UPOREDNA ANALIZA I PRORAČUN KONSTRUKCIJE

3.1. Proračun i analiza stubova i greda

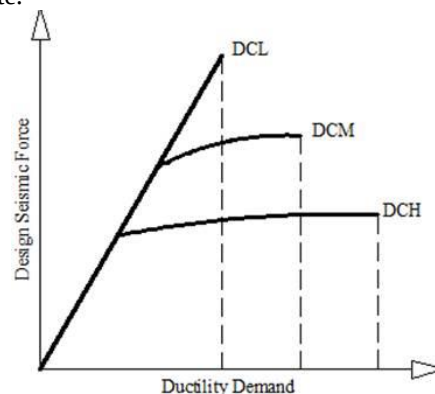
Stubovi i grede (u ovom slučaju i seizmička platna) kao primarni elementi za prijem horizontalnih opterećenja su predmet analize jer se dimenzionisanje i armiranje ploča tipskog sprata i temeljne ploče vrši dominantno na osnovu gravitacionog opterećenja. Treba imati na umu da, u suštini, gravitacija ruši objekat pri zemljotresu, ali momenti na krajevima greda, stubova i u korijenu zidova potiču od horizontalnih sila. Kroz obradu teme master rada pokazalo se da su razlike u uticajima u pločama za $\text{DCM}_{0,25g}$ i $\text{DCH}_{0,35g}$ konstrukcije beznačajne što se vidi i po planu armiranja koji su identični za ove dvije konstrukcije. To nije slučaj za stubove i grede. Za DCH konstrukciju važe pravila nastavljanja i preklapanja šipki, formiranja čvorova, formiranje kritičnih zona, nivo utezanja presjeka itd.



Slika 3. Grafička simulacija efikasnosti utezanja presjeka

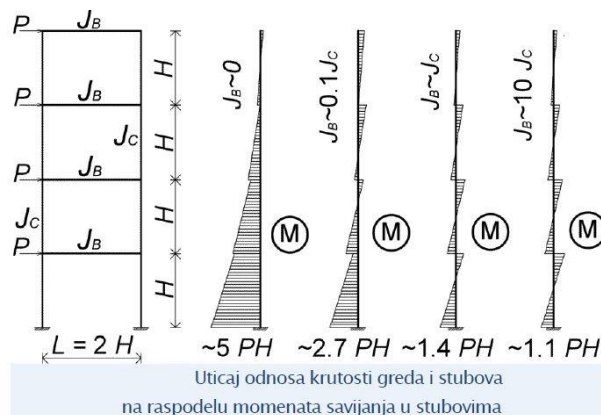
Smanjiti razmake podužnih i poprečnih šipki i korišćenje manjeg prečnika, generalno je logika koja značajno pospješuje lokalnu i globalnu duktilnost konstrukcije. Sa slike 3. se to može lako zaključiti. Na slici 4. je prikazano po klasama duktilnosti šta to fizički znači – manja seizmička proračunska sila i veća granična dilatacija/pomijeranje za različite klase duktilnosti prema Evrokodu. Kod višespratnih okvirnih konstrukcija, javlja se potreba da podužna armatura stuba nižeg sprata bude nastavljena armaturom gornjeg stuba. Uglavnom se to rješava prostim preklapom, čija dužina zavisi od klase betona i prečnika i klase armature koja se nastavlja. Mjesto preklopa počinje na prekidu betoniranja, neposredno iznad nivoa međuspratne konstrukcije. Česta je praksa da se sve šipke nastavljaju u istom presjeku, što udvostručuje broj šipki, smanjuje duktilnost presjeka, a i trajektorija sila je na neki način poremećena. Osim toga, to su upravo kritične zone koje se posebno utežu uzengijama radi postizanja duktilnosti i nema smisla narušavati ih. Iako Evroкод standard eksplicitno ne

zabranjuje ovaj postupak, inženjerska logika vodi ka nekim praktičnim, dobrim rješenjima. Domaća praksa, u slučaju kada se dosta pažnje posvećuje detaljima i kada se radi o dobrom izvođenju, koristi rješenje da pola stubova prekida na jednom spratu, a drugu polovinu na sljedećem. Dobro rješenje jeste i da se armatura vodi kroz 2 etaže, i to na način da se polovina armature nastavlja u jednom presjeku, a druga polovina tek za 2 etaže. Time se eliminiše potencijalni „okidač“ konstrukcije u situacijama kada se najviše računa na stubove kao glavne seizmičke elemente.



Slika 4. Prikaz odnosa projektne sile i zahtijevane duktilnosti

Sugerise se, praksom i propisima, da se pri projektovanju ovakvih konstrukcija i usvajanju nominalne geometrije stubova i greda formira neki odnos krutosti stuba i greda. Poželjno je da stub ima veću krutost od grede, najčešće oko 10-30%. Osim geometrijom, tj dimenzijama presjeka, to se postiže povećanjem količine i racionalnim oblikovanjem podužne i poprečne armature. Poznato je da veći uticaji teže ka presjeku veće krutosti. Praktično to znači da je preraspodjela momenata savijanja usklađena sa odnosom predmetnih krutosti.



Slika 5. Dijagram „M“ za različite odnose krutosti stub – greda

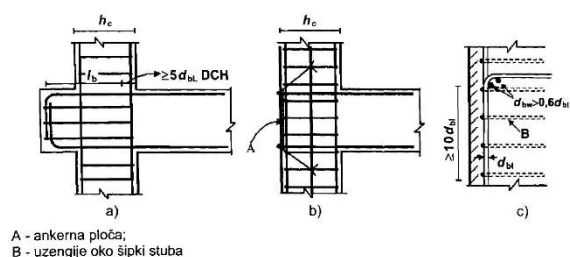
Za potrebe proračuna ove konstrukcije korišćen je odnos momentne nosivosti stuba i grede:

$$M_{Rdc} = 1,3 \cdot M_{Rdb}$$

3.2. Oblikovanje detalja

Sve dimenzije stubova okvira različite spratnosti određene su, između ostalog, da zadovolje vrijednost normalizovane aksijalne sile v_d , koja kod primarnih seizmičkih stubova DCH okvira ne smije biti veća od 0,55, a kod

DCM okvira 0,65. Okviri spratnosti 4 imaju vrednost v_d 0,23, okviri spratnosti 6 0,28, dok je kod okvira spratnosti 8 ova vrijednost 0,31 a kod okvira spratnosti 10, 0,33. Niža vrijednost normalizovane aksijalne sile doprinosi duktilnosti kod stubova. Kritične zone u gredama i stubovima se proširuju za DCH klasu u odnosu na DCM i time se osigurava da neće doći do pojave plastičnih zglobova baš na osjetljivim mjestima – spojevima grede i stuba. DCH konstrukcija u tim zonama ima šestosložne uzengije, dok DCM ima četvorosložne, što je uslovljeno brojem podužnih šipki. Pravila za DCH konstrukciju koja su nametnuta Evrokodom rezultovala su datom situacijom u kojoj duktilniji presjek ima veći broj šipki manjeg prečnika, od kojih je svaka pridržana uzengijom. Time se direktno postiže efikasnost utezanja presjeka što je ključ duktilnog ponašanja i sprječavanje pojave plastičnih zglobova u zonama najvećih fleksionih i aksijalnih uticaja.



Slika 6. Detalji sidrenja izuzetno opterećenih čvorova DCH konstrukcije

Za ovu konstrukciju ovakvi detalji nisu formirani, jer se nije ukazala potreba za tim. Ciljano je usvojen veći broj šipki manjeg prečnika čime je smanjena dužina sidrenja, a povećana duktilnost. Širina stuba je veća od širine grede, tako da ni sa te strane nema potrebe za ovakvim oblikovanjem čvorova DCH konstrukcije. Osnovna načela po kojima EC8 vodi ka duktilnom ponašanju jeste ograničenje razmaka uzengija, razmaka podužnih šipki, minimalni i maksimalni prečnik šipke. Naravno, to je sve posljedica detaljnih istraživanja i pozadina takvih zaključaka je složena, a Evrokod nudi dovoljno objašnjenja za iste.

4. KLJUČNE RAZLIKE I ZAKLJUČAK

Već je spomenuto da je osnovna ideja klasifikacije konstrukcija prema duktilnosti nastala sa ciljem da se dobije racionalnije projektovana konstrukcija, sa postavljenim ograničenjima deformacija, pomijeranja i oštećenja. To bi značilo da se za isti nivo opterećenja (prema lokaciji, izvorima i prirodi opterećenja) smanji robusnost konstrukcije uz povećanje performansi dobrim projektovanjem i izvođenjem. Ipak, tema ovog rada nije bila da se postigne ušteda smanjenjem utroška materijala ili povećanje korisnog prostora unutar objekta, nego da se dokaže da se za istu geometriju (uz poštovanje propisa za DCH klasu) može dobiti sklop konstruktivnih i nekonstruktivnih elemenata koji će se izuzetno dobro ponašati u vanrednim situacijama, npr u slučaju prekoračenja projektnog ubrzanja tla.

Da bi ključna razlika bila jasnija, za nivo seizmičkog ubrzanja od $a_{gR}=0,25g$, koje je dato mapom seizmičkog hazarda, postojeća konstrukcija DCM mogla bi se preprojektovati na DCH pri čemu bi se dobile manje sile u presjecima, samim tim možda i manji presjeci. Ipak, za tvrdnje da će se postići smanjen utrošak materijala potrebne su ozbiljne analize kojima treba naći ekonomsku opravdanost, što je malo izvjesno. Projektnim zadatkom je dokazano da za isti utrošak betona i armature i nešto složenije izvođenje, može da se postigne drastično veća otpornost i poboljšan odgovor na učestale, nepredviđene zemljotrese.

Kao zaključak može se navesti da je u današnje vrijeme sasvim pogrešno razmišljati o DCL klasi i projektovanju konstrukcije za elastičan rad. I dalje postoje nesuglasice u vezi sa tim da li se treba opredijeliti za srednju ili visoku klasu duktilnosti. U kontekstu toga i svih činjenica koje su u radu navedene, optimalizovana konstrukcija visoke klase duktilnosti nameće se kao logično rješenje za svaku ozbiljniju armiranobetonsku konstrukciju.

To se nesumnjivo odnosi na objekte poput ovog – za više-porodično stanovanje ili neke objekte gdje svakodnevno boravi mnoštvo ljudi, skladišti ili koristi skupa oprema... Optimalizovana DCH konstrukcija podrazumijeva pažljivo poboljšanu DCM konstrukciju izuzetnih performansi u nepredviđenim okolnostima, a ne težnju ka uštedi kroz maksimalnu iskorištenost materijala.

5. LITERATURA

[1] Đorđe Marjanović, „Odgovor armiranobetonske konstrukcije na ubrzanje tla veće od projektnog i uporedna analiza klasa duktilnosti prema Evrokod standardu – Master rad“, Novi Sad 2021. god.

Kratka biografija:



Đorđe Marjanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1995. godine. Diplomski rad odbranio je 2020. god. i master rad 2021. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, oba iz oblasti Građevinarstvo.

PROJEKTOVANJE ARMIRANOBETONSKIH ZIDOVA ZA UKRUĆENJE PREMA EVROKODU 8**REINFORCED CONCRETE SHEAR WALLS DESIGN ACCORDING TO EUROCODE 8**

Aleksandar Maksimović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Evropske norme donose novine kada je u pitanju projektovanje armiranobetonskih zidova u seizmičkim područjima u poređenju sa dosad primenjivanom domaćom praksom. U ovom radu dat je pregled osnovnih pravila za dimenzionisanje, armiranje i oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost duktilnih zidova, projektovanih za umerenu (DCM) i visoku (DCH) klasu duktilnosti, prema savremenim načelima datim u Evrokodu 8.

Ključne reči: Evrokod 8, programirano ponašanje, duktilni zid, kritična zona, lokalna duktilnost,

Abstract – European norms brings novelties when it comes to design of reinforced concrete walls in seismic areas, compared to the so far applied national practice. This paper presents an overview of the basic rules for analysis, reinforcement and detailing for local ductility of ductile walls, designed for medium (DCM) and high (DCH) ductility class, according to modern principles given in Eurocode 8.

Keywords: Eurocode 8, capacity design, ductile wall, critical region, local ductility, **UVOD**

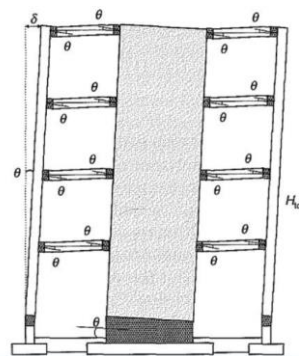
Prema Evrokodu [1, 2], zidovi su vertikalni konstruktivni elementi, izduženog poprečnog preseka, tako da im je odnos stranica najmanje jednak 4. U konstrukcijama se prvenstveno primenjuju u funkciji elementa za horizontalno ukrućenje, kada preuzimaju veći deo horizontalnog opterećenja, koje prihvataju dominantno u svojoj ravni. Savijanje se prihvata koncentrisanjem vertikalne armature u pojaseve zida, formiranjem ivičnih elemenata (koji su jednake ili veće širine od širine rebra), dok se prijem smicanja poverava rebu zida.

Prema Evrokodu 8 [1] zidovi se klasifikuju na duktilne i velike lako armirane zidove, a duktilni na spojene (eng. “coupled” - najmanje dva individualna zida spojena veznim gredama) i nespregnute. U ovom radu razmatrani su samo, kao osnovni tip, nespregnuti duktilni zidovi. Duktilni zidovi (Slika 1), se projektuju sa ciljem

disipacije energije momentnim plastičnim zglobovima samo u svojoj osnovi, a u ostatku se projektuju tako da ostanu u elastičnom području rada. Na taj način se obezbeđuje poželjan mehanizam plastifikacije (duktilno ponašanje

krajeva greda omogućeno je duktilnom rotacijom uklještenja duktilnog zida). Da bi ovaj zid razvio visok kapacitet disipacije i visoku duktilnost važno je obezbediti dobro fundiranje, kojim se sprečava rotacija zida kao krutog tela. Takođe, u zoni plastifikacije zida ne treba projektovati otvore, kako se ne bi ugrozila njegova duktilnost.

Pri projektovanju zidova za DCM i DCH, pred projektante se postavljaju mnogobrojni zahtevi i ograničenja: zahtevi po pitanju karakteristika materijala, geometrijska ograničenja, odredbe “programiranog ponašanja” i odredbe koje se odnose na projektovanje detalja [3].



Slika 1. Duktilni zid [3]

1. ZAHTEVI ZA MATERIJALE I GEOMETRIJSKA OGRANIČENJA

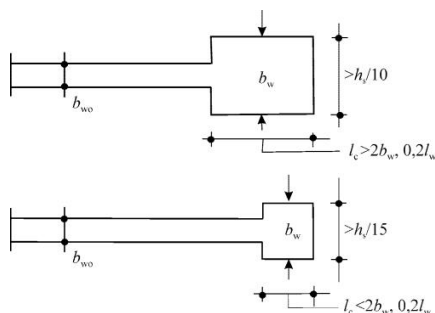
Za primarne seizmičke elemente, generalno, projektovane za klasu duktilnosti M, nije dozvoljena upotreba betona klase niže od C16/20, odnosno betona klase niže od C20/25 kad je u pitanju klasa duktilnosti H.

Za klasu duktilnosti M, u kritičnim zonama, dozvoljava se primena čelika klase B ili C, dok se za klasu duktilnosti H dozvoljava primena čelika samo klase C. Podrazumevano je korišćenje samo rebraste armature, iako se dopušta da poprečna armatura bude i glatka. Navedeni zahtevi se odnose i na zavarene armaturne mreže.

Debljina rebra duktilnog zida b_{w0} treba da zadovolji uslov $b_{w0} \geq \max\{150 \text{ mm}; \square_s/20\}$, pri čemu je h_s čista spratna visina. Minimalna debljina utegnutog ivičnog elementa b_w je, apsolutno, 200 mm, ali ne manje od 1/10 ili 1/15 spratne visine h_s , zavisno od dužine proširenja, prema Slici 2.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović, red. prof.

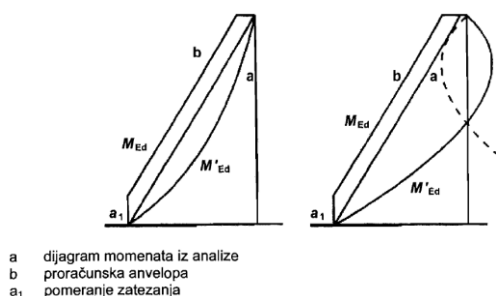


Slika 2. Geometrijski zahtevi - ivična proširenja [1]

2. PRORAČUN UTICAJA OD DEJSTAVA

Kod duktilnih zidova potrebno je proračunom obuhvatiti post-elastične dinamičke efekte i nepouzdanosti proračunskih modela.

Za vitke duktilne zidove (kod kojih je visina bar dva puta veća od dužine, $h_w/l_w > 2$) nepouzdanosti stvarne raspodele momenata savijanja po visini obuhvaćene su proračunskom anvelopom dijagrama momenata savijanja po visini zida, određenoj prema Slici 3. Pomeranje linije zatežućih sila iznosi $a_l = 0.50 \cdot z \cdot \cot \theta$, gde je z krak krak unutrašnjih sila, a θ ugao nagiba pritisnutih štapova, korišćen u analizi smicanja.



Slika 3. Proračunska anvelopa momenata savijanja vitkih zidova [1]

Nepouzdana distribucija momenata znači i nemogućnost određivanja proračunskih vrednosti transverzalnih sila. Da bi se izbegao smičući lom Evrokodu 8 predlaže, konzervativno, skalarno uvećanje projektnih transverzalnih sila koeficijentom ε , pri čemu treba da bude zadovoljeno $1.5 \leq \varepsilon \leq q$.

Za srednju klasu duktilnosti (DCM) se može uvek koristiti vrednost koeficijenta ε od 1.50, dok se za visoku klasu duktilnosti (DCH) koeficijent ε određuje prema izrazu:

$$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\left(\frac{Y_{Rd} \cdot M_{Rd}}{q \cdot M_{Ed}}\right)^2 + 0.1 \cdot \left(\frac{S_e(T_c)}{S_e(T_1)}\right)^2} \quad (1)$$

3. NOSIVOST NA SAVIJANJE I SMICANJE

Zidovi se dimenzionišu na momente savijanja i aksijalne sile, proizašle iz seizmičke proračunske situacije, prema odredbama Evrokoda 2 [2]. Pri proračunu nosivosti preseka zida na savijanje uzima se u obzir doprinos vertikalne armature rebra.

Relativna aksijalna sila, određena prema (2) ograničena je na vrednost 0.40 za srednju klasu duktilnosti (DCM), odnosno na vrednost 0.35 za visoku klasu duktilnosti (DCH).

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{b_{w0} \cdot l_w \cdot f_{cd}} \quad (2)$$

Kod konstrukcija koje se projektuju za srednju klasu duktilnosti (DCM) nosivost na smicanje zidova se takođe bazira na odredbama Evrokoda 2.

Kada je u pitanju nosivost na smicanje zidova kod DCH konstrukcija potrebna je obimnija analiza. U ovom slučaju potrebno je obezbediti zid od: loma pritisnute dijagonale u rebu usled smicanja, od zatežućeg loma rebra usled smicanja i od loma smicanjem usled klizanja.

Lom po pritisnutoj dijagonali je određen maksimalnom smičućom silom koju betonski presek može da prihvati, tj. mora biti zadovoljen uslov $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$. Vrednost sile $V_{Rd,max}$ se izvan kritične oblasti određuje kao u Evrokodu 2, za nagib pritisnutih kosnika od 45° , te za krak sila jednak 80% dužine zida. U kritičnoj oblasti zida ovako određena maksimalna smičuća sila se redukuje za 60%.

Pri kontroli zatežućeg loma rebra, razmatra se "odnos smicanja" $\alpha_s = M_{Ed}/(V_{Ed} \cdot l_w)$. Ako je ovaj odnos veći od 2.0, potreba za horizontalnom armaturom rebra se određuje saglasno Evrokodu 2, uz usvajanje vrednosti za nagib kosnika i krak sila: $\tan \theta = 1$ i $z = 0.80 \cdot l_w$. Ako je ovaj odnos manji od 2.0, horizontalna armatura u rebu mora da bude određena na način da zadovolji sledeći uslov smičuće nosivosti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} + 0.75 \cdot \rho_{\square} \cdot f_{yd,\square} \cdot b_{w0} \cdot \alpha_s \cdot l_w \quad (3)$$

Vertikalna armatura rebra mora biti određena tako da zadovolji sledeći uslov:

$$\rho_{\square} \cdot f_{yd,\square} \cdot b_{w0} \cdot z \leq \rho_v \cdot f_{yd,v} \cdot b_{w0} \cdot z + \min N_{Ed} \quad (4)$$

Lom smicanjem usled klizanja mora biti proveren u potencijalnim ravnima klizanja unutar kritične oblasti. Potrebno je da bude zadovoljen uslov $V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$, gde je $V_{Rd,s}$ proračunska vrednost nosivosti na smicanje protiv klizanja, koja se određuje prema izrazu:

$$V_{Rd,s} = V_{dd} + V_{id} + V_{fd} \quad (5)$$

gde su:

V_{dd} - otpornosti usled rada vertikalne armature efektom trna, V_{id} - nosivosti na smicanje kosih šipki pod uglom ϕ u odnosu na potencijalnu kliznu ravan, V_{fd} - nosivost na smicanje trenjem u kliznoj ravni.

4. OBLIKOVANJE DETALJA ZA LOKALNU DUKTILNOST

5.1. Visina kritične oblasti

Visina kritične oblasti iznad nivoa uklještenja zida (uklještenje u temelj ili u krutu podrumsku konstrukciju) se određuje prema $h_{cr} = \max\{l_w; h_w/6\}$, pri čemu je l_w dužina zida, a h_w visina zida. Takođe, uslov je da visina kritične oblasti ne bude veća od (h_s je čista spratna visina, a n ukupan broj spratova):

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w \\ h_s, \text{ za } n \leq 6 \\ 2 \cdot h_s, \text{ za } n \geq 7 \end{cases}$$

5.2. Ivični elementi zida

U kritičnoj oblasti zida potrebno je ispuniti zahteve lokalne duktilnosti predstavljene redukovanim koefi-

cijentom lokalne duktilnosti μ_φ , čija je vrednost najmanje jednaka:

$$\mu_\varphi = 2 \cdot q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1, \text{ za } T_1 \geq T_c \quad (6)$$

$$\mu_\varphi = 1 + 2 \cdot (q_0 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - 1) \cdot T_c / T_1, \text{ za } T_1 < T_c \quad (7)$$

Ako se se za armiranje koristi armaturni čelik klase B koeficijent lokalne duktilnosti treba uvećati za 50%.

Zahtevana lokalna duktilnost se može obezbediti utezanjem uzengijama ivičnih zona zida.

Za zidove pravougaonog preseka, bez ivičnih proširenja, potrebno je da bude zadovoljen sledeći uslov:

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\varphi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0.035, \quad (8)$$

gde su:

α – faktor globalne efikasnosti utezanja, ω_{wd} – mehanički zapreminski koeficijent armiranja uzengijama za utezanje preseka, ω_v – mehanički koeficijent armiranja vertikalnom armaturom rebra, $\varepsilon_{sy,d}$ – proračunska dilatacija na granici razvlačenja čelika.

Kod zidova u konstrukcijama projektovanim za DCM, ako je normalizovana aksijalna sila manja od 0.15, ili ako nije veća od 0.20 u analizi koja je sprovedena za 15% umanjen faktor ponašanja, ovaj zahtev ne mora biti analiziran. U tom slučaju, poprečna armatura ivičnih elemenata se može odrediti saglasno odredbama Evrokoda 2.

Dužinom ivičnog elementa koji treba utegnuti l_c , smatra se najmanje deo dužine zida u kojem je dilatacija u betonu veća od ε_{cu2} . Ova dilatacija, pri kojoj se očekuje odvajanje neutegnutog betona naziva se karakteristična dilatacija neutegnutog betona može se uzeti jednakom 3.5‰ (za klase betona do C 50/60).

Položaj neutralne ose x_u , za graničnu krivinu, nakon odvajanja betona van utegnutog jezgra ivičnog elementa se može proceniti na sledeći način:

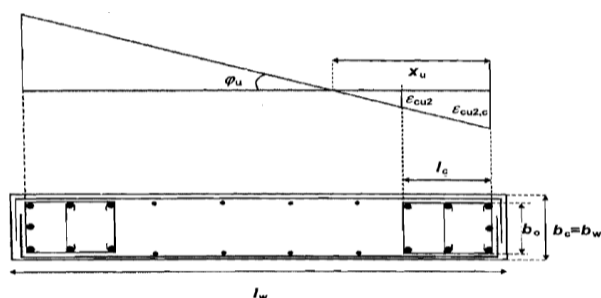
$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot l_w \cdot \frac{b_c}{b_0} \quad (9)$$

Vrednost karakteristične dilatacije utegnutog betona $\varepsilon_{cu2,c}$, može biti određena saglasno odredbi datoj u Evrokodu 2:

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd} \quad (10)$$

Sada se minimalna dužina ivičnog elementa može odrediti iz proporcije, prema Slici 4:

$$\min l_c = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}} \right) \quad (11)$$



Slika 4. Utezanje ivičnog elementa za zidove pravougaonog preseka [1]

Takođe, dužina utegnutog ivičnog elementa ne treba da je manja od $0.15 \cdot l_w$ ili $1.50 \cdot b_w$.

Pri određivanju dužine utegnutog ivičnog elementa, kod zidova sa ivičnim proširenjima, Evrokodom 8 se sugeriše sledeći postupak: pretpostavlja se da je kompletna pritisnuta zona x_u unutar proširenog dela zida. Ukoliko se pretpostavka pokaže tačnom, $x_u \leq l_0$, pritisnuta zona je pravougaonog oblika i slučaj je u potpunosti ekvivalentan analizi ivične zone zida bez proširenja.

U suprotnom, pritisnuta zona je promenljive širine i potrebno je sprovesti eksplicitnu analizu potrebe za utezanjem [3]. U tom slučaju potrebno je odrediti naponsko-dilatacijska stanja za krivinu na početku tečenja armature i za krivinu pri lomu. Koeficijent lokalne duktilnosti se određuje kao $\mu_\varphi = \varphi_u / \varphi_y$, pri čemu su krivina preseka na početku tečenja armature φ_y i krivina preseka za stanje loma φ_u definisane izrazima:

$$\varphi_y = \frac{\varepsilon_{syd}}{d - x_y} \quad \varphi_y = \frac{\varepsilon_{cu2,c}}{x_u} \quad (12)$$

Praktične mogućnosti izostajanja eksplicitne analize, koja može biti zametna, svode se na povećanje dužine proširenja tako da se kompletna pritisnuta zona razvije unutar nje ili na zanemarenje ivičnih proširenja tretiranjem zida kao pravougaonog u širini rebra, što se može smatrati opravdanim samo kada su proširenja mala, tj. ukoliko je zona utezanja većinski unutar rebra zida [3].

Ivični elementi (prošireni ili ne) moraju biti armirani bar minimalnom vertikalnom armaturom, u procentu ne manjem od 0.5%. Maksimalan procenat armiranja ivičnog elementa vertikalnom armaturom je 4%.

Rastojanje između dve susedne podužne šipke pridržane uzengijama nije veće od 200 mm za DCM, odnosno 150 mm za DCH. Preklap uzengija treba da bude takav da svaka šipka podužne armature bude obuhvaćena.

Minimalan prečnik šipki uzengija treba da zadovolji sledeće uslove:

$d_{bw} \geq 6 \text{ mm}$, za DCM

$d_{bw} \geq 0.4 \cdot d_{bL,max} \cdot \sqrt{f_{ydl} / f_{ydw}}$, za DCH.

Razmak uzengija u kritičnim zonama nije veći od (b_0 – minimalna dimenzija utegnutog jezgra preseka, d_{bL} – najmanji prečnik šipki podužne armature):

$s \leq \min \left\{ \frac{b_0}{2}; 175 \text{ mm}; 8.5 \cdot d_{bL} \right\}$, za DCM

$s \leq \min \left\{ \frac{b_0}{3}; 125 \text{ mm}; 6.0 \cdot d_{bL} \right\}$, za DCH.

Minimalna vrednost mehaničkog zapreminskog koeficijenta armiranja za klasu duktilnosti DCM u kritičnoj oblasti iznosi $\min \omega_{wd} = 0.08$, odnosno $\min \omega_{wd} = 0.12$ za klasu duktilnosti DCH.

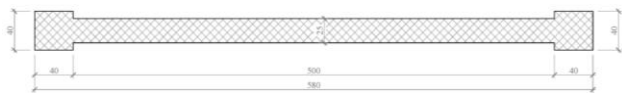
Kod DCH konstrukcija, ivični elementi se obezbeđuju za visinu jednog sprata više, sa najmanje polovinom armature za utezanje u kritičnoj zoni.

Delovi zida van kritične oblasti armiraju se u skladu sa odredbama Evrokoda 2.

Izuzetak su zone zida iznad kritične oblasti u kojima su, u seizmičkoj proračunskoj situaciji, dilatacije u betonu veće od 2‰, kada je je i u ovim zonama neophodno obezbediti minimalni procenat armiranja vertikalnom armaturom od 0.5%.

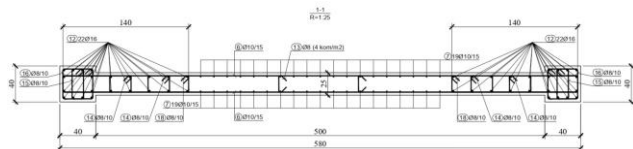
6. DIMENZIONISANJE KARAKTERISTIČNIH ZIDOVA ZA UKRUĆENJE

U master radu prikazan je detaljno način dimenzionisanja zidova prema zahtevima definisanim u Evrokodu 8, na primeru karakteristitnog zida poprečnog preseka prema Slici 5. Razmatrani zid je složenog poprečnog preseka, formiranog iz ivičnih proširenja i rebra između. Zid je dužine 580 cm i visine 3900 cm. Dimenzionisanje zida je sprovedeno za klasu umerene duktilnosti i klasu visoke duktilnosti. Na Slikama 6 i 7 prikazani se detalji armiranja kritične zone predmetnog zida.



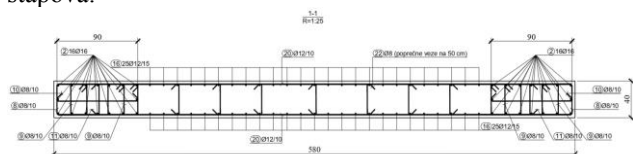
Slika 5. Poprečni presek zida POS Z15

Nivo seizmičkog dejstva, zbog manje vrednosti faktora ponašanja q kojim se redukuje elastični sprektar odgovora, viši je kod DCM nego kod DCH zgrada. To rezultuje većim vrednostima statičkih uticaja kod zida projektovanog za klasu duktilnosti M, nego u slučaju istog zida projektovanog za klasu duktilnosti H. Međutim, zahtevi za obezbeđenje lokalne duktilnosti (sprečavanje krutih lomova) i ograničenje pomeranja su strože postavljani u slučaju zida projektovanog za DCH.



Slika 6. Usvojena armatura zida u kritičnoj zoni (DCM)

Evrokod 8 postavlja vrlo stroge zahteve kada je u pitanju lom po pritisutoj dijagonali rebra zida. U predmetnom slučaju, tek je povećanjem debljine zida na 40 cm u kritičnoj zoni i usvajanjem klase betona C35/45 ostvarena dovoljna vrednost maksimalne sile smicanja koju presek može da prihvati, po kriterijumu drobljenja pritisnutih štapova.



Slika 7. Usvojena armatura zida u kritičnoj zoni (DCH)

7. ZAKLJUČAK

Armiranobetonski zidovi imaju veliku krutost i nosivost, a ispravnim proračunom, konstrukcijskim oblikovanjem i armiranjem može se postići njihovo duktilno ponašanje. Na taj način zidovi su sposobni trošiti seizmičku energiju, čime se omogućava racionalno projektovanje i građenje.

Za razliku od domaće regulative koja programirano ponašanje zasniva uglavnom na konstruktivnim merama, Evrokod ove konstruktivne mere kvantifikuje, čineći proračun u prličnoj meri detaljnijim.

Posebnu pažnju treba posvetiti konstrukcijskom oblikovanju i armiranju kritičnih zona zidova u kojima se predviđa trošenje seizmičke energije. Pravila za armiranje

i oblikovanje detalja u kritičnoj zoni su kompleksija u poređenju sa dosadašnjom praksom i vode većem utrošku armature i komplikovanijem izvođenju.

Prema Evrokodu 8, dužina utegnutog ivičnog elementa se određuje proračunom, za razliku od domaćeg "Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima" prema kom se dužina ivičnog elementa usvaja kao maksimalno 10% visine poprečnog preseka zida. Takođe, prema Evrokodu 8, uzengije za utezanje ivičnih elemenata se određuju proračunom, dok su u dosadašnjoj praksi ove uzengije, za utezanje obodnog snopa armature, usvajane konstruktivno. Postupak određivanja dužine utegnutog ivičnog elementa, prema Evrokodu 8, je komplikovan i može rezultovati velikim dužinama utegnutog ivičnog elementa, neuobičajenim za dosadašnju praksu. Evrokod 8 detaljno opisuje način utezanja i određivanja dužine utegnutog ivičnog elementa isključivo za simetrično armirane zidove pravougaonog poprečnog preseka, dok su za armiranobetonske zidove sa ivičnim stubastim proširenjima i zidove drugih složenih preseka data samo uputstva koja konceptualno opisuju postupak proračunskog dokaza obezbeđene duktilnosti.

Intenzitet normalne sile u zidu predstavlja faktor koji najznačajnije utiče na povećanje potrebnog nivoa utezanja ivičnih elemenata. Povećanje vertikalne armature zida može značajno da smanji potrebnu količinu uzengija za utezanje (preko faktora M_{Ed}/M_{Rd}) i da utiče na smanjenje dužine ivičnog elementa.

Proračun nosivost na smicanje zidova, kod DCH konstrukcija, obiman je i komplikovan. Evrokod 8 postavlja naročito stroge zahteve kada je u pitanju lom po pritisutoj dijagonali rebra, što može rezultovati velikim debljinama zida u kritičnoj oblasti, neuobičajenim za dosadašnju praksu, a najčešće praćenim i zahtevima za visokom klasom betona. U slučaju velikih vrednosti proračunskih transversalnih sila problematično može biti obezbediti nosivost na smicanje protiv klizanja u potencijalnim ravnima klizanja.

8. LITERATURA

- [1] EN 1998-1: Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance, Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, European Standard, CEN - European Committee for Standardization, Brussels, 2004.
- [2] EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of Concrete Structures, Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, European Standard, CEN - European Committee for Standardization, Brussels, 2004.
- [3] Brujić Zoran, "Betonske konstrukcije u zgradarstvu prema Evrokodu", Novi Sad, 2021.

Kratka biografija:



Aleksandar Maksimović rođen je u Užicu 1991. godine. Osnovne akademske studije građevinarstva, smer konstrukcije, završio je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2016. godine. Master rad iz oblasti Građevinarstvo - seizmička analiza konstrukcija odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka 2021. godine.

ЗАШТИТА ОД ЛОКАЛНЕ ЕРОЗИЈЕ КОРИТА РЕКЕ ОКО МОСТОВСКИХ СТУБОВА И ОБАЛЕ**PROTECTION AGAINST LOCAL EROSION OF THE RIVERBED AROUND THE BRIDGE PIERS AND THE EMBANKMENT**

Радован Туцић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Рад се бави анализом како би се утврдило колико ће изградња новог моста утицати на промену хидрауличко-морфолошког режима реке Дунав на предметном потезу. Као и да се дају препоруке за евентуалне мере заштите у зони стубова моста (стабилизација корита), уколико се овом анализом утврди да стабилност моста може бити угрожена, такође је предвиђена и изградња обалоутврде, на левој и десној обали Дунава.

Кључне речи: Локална ерозија мостовских стубова, изградња обалоутврде, хидраулички прорачун

Abstract – The paper deals with the analysis in order to determine how much the construction of a new bridge will affect the change of hydraulic-morphological regime of the Danube on the given stretch. It also gives recommendations for possible protection measures in the area of bridge piers (stabilization of the riverbed). In case the analysis proves that the stability of the bridge may be endangered, the construction of a bank fortification on the left and right banks of the Danube is also planned.

Keywords: Local erosion of bridge piers, construction of embankment, hydraulic calculation

1. УВОД

Локална ерозија речног корита у периоду великих вода представља главни природни узрок рушења и оштећења мостова. Према статистичким подацима у свету као на пример у Америци, у периоду од 1996. до 2005. године десило се око 900 хаварија на мостовима, 58% је настало услед локалне ерозије речног корита, док на пример у Енглеској у просеку на сваке 2.5 године деси се једна хаварија моста, при чему је поткопавање мостовских стубова и опораца главни узрок рушења моста. На Новом Зеланду најмање једно рушење моста у време поплаве дешава се у просеку сваке године. Слични подаци постоје и у другим земљама.

Предмет овог мастер рада је анализа хидрауличких и морфолошких карактеристика реке Дунав у зони новопроектваног моста са обилазницом око Новог Сада.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Слободан Колаковић.

Прорачуном се врши провера како би се утврдило колико ће изградња новог моста утицати на промену хидрауличко-морфолошког режима реке Дунав на предметном потезу и да се дају препоруке за евентуалне мере заштите у зони стубова моста (стабилизација корита), уколико се овом анализом утврди да стабилност моста може бити угрожена, такође радом је предвиђена и изградња обалоутврде, на левој и десној обали Дунава.



Слика 1. Локација планираног моста преко Дунава

2. ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ И ОШТЕЋЕЊА МОСТОВА

Када су у питању мостови, у оквиру регулације река се разматрају три вида деформације речног корита:

- општа деформација
- локална ерозија услед мостовског сужења
- локална ерозија око мостовских стубова и опораца

До укупне деформације на локацији моста долази се суперпозицијом претходно наведених деформација.

Општа деформација корита се одвија на дугачким речним деоницама и манифестује се као регресивна ерозија или као засипање корита. Општа деформација се неутралише изградњом система стабилизационог прагова, на рекама мале и средње величине ово решење се нарочито препоручује узводно и нозводно од мостова.

Локална ерозија услед мостовских сужења настаје услед локалног повећања брзине у сужењу основног корита изградњом моста јер се смањује протицајни профил и представља уско грло за проток воде.

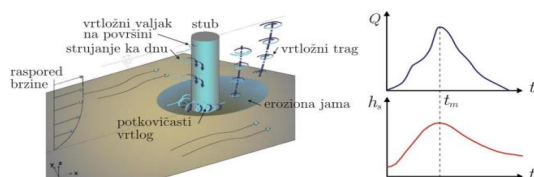
Оваква ерозија је нарочито изражена код сложеног корита са инундацијама, где дугачке прилазне конструкције моста у периоду великих вода ометају (а понекад и потпуно заустављају) течење по инундацијама и усмеравају воду ка главном кориту.

Локална ерозија корита око мостовских стубова и опораца (обалних стубова) настаје услед повећане локалне брзине и тангенцијалног напона дуж чврсте контуре стуба или опораца, стварањем вртложног система. За стабилност мостовских конструкција примарна је локална ерозија речног корита око стубова и опораца, па ће се у овом раду највећа пажња и посветити локалној ерозији у зони мостовских стубова.

3. ФИЗИКА ЛОКАЛНЕ ЕРОЗИЈЕ ОКО МОСТОВСКИХ СТУБОВА

Типична вртложна структура око мостовског стуба је приказана слици 2, поремећај који настаје око чврсте контуре стуба доводи до повећане локалне брзине и интензивнијег покретања наноса на речном дну.

Да би се формирала ерозионе јаме у зони мостовског стуба потребно је да локални транспортни капацитет речног тока за одношење материјала са дна буде већи од дотока наноса са узводне деонице.



Слика 2. Еволуција ерозионе јаме око стуба [1].

4. ПРОЦЕНА ЛОКАЛНЕ ЕРОЗИЈЕ ОКО МОСТОВСКИХ СТУБОВА

4.1 Емпиријски приступ

Према теоријским разматрањима у физичком процесу локалне ерозије стубова мостова утиче низ параметара: динамички коефицијент вискозности μ , густина воде ρ , убрзање силе земљине теже g , средња брзина тока v , дубина тока h , пречник зрна наноса d , стандардна девијација гранулометријског састава σ_g , ширина ступа b , итд. Математички опис тако сложеног процеса уводи низ рестрикција, па су и расположиви обрасци за прорачуне прилагођени карактеристичним условима конструкције и водотока. Већина ових непознатих приказана је преко коефицијената у емпиријским формулама за израчунавање ерозије око мостовских стубова.

Најједноставније једначине за прорачун локалне ерозије око стубова су оне у којима је функционална зависност дефинисана преко једног релевантног параметра, нпр. ширине ступа b .

У свету постоји преко тридесет емпиријских образаца за процену локалне ерозије око мостовских стубова у овом случају ће се користити пет израза, а то су следећи:

- CSU једначина
- Richardson-ова једначина

- Froehlich-ова једначина
- Mississippi једначина
- Inglis-Poona једначина

У наведеним изразима фигуришу следеће величине: h_s – терминална ерозиона дубина, h_1 – средња дубина воде у непоремећеном струјном пољу узводно од стуба, b_s – ширина стуба (управно на правац тока), $Fr_1 = V_1/(g \cdot h_1)^{1/2}$ – Фрудов број, V_1 – средња профилска брзина тока, K_1 - K_4 - емпиријски коефицијенти, d_{50} – средњи пречник наноса на дну, g – гравитационо убрзање, наведени обрасци важе без обзира да ли је ерозија у чистој води или при опште покретном дну [1].

CSU једначина:

$$\frac{h_s}{h_1} = 2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \left(\frac{b_s}{h_1}\right)^{0.65} \cdot Fr_1^{0.43} \quad (1)$$

Richardson-ова једначина:

$$h_s = C_1 \cdot Fr^{0.43} \cdot \left(\frac{b_s}{h_1}\right)^{0.65} \cdot h_1 \quad (2)$$

Froehlich-ова једначина:

$$h_s = 0.32 \cdot K_1 \cdot (K_2)^{0.62} \cdot h_1^{0.47} \cdot Fr^{0.22} \cdot d_{50}^{-0.09} + b_s \quad (3)$$

Mississippi једначина:

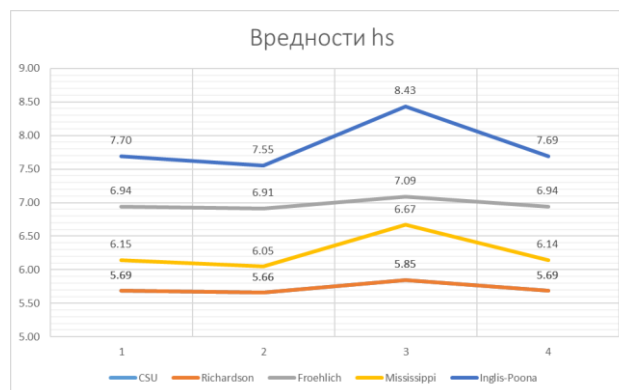
$$h_s = 0.9 \cdot b_s^{0.6} \cdot h_1^{0.40} \quad (4)$$

Inglis-Poona једначина:

$$h_s = 1.7 \cdot b_s^{0.22} \cdot v^{0.52} \cdot h_1^{0.52} - h_1 \quad (5)$$

Табела 1. Табелерни приказ добијених резултата дубине ерозионе јаме у зони стубова

Стуб	П1	П2	П3	П4
CSU (m)	5.69	5.66	5.85	5.69
Richardson (m)	5.69	5.66	5.85	5.69
Froehlich (m)	6.94	6.91	7.09	6.94
Mississippi (m)	6.15	6.05	6.67	6.14
Inglis-Poona (m)	7.70	7.55	8.43	7.69



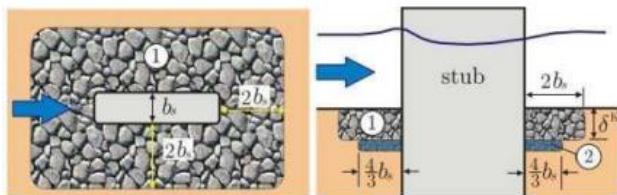
Слика 3. Графички приказ дубине ерозионе јаме применом различитих једначина

5. ЗАШТИТА СТУБОВА У ГЛАВНОМ ТОКУ

Постоји више начина заштите мостовских стубова од локалне ерозије, најједноставни начин јесте постављањем каменог набачаја око стуба. У новије време се све

више користи заштита мостовских стубова употребом габиона.

Дно речног корита око мостовског стуба штити се тепихом од крупног камена. По препоруци из рада [1], најједноставнија варијанта је приказана на слици 4.



Слика 4. Заштита речног корита око стуба [1].

На основу претходног усвојено је да се испред и иза стубова усвоји заштита у дужини од $2 \cdot 5 \text{ m} = 10 \text{ m}$ испред и иза стуба.

Укупна дужина износи $10 + 12 + 10 = 32 \text{ m}$, а ширина износи $10 + 5 + 10 = 25 \text{ m}$.

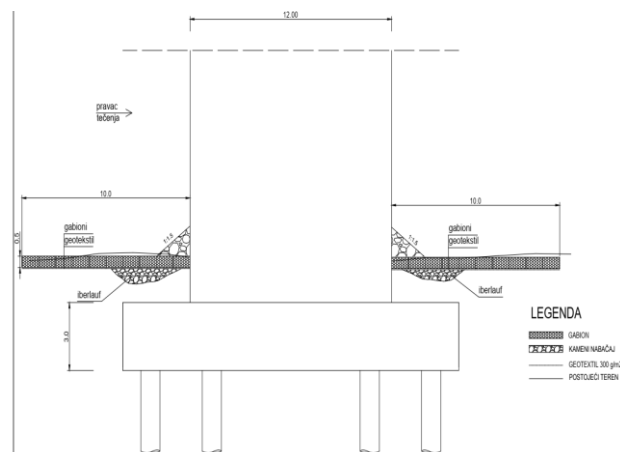
Из укупне површине треба избацити површину стуба која износи 50.50 m^2 , тако да укупна површина заштите износи $32 \cdot 25 - 50.50 = 749.50 \text{ m}^2$.

За прорачун дебљине каменог тепиха користи се познати образац Избаша (Izbash), који се често користи у пројектовању камених тепиха око мостовских стубова [1].

$$d_{50} = (0.7/\Delta) \cdot V^2 / (2g) = 0.15 \text{ m} \quad (6)$$

Најмања дебљина каменог тепиха је:

$$\delta^K = 3 \cdot d_{50} = 0.5 \text{ m} \quad (7)$$



Слика 5. Предлог заштите мостовских стубова

6. ОБАЛОУТВРДЕ

Обалоутврде припадају типу паралелних регулационих грађевина, чија је главна улога да заштите обалу од ерозије. У најчешћем случају обалоутврде се граде у кривинама водотока, искључиво на конкавној обали водотока.

По потреби обалоутврде се граде на обе обале дуж праволинијске деонице, при регулационим радовима у насељима, пошто поред основне функције заштите обале од ерозије, обалоутврде у овом случају имају и урбанистичку и естетску функцију, такође се изводе и у зони мостова због повећаних берзина.

Укупна ширина конструкције моста ауто пута је 29.40 m . Предвиђено је да обалоутврда буде узводно и низводно по 15 m дужа, што укупно даје конструкцију обалоутврде од 60 m .

6.1 Типови обалоутврде

Основна подела обалоутврда је на вертикален и косе. Вертикалне обалоутврде хоризонтална оптерећења преносе на тло. Знатно су скупље него косе обалоутврде и примењују се углавном у специјалним случајевима (луке, пристаништа, марине, канали) или када просторна ограничења не дозвољавају извођење косе обалоутврде.

Косе обалоутврде су искључиво регулационе грађевине, које одликује једноставна конструкција и нижа цена извођења. У ову групу спада велика лепеза објеката, од једноставне заштите обале биљним материјалом до кејског зида са платоом за рекреацију, али сваки има четири основна елемента:

Подлога обалоутврде је посебно изведен слој који се полаже на речно дно са сврхом да прихвати тежину грађевине и друга оптерећења и пренесе их на слабо носиво, муљевито и пешчано тло речног дна. Најчешће се изводи у виду фашинског мадраца или комбинације синтетичких и природних материјала.

Ножица је ослонац целе конструкције и поставља се на подлогу, најчешће је то конструкција од каменог набачаја.

Постељица има вишеструку улогу, али пре свега представља прелаз између крупног материјала у облози и финог материјала у подлози. Постељица обезбеђује филтрацију, дренарање, заштиту од испирања током паралелним са косином, изравнавање темељног тла (служи као темељ за уградњу облоге), одвајање конструкције од темељног тла, секундарну заштиту у случају губитка дела облоге и дисипацију енергије унутрашњег тока воде.

Облога штити конструкцију од ерозионог дејства воде (струјање, таласи), треба да буде водопропусна и флексибилна (прилагодљива деформацијама). За облогу се користе најразличитији материјали, од биљних материјала (бусен, поплет, фашине) до облога од камена, префабрикованих бетонских елемената, габиона, асфалта и др.

У случају водотока са осцилацијама нивоа до $5\text{--}6 \text{ m}$, на обалоутврди се пројектује берма, која доприноси стабилности објекта, а у насељима има и улогу стазе за шетњу. Ширина берме је између 1 и 4 метра.

6.2 Ножица обалоутврде

Ножица је ослонац целе конструкције, који се ради од каменог набачаја и габиона. Ножица од камена гради се под водом (директним истоваром камена), осим круне која се гради изнад нивоа радне воде (трајања $2\text{--}3$ месеца годишње).

Круна се обликује ручно или машински (ролирање косине), ради дефинисања правилног геометријског облика. Димензије ножице се одређују из услова стабилности на клизање и водећи рачуна о максималној дубини ерозије која се очекује по завршетку регулационих радова.

Прорачун стабилности ножице:

$$F_s = \frac{(F \cdot \sin \alpha + G'_N) \cdot f}{F \cdot \cos \alpha} \geq 1.5 \quad (8)$$

$$F_s = \frac{(3.80 \cdot \sin 26.6 + 17.66) \cdot 0.3}{3.8 \cdot \cos 26.6} = 1.71 \geq 1.5 \quad (9)$$

где је :

$$G'_N = \rho' \cdot g \cdot A_N = 0.6 \cdot 9.81 \cdot 3 = 17.66 \text{ KN} \quad (10)$$

G'_N - тежина ножице под водом (N), A_N - површина ножице (m^2), ρ' - запреминска маса камена под водом (t/m^3)

$$F = G' \cdot \sin \alpha - f \cdot G' \cos \alpha \quad (11)$$

$$F = 21.19 \cdot \sin 26.6 - 0.3 \cdot 21.19 \cdot \cos 26.6 = 3.80 \text{ KN} \quad (12)$$

F - сила којом камена облога делује на ножицу (N), f - коефицијент трења чврстих материја под водом ($f' = 0.30$ за фашински мадрац или геотекстил; $f' = 0.65$ ако је то шљунак)

$$G' = \rho' \cdot V \cdot g = 0.6 \cdot 3.6 \cdot 9.81 = 21.19 \text{ KN} \quad (13)$$

G' - сила тежине камене облоге под водом (N), V - запремина камене облоге (m^3), ρ' - запреминска маса камена под водом (t/m^3)

$$\rho' = (1 + W_z) \cdot \rho_k - \rho = (1 + 1\%) \cdot 1.58 - 1 = 0.6 \text{ t/m}^3 \quad (14)$$

$$\rho_k = (1 - n_k) \cdot \rho_s = (1 - 1\%) \cdot 1.6 = 1.58 \text{ t/m}^3 \quad (15)$$

W_z - влажност zasiћеног камена, ρ_k - запреминска маса камена (t/m^3),

ρ_s - специфична маса камена (t/m^3), ρ - запреминска маса воде (t/m^3), n_k - порозност камена [3].

6.3 Облога од камена

Крупноћа каменних блокова стабилних на утицај струјања воде одређује се помоћу обрасца Избаша (Isbash, 1936):

$$d_{50} \geq \frac{1.4}{1.65 \cdot 0.7} \cdot \frac{1.4^2}{2 \cdot 9.81} \geq 0.12 \text{ усваја се } 0.15 \text{ m} \quad (16)$$

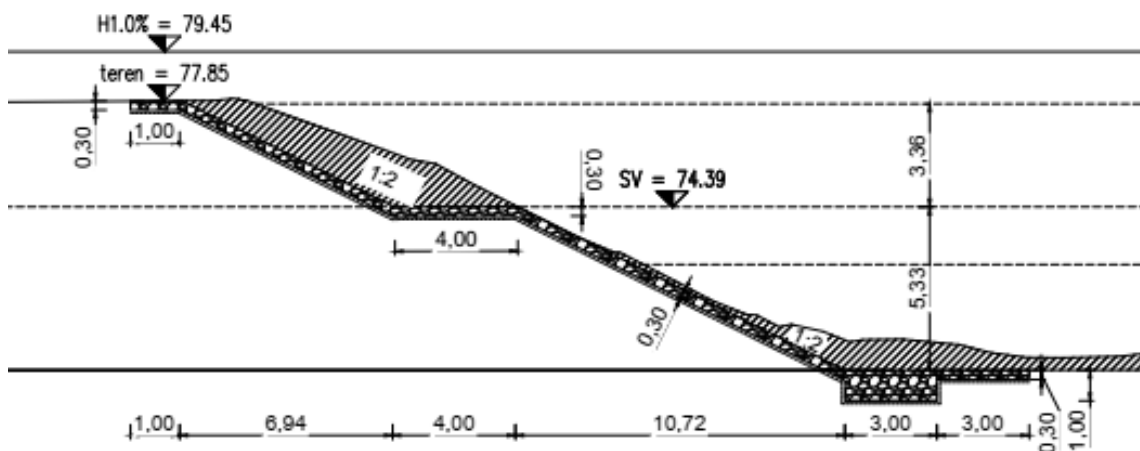
где су: d_{50} - пречник каменог блока 50% заступљености у набачају (m), V - средња профилска брзина (m/s), η - емпиријски коефицијент који зависи од интензитета турбуленције ($\eta=0.2$ мала турбуленција; $\eta=0.5$ до 0.7 нормална турбуленција; $\eta=1.4$ велика турбуленција), g - гравитационо убрзање (m/s^2), Δ - релативна запреминска маса камена, k - коефицијент који се одређује помоћу израза:

$$k = \cos 26.6 \cdot \left(1 - \frac{tg^2 26.6}{tg^2 45}\right) \quad (17)$$

где је: θ - угао који косина обале заклапа са хоризонталом, β - угао унутрашњег трења каменог набачаја (45°) [3].

Облога од каменог набачаја се формира у два слоја, укупне дебљине [2]:

$$d_{KO} = (1.5 \text{ до } 1.8) \cdot d_{50} = 1.8 \cdot 1.5 = 0.27 \text{ m усваја се } 0.3 \text{ m} \quad (18)$$



Слика 6. Детал леве обалоутврде

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је приказан прорачун дубине ерозионе јаме, где се вредности налазе у рангу између 1-1.5 ширине мостовског стуба, стубове је потребно заштити на описани начин, а након извођења контролисати на сваких 4-5 година као и након проласка великих поплавних таласа.

8. LITERATURA

- [1] Др Миодраг Јовановић; „Локална ерозија речног корита као главни узрок оштећења мостовских конструкција“, оригинални научни рад.
[2] Др Драгутин Мушкатировић; „Регулација река“, IV издање, Београд 1991.

[3] Др Марина Бабић Младеновић; „Уређење водотока“, Институт за водопривреду Јарослав Черни, Београд 2018.

Kratka biografija:



Радован Туцић рођен је у Новом Саду 1992. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Хидротехничких конструкција одбранио је 2021. год.
контакт: rtucic92@gmail.com

**КОНТРОЛА ИЗДУВНИХ ЕМИСИЈА ДИЗЕЛ МОТОРА У ПЕРИОДУ
ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ВОЗИЛА****TESTING DIESEL ENGINE EXHAUST EMISSIONS DURING VEHICLE
EXPLOITATION**

Стефан Радојковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У раду је анализиран поступак контроле издувних емисија возила са дизел мотором током експлоатације, односно на техничком прегледу возила. Постојећи начин тестирања на техничком прегледу, који подразумева мерење димности, није мењан деценијама и није у складу са савременим захтевима за смањење негативног дејства издувних емисија возила на здравље људи и животну средину. Та неусклађеност је почела да се постепено превазилази.

Кључне речи: Издувне емисије, друмска возила са дизел мотором, технички преглед, негативни утицај издувних емисија.

Abstract – Here is discussed diesel engine exhaust emissions testing during vehicle exploitation, i.e. on technical inspections. The existing testing procedure, which includes opacity measurement, has been used for decades. It is not in accordance with modern high requirements for reducing vehicle exhaust emissions with negative impacts on human health and environment. Most contemporary trends show the efforts to gradually bridge this gap.

Keywords: Exhaust emissions, road vehicles with diesel engine, technical inspection, negative impact of exhaust emissions.

1. УВОД

Саобраћај има значајне негативне ефекте на здравље људи и животну средину. При томе, посебан значај имају штетне емисије друмских возила са дизел мотором, који имају доминантну улогу у друмском саобраћају. У раду су приказане најважније издувне емисије возила са дизел мотором које имају негативне ефекте по здравље људи и животну средину, као и мере које се предузимају за њихово смањење. Затим је описана постојећа пракса и тенденције за унапређење контроле издувних емисија на техничком прегледу код нас и у земљама ЕУ.

2. ЗНАЧАЈ ПРОБЛЕМАТИКЕ**2.1. Негативни утицај издувних емисија****друмских возила са дизел мотором**

Друмска возила која за свој погон користе дизел моторе имају издувне емисије са врло негативним утицајем на животну средину.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је била др Ђурђица Стојановић, ред. проф.

Са друге стране, дизел мотори имају доминантну улогу у друмском и водном теретном транспорту, посебно када је у питању комерцијални и теретни транспорт. Порастом броја моторних возила и интензивирањем саобраћаја, појачао се и негативан утицај издувних емисија на животну средину.

2.2. Продукти сагоревања код дизел мотора

Са становишта негативног утицаја на здравље људи и очување животне средине, пресудну улогу имају следећа хемијска једињења која се налазе у саставу издувних гасова код дизел мотора [1]:

✚ Угљен моноксид (CO) - настаје као продукт непотпуне оксидације угљеника из горива при сагоревању смеше горива и ваздуха;

✚ Угљен диоксид (CO_2) - продукт је потпуног сагоревања фосилних горива и настаје везивањем угљеника из горива са кисеоником из ваздуха;

✚ Азотни оксиди (NO_x) - настају у процесу сагоревања горива у мотору, при високим притисцима и температурама у условима када постоји вишак кисеоника;

✚ Чврсте честице (*Particulate matters* – PM) - настају у процесу сагоревања горива када нема довољне количине кисеоника у процесу сагоревања, па долази до издвајања виших угљоводоника. Главне загађујуће материје који се јављају приликом сагоревања дизел горива су чврсте честице и азотни оксиди.

2.3 Мере за смањење негативног утицаја

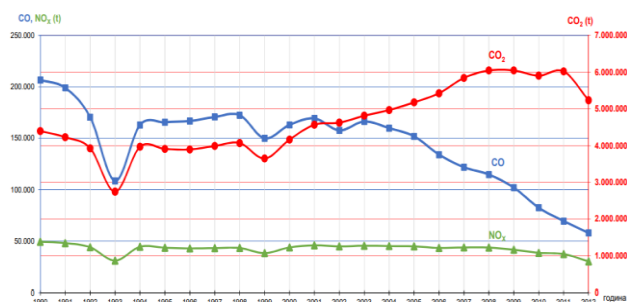
Најразвијеније земље су још у прошлом веку покренуле значајне кораке како би се ниво загађења ваздуха постепено смањивао. Пре свега, постављени су стратешки циљеви за смањење негативног утицаја транспорта на животну средину. Затим су дефинисане мере за смањење негативног утицаја.

Најважније области у којима се спроводе мере за смањење негативног утицаја возила са дизел мотором су:

✚ развој и примена еколошких стандарда и правне регулативе који имају улогу да смање загађење настало из саобраћаја;

✚ увођење економских инструмената који подстичу смањење издувних емисија; унапређење конструкције возила и мотора у погледу уградње додатне опреме која ће смањити загађење и прелазак на одрживе изворе енергије за погон возила.

Као резултат тих мера, дошло је до постепеног смањења издувних емисија са негативним дејством. На слици 1 дат је приказ резултата промене количина емисија NO_x , CO и CO_2 на основу анализе загађујућих материја на државним путевима I и II реда за период од 1990–2012. год.



Слика 1. Приказ промене количина NO_x , CO и CO_2 током периода посматрања од 1990 до 2012. год. [2]

3. ПОСТУПАК КОНТРОЛЕ ЕМИСИЈЕ ИЗДУВНИХ ГАСОВА ВОЗИЛА СА ДИЗЕЛ МОТОРОМ

3.1. Захтеви везани за контролу издувних емисија дизел мотора за возила у експлоатацији у земљама ЕУ

Током експлоатације возила друског транспорта врши се периодична контрола техничке исправности возила. Закони ЕУ дефинишу минималне захтеве за режим периодичних техничких прегледа. За друмска возила са дизел мотором, поступак испитавања емисије штетних гасова је веома сличан поступку дефинисаном нашим будућим правилником, чија примена почиње 2023. године. Поступак испитивања емисије *PTI* (*Periodical Technical Inspection*) код ове врсте мотора обухвата, као и код нас, само утврђивање коефицијента апсорпције. У овом тесту тренутна гранична вредност коефицијента апсорпције за мала оптерећења за већину модерних дизел аутомобила је $0,7 m^{-1}$. Мерење емисија штетних гасова и чврстих честица се не захтева [3]. Да би се превазишла ограничења које има постојећи поступак периодичног техничког прегледа, земље ЕУ су почеле да развијају нови поступак. Тај нови поступак је назван *NPTI* – (*European New Periodical Technical Inspection*), који узима у обзир емисије гасова и чврстих честица (*PM*), како би се гарантовала стабилност издувних емисија у периоду експлоатације возила.

3.2. Захтеви везани за контролу издувних емисија дизел мотора за возила у експлоатацији у Републици Србији

На техничком прегледу за возила у експлоатацији, прописима у Републици Србији је регулисано да се утврђује концентрација чађи у издувним гасовима. Степен зацрњења се израчунава након најмање три узастопна убрзања неоптерећеног мотора, од броја обртаја на празном ходу до највећег броја обртаја при којој довод горива искључује регулатор.

Према новом правилнику о техничким прегледима возила [4], основно правило је да емисије дизел возила не смеју имати чађавост већу од оне коју је прописао произвођач, или што је декларисано једнообразним техничким условима, сходно важећем Еуро стандарду. За свако возило које је произведено након 1. марта

2014. године, граница на овом испитивању износи $k = 1,5 m^{-1}$. Међутим, у случају да ти подаци нису познати, односно ако на техничком прегледу не постоји приступ бази са тим подацима, примењују се ограничења у зависности од снаге мотора [5]:

- ✚ за возила снаге до 73,5 kW (100 KS), вредност апсорпције светлости не сме бити већа од $3,22 m^{-1}$;

- ✚ док за возила снаге преко 73,5 kW (100 KS), вредност апсорпције светлости не сме бити већа од $2,44 m^{-1}$.

Из овога се може закључити да се показатељи Еуро стандарда, по којима се возила производе, уопште не проверавају на линијама контроле техничке исправности.

3.3. Изазови везани за контролу емисије гасова

Као што је и у претходној тачки наглашено, нови прописи везани за контролу емисије на линијама техничких прегледа код нас и у земљама ЕУ постављају значајне препреке за експлоатацију старијих и неодржаваних возила, која имају већи негативни утицај на загађење ваздуха. Постојећи поступак тестирања издувних емисија возила са дизел мотором на техничком прегледу између ЕУ и Србије разликује се само у погледу дозвољених вредности коефицијента апсорпције. Када је у питању унапређење тог поступка и увођење *NPTI*, главни изазови са којима се Србија суочава су:

- ✚ разлика у просечној старости и квалитету одржавања возила код нас и у земљама ЕУ;

- ✚ упитна исправност дизел мотора и уређаја за накнадну обраду издувних гасова на возилима која се купују као половна;

- ✚ нижи економски стандард и куповна моћ становништва у нашој земљи за куповину нових возила и нових уређаја за обраду издувних емисија због њихових високих цена.

Из наведених разлога, у Србији је теже да се спроведе у пракси примена прописа који додатно пооштравају дозвољене вредности димности и увођење нових тестова који контролишу издувне емисије, у складу са најновијим прописима у ЕУ.

4. УРЕЂАЈИ ЗА КОНТРОЛУ ЕМИСИЈЕ ВОЗИЛА СА ДИЗЕЛ МОТОРОМ НА ТЕХНИЧКОМ ПРЕГЛЕДУ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Важећа регулатива у Европској унији и Републици Србији предвиђа да се за испитивање емисије штетних гасова дизел мотора у возилима друског транспорта користе такозвани опациметри или димометри.

4.1. Принцип рада опациметара

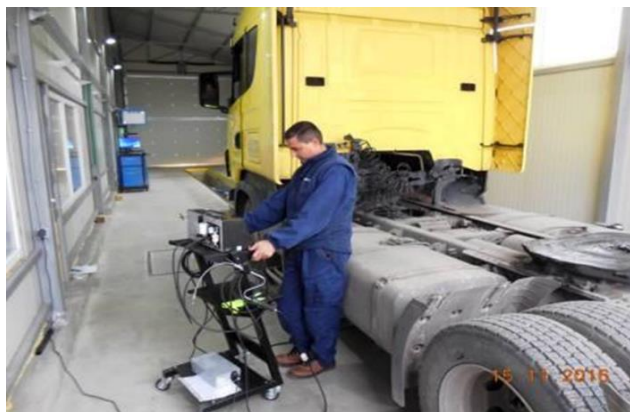
Опациметар свој рад заснива на мерењу апсорпције светлости на узорку издувног гаса који пролази кроз мерну комору, на чијој се једној страни налазе светлосни извор и детектор, а на другој огледало. Дим улази у мерну комору, где се анализира са рефлекционим примопредајником [6]. Анализирани дим пролази кроз вентилаторе на доњем делу уређаја и напушта комору. Пре спровођења мерења мора се водити рачуна о неколико битних детаља на возилу, а односе се на проверу нивоа расхладних течности и

уља који често могу бити нижи од прописаних од стране произвођача.

Сам процес мерења може да се изводи на више начина, у зависности од тога која се врста мерења одабере. Најчешће се мерење изводи преко [6]:

- ✚ броја обртаја мотора;
- ✚ преко лимита дима;
- ✚ преко тачно утврђених временских интервала и
- ✚ преко мануелног мода.

На слици 2 дат је приказ поступка контроле емисије издувних гасова код тешког теретног возила на техничком прегледу.



Слика 2. Приказ спровођења контроле емисије код тешког теретног возила [7]

4.2. Емерсонов патент апаратуре за мерење густине дима

Идеја о мерењу густине дима у издувним емисијама стара је неколико деценија. *Reginald Stanley Emerson* је 1978. године успео да осмисли и конструише уређај за мерење густине дима. Уређај је базиран на принципу Вентуријевог пролаза кроз који пролази дим са уграђеним извором светлости и најмање једном површином која има улогу да одбија (рефлектује) светлост у близини пролаза. Улога тих површина је да попречно одбијају светлосни зрак кроз грло Вентуријеве цеви да би формирали V (лат.) сноп или вишеструки V сноп [8].

Уређај припада групи уређаја намењених за мерење димности код возила са дизел мотором. Развијен је првенствено ради потребе мерења густине дима код превозних средстава у аутомобилској индустрији, али његову примену је могуће спровести и за мерење дима из било које друге издувне цеви или неког другог отвора из ког излази делимично непровидан гас.

4.3. Карактеристике и метод рада савремених опациметара који се користе у Републици Србији

Принцип рада данашњих опациметара се не разликује много од некадашњих патената као што је Емерсонов патент. Савремени опациметри су задржали готово исти принцип рада, мада су доста сложенији. У табели 1 дат је приказ свих типова опациметара које је Дирекција за мере и драгоцене метале Министарства привреде одобрила за коришћење у нашој земљи на линијама техничког прегледа. Постоји неколико

типова опациметара који се код нас могу примењивати за испитивање опацитивности код свих типова возила која за погон користе дизел мотор. Може се приметити да се поједини опациметри у табели 1 појављују више пута. То је из разлога што се ти уређаји производе од стране два или више произвођача.

Табела 1. Приказ одобрених типова опациметара за коришћење на линијама техничког прегледа [9]

Ознака типа	Произвођач
OPA-105.PCB	ASSEMBLAD CAMPI BISENZO (FIRENZE), ITALIJA
820	NEXION S.p.A., ITALIJA
820	TECHNOMOTORS S.p.A., ITALIJA
OPUS 100	OPUS PRODOX AB, ŠVEDSKA
CAP3201-4GAZOPA	CAPELEC, FRANCUSKA
LA-2 OBD	LASER DOO BEOGRAD
OPA 300	SNAM NT Srl, Italija
OPA BOX AUTOPOWER	TEXA S.P.S, Italija
OPA 300	MAHLE, Italija

5. ПОСТУПАК МЕРЕЊА ОПАЦИТИВНОСТИ

У оквиру практичног дела истраживања описана су два поступка мерења опацитивности различитим уређајима и на два различита возила.

5.1. Мерење опацитивности на путничком аутомобилу применом опациметра марке *Brain Bee OPA 300* на линији техничког прегледа

У првом примеру описан је поступак мерења емисија дизел мотора на техничком прегледу на возилу марке *Fiat Grande-punto*. Возило је произведено 2006. године и има дизел мотор радне запремине 1248 cm^3 , који испуњава Еуро 4 стандард. Пре почетка тестирања, возило и опациметар су загрејани на своје радне температуре. Приликом покушаја загревања, утврђено је да је дошло до запужења опациметра честицама чађи из претходних возила на којима је вршено мерење димности. Стога је поступак прекинут да би опациметар био очишћен. Након чишћења и поновног загревања опациметар је прикључен на возило и започет је процес мерења. Процес подразумева три узастопна мерења која се састоје од притиска папучице гаса до краја, одржавања таквог гаса око 5 секунди и након тога пуштања папучице у трајању од 5 секунди на леру. Након три мерења добијена је просечна вредност димности изражена коефицијентом апорпције која износи $k = 1,36 \text{ m}^{-1}$. С обзиром да је возило произведено 2006. године, према правилнику за њега важи граница димности коју је дефинисао произвођач возила. Ако је дефинисана граница димности већа од добијене вредности, возило је прошло контролу емисије.

5.2. Мерење опацитивности на лакој теретној возилу применом опациметра марке *KANE Auto 600*

Други поступак мерења подразумевао је самостално мерење опацитивности издувних емисија возила на терену. Мерење је извршено на лакој теретној возилу, тачније комби возилу укупне масе до 3,5 t. За ово мерење коришћен је уређај Лабораторије за логистику и интермодални транспорт Факултета

техничких наука. У питању је модел британског произвођача *KANE Auto 600*, који служи за мерење опацитивности на свим возилима који имају као погон дизел агрегат.

Мерење коефицијента апсорпције извршено је на лаком теретном возилу марке *Fiat Ducato* произведеном 2008. године. Ово возило покреће дизел мотор радне запремине од 2300 cm^3 , које развија 88 kW , односно 120 коњских снага (KS). Пре почетка мерења, опациметар је био укључен како би отпочео његов процес загревања. Време загревања је трајало око 10 минута. Када се опациметар загрејао, уређај је повезан са сондом преко екстензионе цеви, а затим је сонда стављена у саму издувну цев возила и започет је процес мерења исти као и у претходно описаној тачки. Након мерења, добијен је просечни коефицијент апсорпције који износи $k = 0,24\text{ m}^{-1}$. Као и у претходном случају, граница димности је она коју је произвођач дефинисао. Сасвим је сигурно да је дефинисана граница знатно већа од овако мале добијене вредности, чиме се може закључити да би возило прошло контролу издувних емисија на техничком прегледу.

6. КРИТИЧКА АНАЛИЗА

Дизел мотори имају високу поузданост, ефикасност и век трајања, уз ниске трошкове експлоатације. Велику примену су нашли у друмским комерцијалним возилима, посебно теретним возилима. Међутим, ови мотори имају нежељене продукте сагоревања који доспевају у ваздух и утичу на здравље људи и животну средину. Најважније нежељене издувне емисије дизел мотора су гасови азотни оксиди (NO_x), угљен диоксид (CO_2), угљен моноксид (CO) и чврсте честице. Најразвијеније земље су још у прошлом веку покренуле значајне кораке како би се загађење ваздуха узроковано возилима са дизел мотором постепено смањивало. Пре свега, постављени су циљеви за смањење загађења ваздуха и емисија гасова са ефектом стаклене баште. Постизање тих циљева врши се применом и унапређивањем различитих мера (еколошки стандарди, економски инструменти, правни извори, развој техничких карактеристика нових возила). Међутим, прописи за испитивање техничке исправности возила са дизел мотором у периоду експлоатације нису мењани деценијама. Према овим прописима, испитује се само димност (опацитивност) издувних емисија.

У најразвијенијим земљама ЕУ у току је увођење нових прописа (*NPTI*), који узимају у обзир емисије гасова и чврстих честица. У нашој земљи је такође у току поштравање прописа који се односе на технички преглед возила. Примена нових прописа мораће да се усклађује са специфичностима нашег окружења.

7. ЗАКЉУЧАК

Проблематика обрађена у овом раду је врло актуелна како код нас, тако и у земљама ЕУ. Постојећи начин тестирања издувних емисија друмских возила са дизел мотором на техничком прегледу није мењан деценијама и није у складу са савременим захтевима за заштиту животне средине. Тестирање не укључује

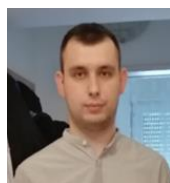
најважније показатеље негативног утицаја ових возила на животну средину и не проверава све карактеристике еуро стандарда возила у периоду експлоатације. Нови прописи ЕУ и Републике Србије предвиђају делимично превазилажење тог јаза. При томе, у Републици Србији се заостаје са увођењем регулативе у односу на државе Европске уније из више разлога, од којих су најважнији карактеристике постојећег возног парка, куповна моћ, привредна развијеност, али и свест становништва и други разлози.

У блиској будућности очекује се да ће се са једне стране регулатива која уређује контролу емисија возила са дизел мотором поштравати, а са друге стране ће се смањивати њихова производња и вршиће се постепени прелазак на возила са погоном на обновљиве изворе енергије.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Папић В. *Одређивање количине емитованих гасовитих загађујућих материја пореклом од друмског саобраћаја применом Коперт IV модела Европске агенције за животну средину*, Институт Саобраћајног факултета, Београд, 2010. год.
- [2] Момчиловић В., *Студија о процени емисија загађујућих материја у атмосферу од саобраћаја на државним путевима I и II реда*, Ј.Р. Путеви Србије и Саобраћајни факултет, Београд, 2014. год.
- [3] *EU: New Periodic Technical Inspections (NPTI)*, часопис: Dieselnets, датум: 2021. године, преузето са: <https://dieselnets.com/standards/eu/pti.php>
- [4] *Правилник о техничком прегледу возила*, (Сл. Гласник, бр. 31/2018 и 70/2018), часопис: Параграф, преузето са: <https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-o-tehnickom-pregledu-vozila.html> (приступљено у јулу 2021.)
- [5] Ромчевић Д. *Половна возила увезена након 1. марта 2014. године, од јула 2021. године мораће да испуне строжије еколошке стандарде на техничком прегледу*, часопис: Прописи, датум: 2020. године, преузето са: <https://www.propisi.net/polovna-vozila-uvezena-nakon-1-3-2014-godine-od-jula-2021-morace-da-ispune-stroziye-ekoloske-standarde-na-tehnickom-pregledu/>
- [6] Корисничко упутство за опациметар марке „Assemblad“, датум: 2020. године, преузето са: <https://www.assemblad.it/manuals/M105gb301.pdf>
- [7] *Технички преглед*, „Bitcom doo“, Аранђеловац, часопис: Регистрација возила, датум: 2021. године, <https://registracija-vozila.rs/38-opstine-srbije/opstine-srbije/1329-registracija-tehnicki-pregled-arandjelovcu>
- [8] Emerson, R. S. *Apparatus for measuring smoke density*, United States Patent, 1978. године.
- [9] Светлосне величине – одобрени типови мерила/сертификати о прегледу типа, Дирекција за мере и драгоцене метале, Минст. привреде, 2021. године.

Кратка биографија:



Стефан Радојковић рођен је у Параћину 1994. године. Након завршене средње електротехничке школе у Параћину, своје образовање наставља на Високој железничкој школи у Београду а затим на Факултету техничких наука у Новом Саду, где је 2020. године стекао звање Дипломираног инжењера саобраћаја.

Контакт:
stefanradokovic994@gmail.com

RAZVOJ POŠTANSKIH USLUGA U RURALNIM PODRUČJIMA**DEVELOPMENT OF POSTAL SERVICES IN RURAL AREAS**Miloš Gavrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste razvoj nove usluge, „Usluge na zahtev“ i rešavanje problema dostave u ruralnim područjima pomoću programa QGIS.

Ključne reči: elektronske usluge, ruralna područja, GIS, QGIS

Abstract – The aim of this paper is the development a new service, “Services on Demand” and to solve delivery problems in rural areas using the QGIS program.

Keywords: electronic services, rural areas, GIS, QGIS

1. UVOD

Cilj i svrha rada jeste da se reši problem dostave u ruralnim područjima a putem uvođenja nove usluge. U radu su pre svega opisana ruralna područja, zatim usluge koje pošta pruža, kako tradicionalne, tako i elektronske, kao i princip univerzalnosti.

Opisana su neka od postojećih rešenja koja bi poboljšala kvalitet usluge i zadovoljstvo korisnika. Zatim je opisan softverski program QGIS koji je bio osnova za rešavanje problema i dati su predlozi rešenja koji bi bili od značaja za uvođenje „Usluge na zahtev“.

2. RURALNA PODRUČJA

Ruralno područje se definiše kao područje na kome je gustina naseljenosti stanovništva ispod vrednosti od 150 stanovnika/km² [1].

Ruralna područja predstavljaju ređe naseljene teritorije koje su izvan uticaja velikih metopola i gradova. Stilovi života u ruralnim područjima su drugačiji nego u urbanim, uglavnom zbog tradicije, ali i relativne limitiranosti usluga, posebno javnih usluga.

Državne usluge kao što su primena prava, škole, biblioteke, i drugo, mogu biti limitirane, udaljene ili čak možda i nedostupne ruralnim područjima.

Dostupnost vode, kanalizacije, uličnog osvetljenja i javnog upravljanja otpadom, često u ruralnim područjima ne postoje, ili su veoma ograničene [1].

3. KLASIFIKACIJA POŠTANSKIH USLUGA I USLUGE U RURALNIM PODRUČJIMA

Klasifikacija poštanskih usluga vrši se na osnovu više kriterijuma uslovljeno opredeljenjem korisnika poštanskih usluga za onu vrstu poštanskih usluga koja odgovara:

- prirodi sadržine pošiljke,
- vrsti i značaju pošiljke,
- brzini prenosa i načinu uručenja,
- stvarnoj vrednosti pošiljke,
- značaju saopštenja,
- adresi primaoca [2].

Poštanske usluge su usluge prijema, prenosa (prerada i prevoz) i uručenja/isplate poštanskih pošiljaka. U zavisnosti od načina obavljanja, sadržine, dimenzija, vrednosti, mase, načina pakovanja i brzine prenosa, poštanske usluge obuhvataju sledeće:

- pismonosne usluge,
- uputničke usluge,
- paketske usluge,
- posebne usluge,
- usluge dodatne vrednosti,
- usluge po posebnom zahtevu [2].

Elektronske usluge koje trenutno pruža Pošta Srbije su usluge Pošta NET, elektronski sertifikati i vremenski žigovi, aplikativna rešenja Pošte Srbije, evidentiranje i održavanje adresnih podataka, elektronsko registrovano pismo – er Pismo i **usluge geografsko informacionog sistema Pošte (GIS)** [3].

Pošta Srbije svojim korisnicima pruža i usluge, koje su strateški važne, kao što su: track and trace, pretraživanje lokacija poštanskih jedinica, pronalaženje poštanskog adresnog koda (PAKa), informacije o uslugama i tarifama putem interneta, hibridna pošta, online usluge, kontakt i korisničke usluge zasnovani na webu [3].

4. POSTOJEĆA REŠENJA DOSTAVE U RURALNIM PODRUČJIMA

Poštanska mreža javnog poštanskog operatora organizovana je tako da obuhvati svako naseljeno mesto, radi pružanja univerzalne poštanske usluge na celokupnoj teritoriji zemlje. Postavlja se ključno pitanje: Kako organizovati poštansku mrežu javnog operatora i kako njome upravljati da bi se troškovi smanjili, a korisnicima pružila unapređenja usluga?

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Šarac, red. prof.

U cilju dosupnosti poštanskih usluga svim korisnicima, kao jedno od rešenja su pokretne pošte. Pokretna pošta (MPO - Mobile Post Office) smeštena je u tipsko drumsko vozilo, u kome je poslovni prostor organizovan po sistemu šalterskog poslovanja. Vozilo treba da ispunjava tehničke i druge uslove, a usluge se pružaju korisnicima u utvrđenom vremenu u dva ili više naseljenih mesta [4].

Takođe, jedno od rešenja prilikom dostave, uglavnom paketa, može biti dostava dronom.

Dron je vrsta letelice bez posade. Najčešća i tradicionalna primena dronova je u vojne svrhe, ali se sve više testiraju mogućnosti za njihovu primenu u raznim specijalnim službama (policija, vatrogasci, zdravstvo) i civilnim sektorima (razni oblici dostave, poljoprivreda) [5].

5. PREDLOG ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆIH REŠENJA

Unapređenje postojećih rešenja, odnosno kreiranje predloga za njihovo unapređenje omogućeno je korišćenjem GIS-a.

Za geografske informacione sisteme - GIS (eng. Geographic Information System) postoje različite definicije. Jedna od njih je: „GIS je sistem podrške u odlučivanju koji obuhvata integraciju prostorno-referenciranih podataka u okruženju za rešavanje problema” [6].

GIS ima veoma rasprostranjenu usluga pa se koristi u oblasti kao što su saobraćaj, poljoprivreda, arheologija, šumarstvo, zdravstvo, turizam, marketing, projektovanje. itd.

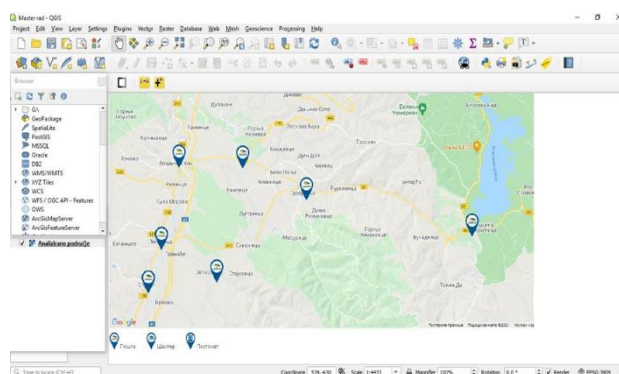
QGIS (Quantum GIS) je besplatna aplikacija za geografski informacioni sistem (GIS) za desktop platformu sa otvorenim kodom (eng. open-source) koja omogućava pregled, uređivanje i analizu geoprostornih podataka. QGIS funkcioniše kao softver za geografski informacioni sistem (GIS), omogućavajući korisnicima da analiziraju i uređuju prostorne informacije, pored sastavljanja i eksporta grafičkih mapa [7].

Za potrebe izrade rada i istraživanja odabrano je područje u okolini Surdulice, koje pripada Pčinjskom okrugu. Ideja, odnosno cilj, jeste da se omogući da usluga bude dostupna svim korisnicima u što kraćem roku, a sve to se obuhvata uvođenjem nove usluge, odnosno „Usluge na zahtev”. U Surdulici se trenutno nalazi jedna poštanska jedinica, a radi lakše dostupnosti i doprinosa kvalitetu poštanskim uslugama, od značaja bi upravo bilo uvođenje „Usluge na zahtev”. Takođe, područje ima pretenziju i poseduje resurse da se razvija ruralni turizam, jer mu to njegov položaj dozvoljava.

U samom programu QGIS učitana je mapa za područje koje se analizira (Slika 1.) i na njoj su prikazane lokacije već postojećih poštanskih jedinica. Mapa je preuzeta iz baze Pošte [8].

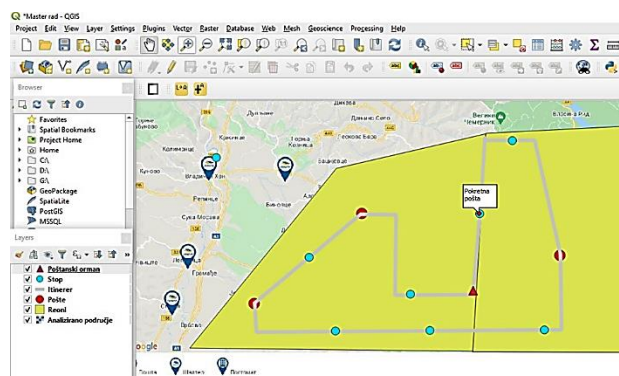
Nakon učitavanja mape, pristupa se rešavanju problema koji se analizira pomoću QGIS-a. Izmerena su rastojanja između, odnosno od ruralnog područja koje se analizira do najbližih već postojećih poštanskih jedinica. Posle dobijanja rezultata merenja rastojanja i analize istih, pristupilo se rešavanju problema, odnosno davanju

predloga, kako bi usluga na zahtev bila rasprostranjena u što većoj meri, odnosno pokrila što veći procenat teritorije ruralnog područja.



Slika 1. Učitana mapa analiziranog područja u QGIS-u

Takođe, područje je u toku istraživanja, radi boljeg pokrivanja poštanskim uslugama, podeljeno na dva reona. U okviru samog programa za potrebe istraživanja, ucrtane su, odnosno označene, već postojeće poštanske jedinice, a daljim istraživanjem i dobijanjem rezultata, ucrtane su rute kretanja kurira (itinereri), mesta zaustavljanja kurira (stopovi), kao i mesta koja su pogodna za postavljanje poštanskih ormara i mesto stacioniranja pokretne pošte (Slika 2.).



Slika 2. Rezultati dobijeni radom u QGIS-u

Na Slici 2. crveni krugovi predstavljaju već postojeće poštanske jedinice, zelenim krugovima su označeni stopovi, gde se sa jednim od njih polklapa i lokacija pokretne pošte. Crveni trougao predstavlja lokaciju poštanskog ormara, a sivom linijom su obeležene rute kretanja kurira.

6. RAZMATRANJE REZULTATA IPLEMENTACIJE PREDLOŽENOG REŠENJA

Rezultati do kojih se dolazi uvođenjem ovakvog načina usluge, „Usluge na zahtev”, jesu povećanje broja korisnika usluga, kao i zadržavanje već postojećih korisnika poštanskih usluga. Takođe jedan od rezultata je smanjenje zagađivanja životne sredine, tako što korisnici ne moraju da koriste svoja prevozna sredstva već im pošta pruža usluge na kućnom pragu, samim tim dolazi i do smanjena količine izduvnih gasova.

Gledano sa aspekta pružaoca usluga, pruža se mogućnost da smanje upotrebu vozila u svrhe obavljanja zadataka, tako što će se usluge delimično usmeravati na korišćenje dronova, i njihovo obavljanje se vrši uz pomoć drona. Ova usluga podstiče što veći razvoj elektronskih usluga, što u nekoj meri i jeste cilj, radi zadržavanja i dobijanja novih korisnika u vidu mlađe populacije koji su korisnici poštanskih usluga.

7. ZAKLJUČAK

GIS broji i mnoge prednosti a neke od nji su jednostavno skladištenje podataka, geografsko upravljanje, smanjenje troškova. Neki od slučajeva u kojima GIS može da se primeni su sledeći: primenjuje se za određivanje putanje kurira/poštara, za pronalaženje velikih kornisnika, itd.

Samo uvođenje nove usluge kao i inovacije sa sobom snose i određene rizike, u tom smislu da li će korisnici i u kojoj meri prihvatiti novu uslugu. Prednosti uvođenja „Usluge na zahtev“ su ti što uvođenjem ove usluge se povećava dostupnost poštanske mreže, smanjuje se zagađivanje životne sredine, kao i količina izduvnih gasova, jer korisnici ne koriste svoja vozila za odlazak u poštu.

8. LITERATURA

- [1] Drobnjaković M., „Razvojna uloga ruralnih naselja centralne Srbije”, Geografski institut „Jovan Cvijić” SANU, Beograd, 2019.
- [2] Kujačić M., „Poštanske usluge i mreža”, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2010.
- [3] <https://www.posta.rs/>
- [4] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Mobile_post_office
- [5] Dobrodolac M., Marković D., Lazarević D., „Dostava pomoću drona”, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, 2017.
- [6] <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis>
- [7] <https://guides.library.upenn.edu/c.php?g=475976&p=3255387>
- [8] <http://www.postagis.rs/>

Kratka biografija:



Miloš Gavrić rođen je u Novom Sadu 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2021.god. kontakt: gavricmilos961@gmail.com

**KINETIKA ELEKTROKOAGULACIONOG UKLANJANJA BAKRA IZ EFLUENTA
OFSET ŠTAMPE****KINETICS OF ELECTROAGULATION REMOVAL OF COPPER FROM OFFSET
PRINTING EFFLUENT**

Milena Nikčević, Savka Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je sprovedena kinetička studija elektrokoagulacionog uklanjanja bakra iz otpadnog ofset razvijaa da bi se utvrdila korelacija između operativnih promenljivih (kombinacije elektroda, međuelektrodnog rastojanja i gustine struje) samog procesa i konstante brzine reakcije uklanjanja bakra iz ofset efluenta.

Ključne reči: Efluent ofset štampe, bakar, elektrokoagulacioni tretman, kinetički modeli pseudo-prvog i pseudo-drugog reda

Abstract – Kinetic study of electrocoagulation removal of copper from waste offset developer is conducted. The correlation between operational variables (electrode combinations, interelectrode distance, and current density) of the process and the constant reaction rate of copper removal from offset effluent was determined.

Keywords: Offset printing effluent, copper, electrocoagulation treatment, kinetic models of pseudo-first and pseudo-second-order

1. UVOD

Konačni ofset grafički proizvod sastoji se iz tri komponente: podloge, grafičkih boja i sredstva za vlaženje emulgovanog u boji. Takođe, važna indirektna komponenta je i štamparska forma bez koje ne bi bilo prenosa boje na podlogu. Po svom sastavu navedene komponente su kompleksne i proces njihovog spajanja zahteva konstantnu pažnju i određeno iskustvo. Zbog te kompleksnosti, veliki broj faktora definiše kvalitet samog procesa štampe, ali i konačnog otiska [1].

Proces razvijanja ofset ploče je fizičko-hemijska pojava rastvaranja neštampajućih elemenata na površini oslojene ofset ploče pomoću alkalnog rastvora razvijaa [1]. Na svojstva štamparske forme utiču: hemikalije koje ulaze u sastav ofset razvijaa, parametri pri kojima se primenjuje sam razvijaa (temperatura i vreme ekspozicije) i karakteristike razvijaa poput pH vrednosti i starosti [2, 3].

Posle razvijanja ofset štamparske ploče i dobijanja štamparske forme generiše se efluent ofset razvijaa, tj. otpadni razvijaa. Prilikom procesa razvijanja sastav polaznog razvijaa se menja na taj način što se obogaćuje hemikalijama koje su prisutne na površini ofset štamparske forme kao što su razna organska veziva, fotoosetljiva jedinjenja, pigmenti i teški metali [2].

NAPOMENA:

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

Efluent ofset razvijaa je najčešće po svojim karakteristikama toksičan i potencijalno štetan za životnu sredinu. U cilju smanjivanja ili potpunog neutralisanja potencijalno negativnog dejstva na grafičku okolinu važna je fizičko-hemijska analiza njegovog sastava kao i odabir adekvatne metode za njegov tretman [2]. Kvalitetno opisivanje otpadne vode, sa što većim brojem parametara, je preduslov za pravilan izbor tehnologije koja će se primeniti za njeno prečišćavanje [4]. Nažalost usled veoma malog broja funkcionalnih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ista se ispušta u prirodne recipijente bez ikakvog tretmana. Neadekvatan tretman ili nedostatak tretmana nanosi ogromnu štetu životnoj sredini i stvara mnogostruke probleme kako u ekološkoj, tako i u socijalno-ekonomskoj sferi, jer je tretman otpadnih voda ogledalo civilizacijskog nivoa koji je određeno društvo dostiglo.

Kada se odabere i sprovede efikasan tretman za uklanjanje zagađujućih materija iz efluenta, kinetička studija tretmana omogućava definisanje brzine uklanjanja polutanata iz efluenta. Kinetička studija je pogodna za procenu uticaja operativnih parametara tretmana na efikasnosti uklanjanja polutanata iz efluenta [2].

Kinetička studija elektrokoagulacionog uklanjanja bakra iz otpadnog ofset razvijaa je sprovedena u radu da bi se utvrdila korelacija između operativnih promenljivih (kombinacije elektroda, međuelektrodnog rastojanja i gustine struje) samog procesa i konstante brzine reakcije uklanjanja bakra iz ofset efluenta.

2. EKSPERIMENTALNI DEO**2.1. Analiza teških metala u otpadnom ofset razvijaa**

Otpadni ofset razvijaa (OR) nastao je kontaminacijom komercijalnog ofset razvijaa LP-DS, proizvođača Fuji-film, Japan. Koncentracije teških metala (bakra, cinka, nikla, kadmijuma, hroma i olova) u analiziranom OR određene su primenom atomske apsorpcione spektroskopske metode (engl., Atomic Absorption Spectroscopy, AAS), na spektrofotometru PerkinElmer Aanalyst 700 (USA), prema standardnoj EPA 7000B metodi [5].

2.2. Elektrokoagulacioni tretman otpadnog ofset razvijaa

Za elektrokoagulaciono (EK) uklanjanja bakra iz OR upotrebljena je aparatura koja se sastoji iz:

- EK ćelije,
- 4 elektrode od aluminijuma, gvožđa ili njihove kombinacije,
- izvora struje,

- magnetne mešalice sa jezgrom i
- ofset efluenta.

EK ćelija je laboratorijska čaša zapremine 250 mL, izgrađena od borsilikatnog stakla.

Za EK eksperimente upotrebljene su 4 kombinacije elektroda:

- prva, Al(-)/Al(+) kombinacija koja se sastoji od četiri aluminijumske elektrode,
- druga, Al(-)/Fe(+) kombinacija koja se sastoji od dve aluminijumske i dve gvozdene elektrode,
- treća, Fe(-)/Fe(+) kombinacija koja se sastoji od četiri gvozdene elektrode i
- četvrta, Fe(-)/Al(+) kombinacija koja se sastoji od dve gvozdene i dve aluminijumske elektrode.

Sve četiri navedene, različite kombinacije elektroda su povezane u bipolarnom serijskom modu. To znači da su samo spoljašnje elektrode povezane za anodu i katodu.

Bez obzira na vrstu materijala (Al ili Fe), svaka elektroda je istih dimenzija: širine 5 cm, visine 10 cm i debljine 0,1 cm. Ukupna površina svake elektrode je 100 cm².

Pre EK tretmana ofset efluenta pripremljene su sve četiri kombinacije elektroda kroz pet faza da bi se uklonio pasivni oksidni sloj sa njihove površine. Priprema elektroda obuhvatila je sledeće faze:

- mehaničku obradu površine elektroda sa abrazivnim papirom,
- ispiranje poliranih elektroda sa dejonizovanom vodom,
- hemijsku obradu elektroda, tj. potapanje elektroda u rastvor hlorovodonične kiseline u vremenu od 10 minuta,
- ispiranje hemijski obrađenih elektroda sa dejonizovanom vodom i
- sušenje elektroda.

EK tretman je sproveden po sledećoj proceduri:

- U EK ćeliju od 250 mL se sipa 220 mL OR.
- Elektrode se postavljaju na zadato rastojanje i urone u OR.
- Spoljašnje elektrode se povežu za izvor jednosmerne struje (leva je katoda (-) dok je krajnja desna elektroda anoda (+)).
- Na potenciometru se podesi gustina struje od 2 mA cm⁻².
- Doda se u OR 0,50 g natrijum-hlorida.
- Ubaci se magnetno jezgro u EK ćeliju sa OR.
- Na kraju se uključi izvor struje i magnetna mešalica sa brzinom od 450 rpm (obrta/minuti).

Da bi se pratio napredak i efikasnost EK tretmana efluenta ofset štampe, uzorci zapremine 15 mL su sakupljeni iz EK ćelije u određenom operativnom vremenu (1, 5, 10, 20, 40 i 60 minuta) [6].

Nakon završetka EK tretmana, sakupljeni test uzorci su centrifugirani (Centrifuga Tehnica Železniki, Slovenija) na 2000 rpm tokom 15 minuta i filtrat je analiziran na sadržaj bakra primenom standardne AAS metode [6].

Za svaku od četiri kombinacije elektroda tri optimalne vrednosti gustine struje od 2, 4 i 8 mA cm² su primenjene. Vrednostima gustine struje od 2, 4 i 8 mA cm² odgovaraju jačine struje od 0,08, 0,16 i 0,32 A, redom [6]. Takođe, za svaku kombinaciju elektroda i za određenu gustinu struje EK tretmani efluenta ofset štampe

sprovedeni su za tri različita međuelektrodna rastojanja od 0,5, 1,0 i 1,5 cm, redom [6]. Dakle za svaku kombinaciju elektroda je sprovedeno po 9 EK eksperimenata i sakupljena 54 alikvota za analizu bakra.

2.3. Kinetička studija elektrokoagulacionog tretmana otpadnog ofset razvijaača

Kinetička studija EK tretmana OR sprovedena je u cilju proučavanja brzine uklanjanja bakra kao i uticaja operativnih promenljivih EK tretmana na konstantu brzine reakcije. Da li je kinetika EK reakcije uklanjanja bakra iz industrijskih otpadnih voda pseudo-prvog ili pseudo-drugog reda, procenjuje se na osnovu smanjenja koncentracija bakra u vremenskom intervalu i crtanja grafika zavisnosti $\ln(C_t/C_0) = f(t)$ i $1/C_t = f(t)$, redom. Za obradu eksperimentalnih podataka primenom odgovarajućeg kinetičkog modela pseudo-prvog ili pseudo-drugog reda, upotrebljen je program Origin6.1 (OriginLab Corporation, SAD). Na sve tačke konstruisanih grafika, koje predstavljaju eksperimentalno dobijene vrednosti, primenjeno je linearno „fitovanje”, jer su oba kinetička modela data u formi linearne jednačine ($y = A + Bx$). Primenom odgovarajućih parametara fitovanja, koje softver automatski pruža, izračunate su konstante brzine pseudo-prvog i pseudo-drugog reda kao i koeficijent korelacije (R^2). Kako R^2 predstavlja meru slaganja eksperimentalnih podataka sa primenjenim kinetičkim modelom pseudo-prvog ili pseudo-drugog reda, na osnovu vrednosti R^2 odabran je kinetički model koji najbolje opisuje brzinu uklanjanja bakra iz OR primenom EK tretmana [2].

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Koncentracije teških metala u ofset efluentu

Koncentracije analiziranih teških metala (bakra, cinka, nikla, kadmijuma, hroma i olova) u ispitivanom OR, određene primenom atomske apsorpcione spektroskopske metode, prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Detektovane koncentracije teških metala u OR

Metal	Koncentracija (mg L ⁻¹)
Bakar (Cu)	24,10 ± 2,30
Cink (Zn)	0,30 ± 0,03
Nikal (Ni)	< MDL*
Kadmijum (Cd)	< MDL*
Hrom (Cr)	< MDL*
Olovo (Pb)	< MDL*
*MDL – Limit detekcije metode (engl., Method Detection Limit)	

Rezultati AAS analize teških metala u ofset efluentu (tabela 1) pokazuju da se tokom razvijanja ofset štamparske forme, polazni razvijaač kontaminira bakrom i cinkom. Prema aktuelnim uredbama Republike Srbije („Sl. glasnik RS”, br. 67/2011 i 48/2012 i „Sl. glasnik RS”, br. 1/2016) granične vrednosti emisije bakra i cinka, za tehnološke otpadne vode pre njihovog ispuštanja u kanalizaciju iznose 2 mg L⁻¹. Evidentno je da je koncentracija bakra (24,10 mg L⁻¹) u OR oko 92% veća od vrednosti koju propisuju Uredbe, čime se OR definiše kao efluent sa negativnim ekološkim statusom.

Kako koncentracija cinka u OR ne prelazi graničnu vrednost prema aktuelnim Uredbama Republike Srbije, već je u odnosu na nju manja 93%, kinetička studija EK tretmana je sprovedena samo za bakar.

3.2. Kinetička studija pseudo-prvog reda

Konstante brzine pseudo-prvog reda za uklanjanje bakra iz OR primenom EK tretmana za četiri ispitivane kombinacije elektroda, Al(-)/Al(+), Al(-)/Fe(+), Fe(-)/Fe(+) i Fe(-)/Al(+), prikazane su u tabelama 2, 3, 4 i 5, redom.

Tabela 2. Konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda i koeficijenti korelacije za uklanjanje bakra iz EK tretiranog OR primenom Al(-)/Al(+) kombinacije elektroda

Kombinacija elektroda	r (cm)	i (mA cm ⁻²)	k ₁ (min ⁻¹)	R ²
Al(-)/Al(+)	0,5	2	0,040	0,963
		4	0,056	0,845
		8	0,067	0,888
	1,0	2	0,067	0,852
		4	0,112	0,928
		8	0,116	0,893
	1,5	2	0,060	0,981
		4	0,070	0,862
		8	0,077	0,817

Za Al(-)/Al(+) kombinaciju elektroda uočava se da konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda rastu sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² za sva tri međuelektrodna rastojanja (tabela 2). Najviša vrednost k₁ konstante (0,116 min⁻¹) je za međuelektrodno rastojanje od 1,0 cm i gustinu struje od 8 mA cm⁻² i u odnosu na najnižu vrednost (0,040 min⁻¹) je viša oko 66%. Samo dve R² vrednosti (0,963 i 0,981) imaju zadovoljavajući rezultat, tj. vrednosti više od 0,95.

Tabela 3. Konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda i koeficijenti korelacije za uklanjanje bakra iz EK tretiranog OR primenom Al(-)/Fe(+) kombinacije elektroda

Kombinacija elektroda	r (cm)	i (mA cm ⁻²)	k ₁ (min ⁻¹)	R ²
Al(-)/Fe(+)	0,5	2	0,038	0,986
		4	0,049	0,887
		8	0,053	0,809
	1,0	2	0,056	0,856
		4	0,075	0,854
		8	0,103	0,961
	1,5	2	0,052	0,987
		4	0,057	0,843
		8	0,060	0,817

Konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda za Al(-)/Fe(+) kombinaciju elektroda rastu sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² za sva tri međuelektrodna rastojanja (tabela 3). Takođe se uočava da međuelektrodno rastojanje od 1,0 cm ima najveću vrednost k₁ konstante brzine reakcije pseudo-prvog reda (0,103 min⁻¹) pri gustini struje od 8 mA cm⁻². Najviša vrednost k₁ konstante u odnosu na najnižu vrednost k₁ konstante (0,038 min⁻¹) je viša oko 63%. Takođe, tri R² vrednosti (0,986; 0,961 i 0,987) imaju zadovoljavajući rezultat, tj. vrednost višu od 0,95.

Sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² za sva tri međuelektrodna rastojanja (tabela 4) konstante brzine

reakcija pseudo-prvog reda za Fe(-)/Fe(+) kombinaciju elektroda rastu. Uočava se da R² vrednosti nemaju zadovoljavajući rezultat, jer su sve vrednosti niže od 0,95.

Tabela 4. Konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda i koeficijenti korelacije za uklanjanje bakra iz EK tretiranog OR primenom Fe(-)/Fe(+) kombinacije elektroda

Kombinacija elektroda	r (cm)	i (mA cm ⁻²)	k ₁ (min ⁻¹)	R ²
Fe(-)/Fe(+)	0,5	2	0,038	0,866
		4	0,047	0,900
		8	0,050	0,864
	1,0	2	0,043	0,868
		4	0,051	0,797
		8	0,053	0,839
	1,5	2	0,040	0,859
		4	0,048	0,838
		8	0,051	0,906

Za analizirana međuelektrodna rastojanja uočava se da sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² rastu konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda za Fe(-)/Al(+) kombinaciju elektroda. Kao i u slučaju kombinacije od 4 gvozdene elektrode i za Fe(-)/Al(+) kombinaciju sva tri međuelektrodna rastojanja imaju bliske intervale k₁ konstanti (tabela 5).

Tabela 5. Konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda i koeficijenti korelacije za uklanjanje bakra iz EK tretiranog OR primenom Fe(-)/Al(+) kombinacije elektroda

Kombinacija elektroda	r (cm)	i (mA cm ⁻²)	k ₁ (min ⁻¹)	R ²
Fe(-)/Al(+)	0,5	2	0,027	0,998
		4	0,038	0,945
		8	0,042	0,926
	1,0	2	0,041	0,860
		4	0,046	0,842
		8	0,048	0,868
	1,5	2	0,034	0,965
		4	0,042	0,836
		8	0,044	0,849

Pouzdanost kinetičke studije pseudo-prvog reda za procenu uticaja kombinacije elektroda, međuelektrodnog rastojanja i gustine struje na efikasnost uklanjanja bakra iz EK tretiranog OR nije zadovoljavajuća jer 29 vrednosti koeficijenta korelacije R², tj. 80,6% vrednosti, su niže od 0,95.

3.3. Kinetička studija pseudo-drugog reda

Za kombinaciju od četiri aluminijumske elektrode uočava se da konstante brzine reakcija pseudo-drugog reda rastu sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² za međuelektrodna rastojanja od 0,5, 1,0 i 1,5 cm. Za Al(-)/Al(+) kombinaciju elektroda, najviša vrednost k₂ konstante (2,051 L mg⁻¹ min⁻¹) dobija se za međuelektrodno rastojanje od 1,0 cm i gustinu struje od 8 mA cm⁻². Dobijena najviša vrednost k₂ konstante u odnosu na najnižu vrednost k₂ konstante (0,008 min⁻¹) je viša 99,6%. Za Al(-)/Al(+) kombinaciju elektroda tri R² vrednosti (0,754; 0,865 i 0,873) su niže od 0,95.

Konstante brzine k_2 reakcija pseudo-drugog reda za Al(-)/Fe(+) kombinaciju elektroda rastu za sva tri među-elektrodna rastojanja sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻². Data kombinacija elektroda, za među-elektrodno rastojanje od 1,0 cm pri gustini struje od 8 mA cm⁻² ima najveću vrednost k_2 konstante (1,461 L mg⁻¹ min⁻¹). Najviša vrednost k_2 konstante u odnosu na najnižu vrednost (0,006 L mg⁻¹ min⁻¹) je viša 99,5%. Takođe, sve R^2 vrednosti imaju zadovoljavajući rezultat, tj. vrednost više od 0,95.

Sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² za ispitivana među-elektrodna rastojanja od 0,5, 1,0 i 1,5 cm k_2 konstante za Fe(-)/Fe(+) kombinaciju elektroda rastu. Među-elektrodno rastojanje od 1,0 cm za gustinu struje od 8 mA cm⁻² ima najvišu vrednost k_2 konstante brzine reakcija pseudo-prvog reda (0,040 L mg⁻¹ min⁻¹). Samo jedna R^2 vrednost (0,869) nema zadovoljavajući rezultat, tj. ima vrednost nižu od 0,95. Visoke vrednosti R^2 za osam k_2 konstanti ukazuju na pouzdanost reakcije pseudo-drugog reda za opisivanje kinetike uklanjanja bakra iz OR primenom EK tretmana.

Za analizirana među-elektrodna rastojanja od 0,5, 1,0 i 1,5 cm uočava se da sa povećanjem gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² rastu konstante brzine reakcija pseudo-drugog reda za Fe(-)/Al(+) kombinaciju elektroda. Zbog bliskosti intervala k_2 konstanti za 0,5, 1,0 i 1,5 cm najviše k_2 vrednosti u odnosu na najniže vrednost su više oko 70, 65 i 69%, redom. Uočava se da sve R^2 vrednosti imaju zadovoljavajući rezultat, jer su sve vrednosti više od 0,95.

Pouzdanost kinetičke studije pseudo-drugog reda za procenu uticaja operativnih promenljivih (kombinacije elektroda, među-elektrodno rastojanja i gustine struje) na efikasnost uklanjanja bakra iz EK tretiranog OR potvrđuju 32 vrednosti (88,9%) koeficijenata korelacije R^2 koje su više od 0,95. S obzirom da u kinetičkoj studiji pseudo-prvog reda čak 83% R^2 vrednosti su niže od 0,95, brzina uklanjanja bakra iz EK tretiranog OR može se opisati reakcijom pseudo-drugog reda. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa radom Vasudevan i saradnika (2012) koji su dokazali da uklanjanje bakra iz EK tretirane vode sa gvozdanim elektrodama prati kinetiku pseudo-drugog reda [7].

4. ZAKLJUČAK

Tokom razvijanja ofset štamparske forme, polazni razvijatelj kontaminira se bakrom (24,10 mg L⁻¹) i cinkom (0,30 mg L⁻¹). Kako za razliku od bakra koncentracija cinka u OR ne prelazi graničnu vrednost emisije od 2 mg L⁻¹, kinetička studija EK tretmana je analizirana samo za bakar.

Kinetička studija EK uklanjanja bakra iz ofset efluenta utvrdila je korelaciju između operativnih promenljivih (kombinacije elektroda, među-elektrodno rastojanja i gustine struje) procesa i konstanti brzine reakcije pseudo-prvog i pseudo-drugog reda. Dobijeni rezultati kinetičke studije pokazuju da konstante i pseudo-prvog, k_1 i pseudo-drugog reda, k_2 opadaju u sledećim nizovima za:

- kombinacije elektroda: Al(-)/Al(+) > Al(-)/Fe(+) > Fe(-)/Fe(+) > Fe(-)/Al(+),
- među-elektrodna rastojanja: 1,0 > 1,5 > 0,5 cm i
- gustine struje: 8 > 4 > 2 mA cm⁻².

Za najefikasniju Al(-)/Al(+) kombinaciju elektroda, među-elektrodno rastojanje od 1,0 cm i porast gustine struje od 2 do 8 mA cm⁻² vrednosti k_1 konstanti za reakciju pseudo-prvog reda uklanjanja bakra iz EK tretiranog OR su u intervalu od 0,067 do 0,116 min⁻¹. Za iste operativne EK parametre vrednosti k_2 konstanti za reakciju pseudo-drugog reda su u intervalu od 0,051 do 2,051 L mg⁻¹ min⁻¹.

Na osnovu vrednosti koeficijenata korelacije R^2 utvrđena je pouzdanost kinetičke studije uklanjanja bakra iz EK tretiranog OR. Za kinetički model pseudo-drugog reda i k_2 konstantu 88,9% koeficijenata korelacije R^2 su viši od 0,95. Kako je u kinetičkoj studiji pseudo-prvog reda čak 80,6% R^2 vrednosti niže od 0,95, brzina uklanjanja bakra iz EK tretiranog OR se opisuje reakcijom pseudo-drugog reda.

5. LITERATURA

- [1] <http://www.grid.uns.ac.rs/predmet2.html?predmet=66> (pristupljeno u julu 2021.).
- [2] S. Adamović, "Elektrokoagulacioni i adsorpcioni tretmani efluenta u grafičkim procesima ofset štampe", Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2016.
- [3] <http://www.grid.uns.ac.rs/predmet2.html?predmet=63> (pristupljeno u julu 2021.).
- [4] D. Povrenović, M. Knežević, "Osnove tehnologije prečišćavanja otpadnih voda", Beograd, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2013.
- [5] EPA 7000B Method: Flame Atomic Absorption Spectrophotometry, Revision 2 February 2007.
- [6] S. Adamovic, M. Prica, B. Dalmacija, S. Rapajic, D. Novakovic, Z. Pavlovic, S. Maletic, "Feasibility of electrocoagulation/flotation treatment of waste offset printing developer based on the response surface analysis", *Arabian Journal of Chemistry*, Vol. 9, pp. 152-162, 2016.
- [7] S. Vasudevan, J. Lakshmi, R. Kamaraj, G. Sozhan, "A critical study on the removal of copper by an electrochemically assisted coagulation: equilibrium, kinetics, and thermodynamics", *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, Vol. 8, pp. 162-171, 2012.

Adrese autora za kontakt:

Milena Nikčević – milenanikcevic123@gmail.com
 Doc. dr Savka Adamović – adamovicsavka@uns.ac.rs
 Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, UNS.

**ISPITIVANJE EFEKTIVNOSTI DIZAJNA REKLAMNOG SADRŽAJA NA
INTERAKTIVNOM PROTOTIPU MOBILNE APLIKACIJE****EXAMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF ADVERTISING CONTENT DESIGN ON
AN INTERACTIVE PROTOTYPE OF A MOBILE APPLICATION**

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

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj rada jeste ispitivanje kako korisnici reaguju na reklame koje se prikazuju u mobilnim aplikacijama i koji od dva tipa reklama (nativne ili baner reklame) ima veću vidljivost i efikasnost u mobilnom oglašavanju. Podaci prikupljeni primenom eye-tracking metodologije dali su detaljniji uvid u ponašanje korisnika prilikom korišćenja mobilne aplikacije u kojoj su postavljene reklame. Eye-tracking obrasci skeniranja prototipa mobilne aplikacije, kao i odgovori ispitanika prikupljeni anketom, otkrivaju da su nativne reklame efektivnije rešenje za plasiranje oglasa koje ne utiče negativno na korisničko iskustvo.

Ključne reči: UI/UX dizajn, Mobilna aplikacija, Mobilno oglašavanje, Eye-tracking metodologija

Abstract – This paper examines how users react to advertisements displayed in mobile applications and which of the two types of advertisements (native or banner) has greater visibility and efficiency in mobile advertising. Data collected using the eye-tracking methodology provided a more detailed insight into user behavior when using a mobile application in which advertisements were placed. Furthermore, eye-tracking scanning patterns and the responses of subjects collected by the survey reveal that native ads are a more effective solution for ad placement that does not negatively affect the user experience..

Keywords: UI/UX design, Mobile application, Mobile advertising, Eye-tracking methodology

1. UVOD

Početak 21. veka karakteriše razvoj internet tehnologije koji je značajno uticao na mnoge aspekte naših života. Sve veće prisustvo i popularnost mobilnih telefona dovelo je do novog vida oglašavanja – mobilnog oglašavanja, koje je danas jedna od najefikasnijih marketing aktivnosti. Reklame na telefonima mogu biti u vidu tekstualnih oglasa, banera, video snimaka ili deo interfejsa video igre. Kako im je primarna uloga privlačenje pozornosti i podsticaj na kupovinu što većeg broja potencijalnih korisnika, potrebno je veliku pažnju posvetiti pravilnom odabiru tipu reklama koji će se implementirati u mobilnoj aplikaciji.

NAPOMENA:

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

Cilj rada jeste ispitivanje kako korisnici reaguju na reklame koje se prikazuju u mobilnim aplikacijama. Kroz praktični deo rada biće utvrđeno da li korisnici opažaju reklame, da li ih pamte, šta prvo uoče na reklamama, i koliko reklame utiču na korisničko iskustvo pri korišćenju mobilnih aplikacija. Kreirane su dve verzije klikabilnog prototipa mobilne aplikacije sa identičnim sadržajem, ali različitim načinom plasiranja oglasa (verzija sa nativnim reklama i verzija sa banerima) i testirane su od strane dve grupe ispitanika. Cilj ispitivanja jeste da se primenom uređaja za praćenje pokreta očiju utvrdi koji tip reklama ne narušava korisničko iskustvo i ima veću vidljivost.

2. UI/UX DIZAJN

Dizajn korisničkog iskustva (UX) često se koristi naizmenično sa terminima kao što su dizajn korisničkog interfejsa (UI) i upotrebljivost. Prema Donu Normanu, korisničko iskustvo obuhvata sve aspekte interakcije krajnjeg korisnika sa kompanijom, njenim uslugama i proizvodima. UX dizajn razmatra svaki element koji oblikuje ovo iskustvo, kako se korisnik oseća i koliko je korisniku lako da izvrši željene zadatke [1]. Dizajn korisničkog iskustva je širok pojam koji se može podeliti u četiri glavne discipline, a to su: strategija iskustva, dizajn interakcije, istraživanje korisnika i informaciona arhitektura [2].

Dizajn korisničkog interfejsa (UI) definiše kako će aplikacija izgledati [3]. Korisnički interfejs se sastoji od dugmadi na koje će se kliknuti, teksta koji će pročitati, slika, klizača, polja za unos teksta i svih ostalih elemenata sa kojima korisnik stupa u interakciju. To uključuje izgled ekrana, tranzicije i animacije elemenata, kao i mikro interakcije. Osnovni principi dizajna korisničkog interfejsa su: kontrola interfejsa od strane korisnika, ugodna interakcija sa proizvodom, smanjenje kognitivnog opterećenja i doslednost korisničkog interfejsa [4].

Jedna od faza izrade UI/UX dizajna jeste testiranje korisnika. Iako dizajneri na osnovu prethodnih istraživanja i svog iskustva mogu da približno predvide kako će korisnici reagovati na proizvod, testiranjem korisnika prikupljaju se dodatni podaci od vitalnog značaja da se korisnicima pruži tačno ono što oni žele od određenog proizvoda. Postoji mnogo različitih tipova korisničkog testiranja koji su razvijeni da bi uključili korisnika u proces donošenja odluka, neki od njih su: ispitivanje upotrebljivosti, fokus grupe, beta testiranje, A/B testiranje, ankete, kao i testiranje primenom eye-tracking metodologije [5].

3. EYE-TRACKING METODOLOGIJA ISPITIVANJA UI/UX DIZAJNA

Eye-tracking metodologija omogućava otkrivanje problema sa upotrebljivošću dizajna aplikacije bez narušavanja prirodnog ponašanja korisnika. *Eye-tracking* ispitivanje beleži precizno što korisnik posmatra i na taj način u velikoj meri može pomoći dizajnerima da bolje razumeju ponašanje korisnika. Decenije psiholoških istraživanja pokazuju da se značajan deo ljudskog ponašanja odvija na nesvesnom nivou. Korišćenjem *eye-tracking* metode ispitivanja otkriva se i deo nesvesnih aktivnosti i dobijaju podaci koje ljudi ne mogu verbalizovati primenom drugih uobičajenih metoda [6].

3.1. Princip rada i vizuelizacija

Eye-tracking podrazumeva praćenje širenja i kretanja zenice. Praćenje očiju je tehnologija koja meri pokrete očiju i pruža informacije o tome gde osoba gleda i koliko dugo joj je pogled na određenom mestu. Zadržavanje pogleda korisnika na istoj poziciji naziva se „fiksacija“, dok je kretanje oka između tačaka fiksacije poznato kao „sakada“ [6]. Vizuelizacija sakada pokazuje put kojim pogled ide između fiksacija.

4. MOBILNO OGLAŠAVANJE

U potrošačkom svetu koji stalno koristi mobilne telefone dobra reklamna kampanja mora da se fokusira na uređaje koji koriste potrošači. Iako se mobilno oglašavanje je drastično razlikuje od tradicionalnih koncepata izrade oglasa, ovaj vid oglašavanja i dalje koristi tradicionalne tehnike i strategije za prikupljanje demografskih podataka, kao upoznavanje sa navikama i sklonostima potrošača i pravljenje njihovih profila. Prednosti mobilnog oglašavanja uključuju porast broja angažovanih klijenata, isplativost, personalizovane odnose sa potrošačima i primenu ovakvih reklama na društvenim mrežama [7].

4.1. Vidljivost reklama u mobilnim aplikacijama

Vidljivost reklama ukazuje na to da li je oglas urađen na dobar način i da li je time omogućeno korisnicima da uoče reklamu prilikom korišćenja aplikacije. Da bi se oglas smatrao vidljivim, sadržaj oglasa mora biti dostupan u vidljivom predelu pregledača ili aplikacije najmanje jednu neprekidnu sekundu nakon prikazivanja oglasa, odnosno da se stvori razumna prilika da korisnik vidi reklamu [8]. Pored toga, kreativni sadržaj kampanje i pravilno targetiranje korisnika ključni su pokretači efikasnosti kampanje i nivoa angažovanosti korisnika. Preglednost oglasa igra glavnu ulogu i za vlasnike aplikacije, jer je važan kriterijum za procenu učinka odredišta za plasman oglasa. Niska ocena vidljivosti reklame trebalo bi da izazove vlasnike aplikacije da ponovo procene i prilagode poziciju reklame [8].

4.2. Nativne reklame i baneri

Reklamiranje u mobilnim aplikacijama ostvaruje veoma veliku vidljivost, međutim veoma je važno voditi računa o pravilnom izboru reklama koji će se koristiti u aplikaciji imajući u vidu da određene formate reklama korisnici smatraju veoma iritantnim i u određenoj meri narušavaju korisničko iskustvo.

Nativne reklame su vrsta mobilnih reklama i pojavljuju se u različitim oblicima i veličinama. Kombinuju reklamnu poruku sa sadržajem usmerenim na korisnika. To znači da umesto da oglašivači definišu oglas, oni dobijaju samo komponente oglasa. Na njima je da prikazuju element na načine koji se dobro uklapaju u njihovu aplikaciju. Dakle, oglas će se pojaviti kao deo sadržaja aplikacije. Korisnici i dalje mogu da pregledaju sadržaj aplikacije dok gledaju oglas i ne ometaju korisničko iskustvo. Prednosti ovakvog načina reklamiranja su: manja nametljivost u odnosu na druge formate i veća stopa učestalosti klikova [7].

Najstariji oblik reklama koji se koriste na mobilnim telefonima su baneri. Oni se najčešće nalaze u okviru mobilnih aplikacija ili veb stranica. Baneri za mobilne uređaje prikazuju se u statičnim oglasnim jedinicama koje se često postavljaju na vrh ili dno ekrana uređaja. Oni su relativno jednostavni i jeftini za izradu. Njihov zadatak je da privuku pažnju korisnika i preusmere ih sa početne stranice na stranicu ili aplikaciju oglašivača [7].

5. EKSPERIMENTALNA POSTAVKA

Prototip aplikacije *Arriver* koja će se koristiti u istraživanju predstavlja prototip izvorne aplikacije namenjene za android uređaje. Aplikacija predstavlja kombinaciju aplikacija za društvene mreže i putovanja, a njen osnovni cilj je da omogući korisniku da na jednom mestu vrlo lako može da ima prikaz svojih prethodnih putovanja koja su prikazana u okviru ličnog profila korisnika i korisničke stranice na kojoj se u vidu vremenske linije prikazuju sva mesta koje je korisnik posetio. Ispitivanje će se vršiti pomoću uređaja za praćenje pokreta očiju, a ispitanici će biti podeljeni u dve grupe. Jedna grupa će posmatrati prototip aplikacije sa nativnim reklamama, dok će druga grupa imati postavljene banere u aplikaciji.

5.1. Implementacija reklama u mobilnu aplikaciju

Kreirane su dve verzije klikabilnog prototipa mobilne aplikacije sa identičnim sadržajem, ali različitim načinom plasiranja oglasa (verzija sa izvornim (nativnim) reklamama i verzija sa banerima).

U prototipu su implementirana dva oglasa - jedan za hotel, a drugi za restoran gde će korisnici imati mogućnost da klikom na dugme koje se nalazi u okviru oglasa pronađu više informacija o reklamama koju su videli. Odluka nativnih reklama jeste da izgledaju kao deo aplikacije i da svojim izgledom ne privlače mnogo pažnje u odnosu na ostale delove interfejsa.

Ove reklame korisniku obično pružaju inicijalno više informacija u odnosu na banere. U verziji aplikacije sa nativnim oglasima obe reklame postavljene su na početnu stranicu, dok je u drugoj verziji jedan baner postavljen na početnu stranicu, a drugi na korisničku (profil) stranicu.

5.2. Ispitanici

U eksperimentu je učestvovalo 22 studenata Departmana za Grafičko inženjerstvo i dizajn u Novom Sadu, 16 žena i 6 muškaraca, prosečne starosti 23 godine.

Svi ispitanici često koriste ovakve vrste mobilnih aplikacija, tako da odabrani profil i starosna grupa ispitanika osigurava da su ispitanici na približno istom nivou iskustva i razumevanja zadatka.

5.3. Korišćena oprema i softver

U istraživanju je korišćen uređaj za praćenje očiju *Gazepoint Eye-tracker* zajedno sa softverskim alatima *Gazepoint Control* i *Gazepoint Analysis*.

Gazepoint je uređaj za praćenje oka koji koristi IR kameru koja sa frekvencijom od 60 Hz meri pokrete očiju i pruža informacije gde osoba gleda i koliko dugo je njen pogled na određenom mestu.

Gazepoint Control i *Gazepoint analysis* predstavljaju delove softvera koji omogućavaju kontrolisanje samog toka eksperimenta (kalibraciju, početak i kraj snimanja eksperimenta), kao i analizu dobijenih rezultata (pregled snimaka, prikaz mapa fiksacije, mapa opaciteta, toplotna mapa).

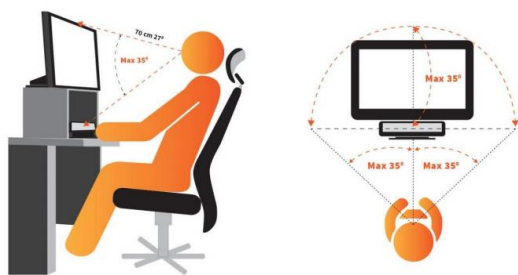
5.4. Dizajn istraživanja

Ispitanici su podeljeni u dve grupe, obe grupe imaju po 11 učesnika. Svaki ispitanik ima zadatak da posmatra aplikaciju u trajanju od 150 sekundi.

Sadržaj mobilne aplikacije je potpuno isti u obe grupe izuzev vizuelnog plasiranja oglasa - prva grupa će posmatrati izvorne reklame implementirane u aplikaciji, dok će druga grupa ispitanika posmatrati banere. Klikabilni prototip je kreiran u *Figmi*, a ispitanicima se prikazuje putem pretraživača *Mozilla Firefox*.

Ispitivanje se sastoji iz četiri faze. Prva faza predstavlja kratko objašnjenje ispitanicima kako mogu da koriste i prolaze kroz prototip aplikacije (npr. koji delovi aplikacije su klikabilni).

Pre početka naredne faze, svaki ispitanik je upućen da sedi u ergonomskoj stolici ispred ekrana i uređaja za praćenje pogleda na odstojanju od približno 60 cm (slika 2). Ukoliko je pozicija ispitanika adekvatna, indikatori pozicije oka bi trebalo da se nalaze na sredini kvadrata [9].



Slika 1. Nacrt eksperimentalnih uslova

Nakon toga sledi faza koja obuhvata kalibraciju za svakog ispitanika, koja se vrši pomoću 9 tačaka. Treća faza je posmatranje aplikacije od strane ispitanika, snimanje ekrana i praćenje njegovog ponašanja.

Ispitanicima nije bilo ni na koji način sugerisano pre ispitivanja šta je predmet istraživanja i na šta treba da obrate pažnju.

Nakon izvršenog testiranja, sledi četvrta faza u kojoj ispitanici imaju zadatak da popune anketu koja se sastoji od 10 pitanja.

U toku eksperimenta ispitanici su koristili za pregledanje aplikacije primarni ekran ispred sebe koji je bio povezan sa *Gazepoint* uređajem, dok je sekundarni ekran korišćen za praćenje i kontrolisanje toka eksperimenta.

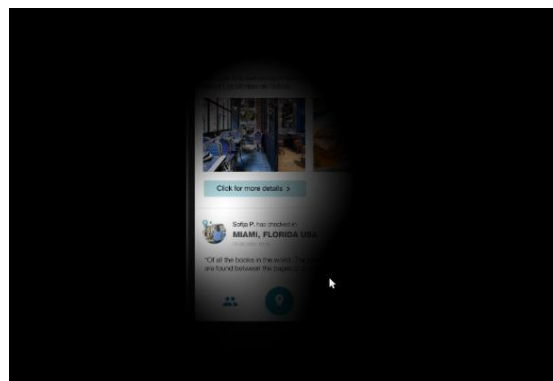
6. REZULTATI I DISKUSIJA ISTRAŽIVANJA

Korišćene su kvalitativne i kvantitativne metode za analizu podataka dobijenih praćenjem pokreta očiju.

Prvo istraživačko pitanje je bilo otkriti da li su ispitanici posmatrali reklamu, šta prvo uočili i koji element oglasa su najduže gledali. Druga stvar koja je bila analizirana jeste da li su korisnici primetili i kliknuli na dugme koje se nalazilo na oglasu.

Oglas 1 - hotel

Prva grupa ispitanika (verzija sa nativnim oglasima) je najviše posmatrala naziv brenda (4 ispitanika) i fotografije (4 ispitanika), a najmanje pažnje je posvećeno paragrafu u oglasu. Devet ispitanika su uočili i dugme za više detalja o oglasu (slika 2), ali je samo troje njih i kliknulo na dugme.



Slika 2. Mapa opaciteta koja pokazuje šta je bilo u fokusu posmatranja

Druga grupa (verzija sa banerima) je najviše pažnje obratila na naziv brenda (7 ispitanika). Značajno je istaći da je samo troje ispitanika odmah obratilo pažnju na ove oglase, dok su ostali ispitanici ignorisali baner sve do trenutka dok više nisu imali mogućnost da listaju dalje objave na početnoj strani. Jedan ispitanik nije uopšte pogledao baner. Kao i kod prve grupe, 9 ispitanika je uočilo dugme, ali je samo njih troje kliknulo na njega.

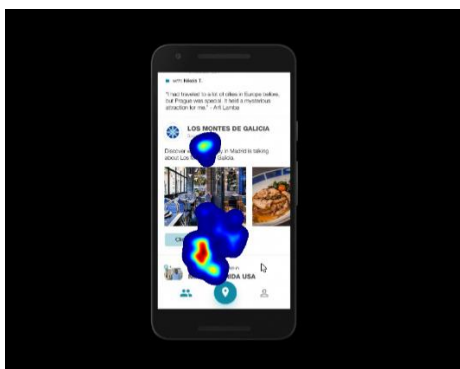
Oglas 2 - restoran

U prvoj grupi (nativni oglasi) 10 ispitanika je pogledalo drugi oglas, ali je samo njih troje kliknulo na detalje oglasa. Prva stvar koju su ispitanici uočili bio je naziv brenda (6 ispitanika), dvoje ispitanika je prvo uočilo fotografije, dok je preostalo dvoje skeniranje oglasa započelo od čitanja paragrafa. U slučaju druge grupe, tri ispitanika nije pogledalo drugi baner, a samo dvoje ispitanika je kliknulo na dugme za više informacija o oglasu.

Na osnovu dobijenih *eye-tracking* podataka, kao i odgovora prikupljenih anketom sumirani su sledeći zaključci:

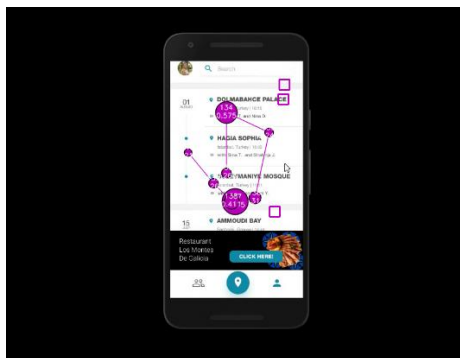
- Prosečno trajanje prve fiksacije je duže kod ispitanika koji su posmatrali banere u odnosu na one koji su posmatrali izvorne reklame, ali je sumarno trajanje fiksacija (ukupno vreme gledanja oglasa) veće u slučaju nativnih oglasa.
- Mali ideo ispitanika je zainteresovan da vidi otvara detaljniji sadržaj oglasa bez obzira na tip oglasa. Ovaj obrazac ponašanja upućuje da bi inicijalni prikaz oglasa (pre otvaranja) trebalo da sadrži dovoljno relevantnih informacija za pamćenje brenda i proizvoda.

- Važno je adekvatno odabrati na kom mestu u aplikaciji će se reklama postaviti. Teže pronalaženje drugog banera je delimično objašnjeno time što je ona postavljena na korisničkoj (profil) stranici na kojoj se većina ispitanika manje zadržala. Drugi razlog je u vizuelno sličnim karakteristikama banera tako da korisnici nisu registrovali da se sadržaj banera promenio na drugoj stranici što govori u prilog tome da bi baneri pri tranziciji sa strane na drugu stranu aplikacije trebalo da menjaju poziciju i/ili vizuelne karakteristike (pozadinsku boju, ilustraciju).
- Ispitanici koji su posmatrali banere su obratili pažnju na njih tek kada više nisu mogli da listaju stranicu, dok to nije bio slučaj sa ispitanicima prve grupe – oni su posmatrali nativne oglase jednako detaljno kao i ostale objave na početnoj stranici (primer na slici 3).



Slika 3. Toplotna mapa (heatmap) ispitanika koji je pregledao verziju aplikacije sa nativnim oglasima

- Pri svakom narednom posmatranju početne stranice, ispitanici su mnogo manje obraćali pažnju na reklame (slika 4).



Slika 4. Mapa fiksacija ispitanika koji je pregledao verziju aplikacije sa banerima i nije uočio oglase

- Ispitanici koji su posmatrali nativne reklame su izjavili da nisu primetili reklame u aplikaciji (čak 8 ispitanika), ali su bolje upamtili nazive brendova u odnosu na drugu grupu koja se izjasnila da je uočila banere (10 ispitanika), ali nisu mogli da se sete naziva brendova u njima.
- Konačno, ispitanicima su manje smetali u razgledanju aplikacije nativni oglasi u odnosu na banere.

7. ZAKLJUČAK

Eye-tracking metodologija omogućava evaluaciju UI/UX dizajna bez narušavanja prirodnog ponašanja korisnika. Ovaj način testiranja dizajna aplikacije pomaže u otkrivanju problema sa upotrebljivošću dizajna odgovorom na sledeća pitanja: da li su učesnici primetili određeni element, da li sadržaj čitaju detaljno ili ga skeniraju, gde su učesnici očekivali da će pronaći određene elemente, koji element prvi privlači pažnju, a koji najduže zadržava.

Na osnovu analize dobijenih rezultata utvrđeno je da korisnicima manje smetaju nativne reklame. Ispitanici su se u značajno velikom procentu izjasnili da nisu primetili nativne reklame, ali su ipak upamtili njihov sadržaj. Dakle, ispitanici su nativni oglas doživljavali kao deo sadržaja aplikacije, jednu od objava, a ne kao reklamu. Upravo iz ovih razloga nativno oglašavanje na mobilnim uređajima je efektivnije u odnosu na banere, a pritom su, zbog „izvornog“ izgleda, manje upadljivi i ne ometaju korisničko iskustvo pri korišćenju mobilne aplikacije.

8. LITERATURA

- [1] D. A. Norman, *“The Design of everyday things”*, Cambridge, New York, New York, 2002.
- [2] <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-user-experience-ux-design-everything-you-need-to-know-to-get-started/> [Pristupljeno: 03.06.2021]
- [3] <https://uxplanet.org/what-is-ui-vs-ux-design-and-the-difference-d9113f6612de> [Pristupljeno: 03.06.2021]
- [4] <https://xd.adobe.com/ideas/process/ui-design/4-golden-rules-ui-design/> [Pristupljeno: 04.06.2021]
- [5] <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-testing/user-testing-tools-tips-to-perfect-user-experience/> [Pristupljeno: 14.06.2021]
- [6] <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-research/eye-tracking-and-usability/> [Pristupljeno: 16.06.2021]
- [7] <https://blog.admixer.com/guide-best-mobile-ad-types-formats/#in-app-advertising> [Pristupljeno: 24.06.2021]
- [8] <https://www.smaato.com/resources/in-app-ad-viewability/> [Pristupljeno: 24.06.2021]
- [9] Puškarević, I. (2018), Model efektivnosti tipografije u štampanim oglasima, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad

Kratka biografija:



Tamara Miladinović rođena je u Novom Sadu 1997. god. Godine 2016. završila je Gimnaziju Jovan Jovanović Zmaj u Novom Sadu. Diplomirala je 2020. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman Grafičko inženjerstvo i dizajn.

tamara.miladinovic997@gmail.com

Neda Milić Keresteš, docent

milicn@uns.ac.rs

**ПАРАМЕТАРСКО МОДЕЛОВАЊЕ ЗИДАНОГ СВОДА СЛОБОДНЕ ФОРМЕ:
ПАВИЉОНСКА СТРУКТУРА НА ТРГУ ЖРТАВА РАЦИЈЕ****PARAMETRIC DESIGN OF A FREE-FORM MASONRY VAULT: PAVILION IN THE
TRG ŽRTAVA RACIJE**

Теодора Николић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Oblast – ДИГИТАЛНИ ДИЗАЈН

Kratak sadržaj – У овом раду разматра се проблем пројектовања зидане засвођене павиљонске структуре. У складу с тим, циљ истраживања био је развој параметарског модела павиљона слободне форме на основу услова на одабраној локацији. Наиме, анализа локације директно је довела до формирања облика структуре. Помоћу развијеног система оплате, сачињеног од два дела, омогућена је брза и прецизна изградња танким опекама. Притом, разрађен је слог, односно начин ређања опека, као и начин уклапања опека из различитих праваца тако да стабилност структуре буде обезбеђена, али да естетика не буде умањена. Такође, извршена је анализа перформанси која је показала однос између пројектоване структуре, локације и атмосферије како би се проценила успешност решења.

Кључне речи: Параметарско моделовање, засвођена конструкција, павиљон, слободна форма, опека

Abstract – In this paper problem of designing a vaulted masonry pavilion is considered. Accordingly, this research aimed to develop a parametric model of a free-form pavilion based on the conditions of the location. Namely, the location analysis led directly to the structure's shape formation. Using the developed two-part falsework system, quick and precise construction with bricks was enabled. Thereby, the tiling pattern was elaborated, as well as fitting the bricks coming from different directions in a way that enables stability and aesthetic appeal. Likewise, the performance analyses were conducted showing the relation between designed structure, location and atmospheric influences so that the outcome of the design could be estimated.

Keywords: Parametric design, vaulted structure, free-form, pavilion, brick

1. UVOD

Иако је примена рачунара за планирање, пројектовање и изградњу објеката постала општа пракса у савременим архитектонским токовима, развијају се различити програми који померају границе иновативности применом дигиталних техника и технологија за постизање нових форми или принципа градње.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Марко Јовановић, доц.

Проблем моделовања објеката, али и пројектовања генерално, постаје лако решив, те убрзано долази до жеље за испитивањима нових облика. Кроз историју архитектуре, као одговарајући медијум за таква испитивања формирао се павиљон [1].

У складу с тиме, павиљонска типологија постаје занимљиво поприште нових приступа са циљем постизања веће сложености форме на начине који су били, из вишеструких разлога, дотада неизводљиви.

Један приступ усложњавању форме остварује се одступањем од стандардно дефинисаних облика сводова, односно, проналажењем нове слободне форме свода, или пак повезивањем мноштва различитих засвођених површи, чиме се на ефектан и логичан начин добија једна целина која чини павиљон.

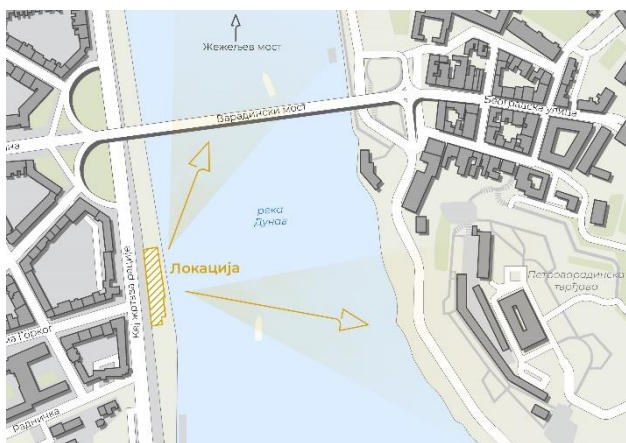
Најзаступљенији приступ решавању овог задатка представља примена параметарског моделовања за добијање облика свода. Ниме се, путем јасно дефинисаног система параметара и правила, директно дефинише веза између жеље пројектанта и завршног производа, у овом случају статички стабилне конструкције која задовољава и естетске критеријуме [2].

Стога, тема овог истраживања јесте параметарски дизајн зиданих засвођених павиљонских структура слободне форме у складу с пројектантским критеријумима добијеним анализом локације.

2. АНАЛИЗА ЛОКАЦИЈЕ

У складу са утврђеним проблемом, односно циљем истраживања, први корак у проналаску повољног решења био је анализа локације – Трга жртава рације у Новом Саду. Услед позиције на обали реке, анализирани Трг жртава рације повезан је и отворен ка околним градским целинама и објектима чиме ова локација постаје значајна у урбанистичком погледу (Слика 1). Она представља место окупљања и социјализације за различите генерације становника, али и раскршће битних праваца што га чини једном од репера овога града.

У складу с овим, образована су четири главна параметра која су одредила даљи развој истраживања. Први пар улазних параметара чине неопходно очување визура са локације ка Петроварадинској тврђави и мостовима. Стога је павиљон морао бити отворен у највећој могућој мери ка овим знаменитостима.



Слика 1. Визуре са локације ка знаменитостима

Други сет параметара формиран је из односа с околним објектима и са корисницима простора. Како се посетиоци већином окупљају на тргу у вечерњим часовима, због велике количине осунчаности, битно је испитати у којој мери она може да се смањи како би услови боравка на локацији били побољшани. У складу с тим је испитивана осунчаност локације на три референтна датума – 14. априла, 19. јула и 23. септембра.

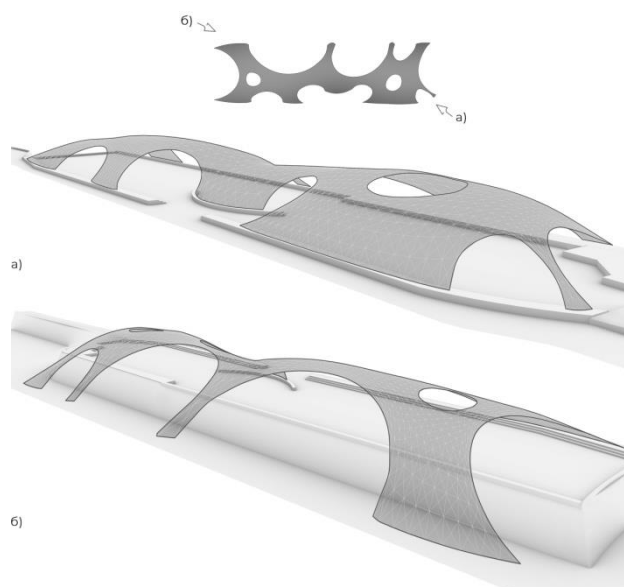
3. ОБЛИКОВАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ У ЦЕЛИНИ

У складу са закључцима произашлим из анализе локације, формиран су критеријуми који представљају основу за употребу стандардног и добро испитаног приступа у пракси, метода анализе потпорне површи за обликовање површи слободне форме уобличене у рачунарском програму Рајноволту (RhinoVault). Ова метода заснива се на проналаску засвођених конструкција сложених облика у којима делују само силе притиска.

Како је принцип интерактиван, он омогућава употребу прилагођених претходно поменутих критеријума. Први корак којим се започиње процес проналаска облика површи јесте постављање габарита павиљонске структуре у основи. Основа мора бити формирана тако да се састоји из одређеног броја четвороугаоних површи, у овом случају, тринаест градивних површи поређаних у два реда.

Они се потом изобличују у складу са захтевима рачунарског програма, тако да њихове странице, претежно оне које представљају ободне ивице будуће конструкције, задобију облик произвољно одабране равanske криве. Потом се врши одабир будућих ободних лукова и ослонаца како би се одредили отвори на структури због проветрености, осветљености и визура. Када софтвер пронађе глобалну равнотежу, тражена површ је прорачуната.

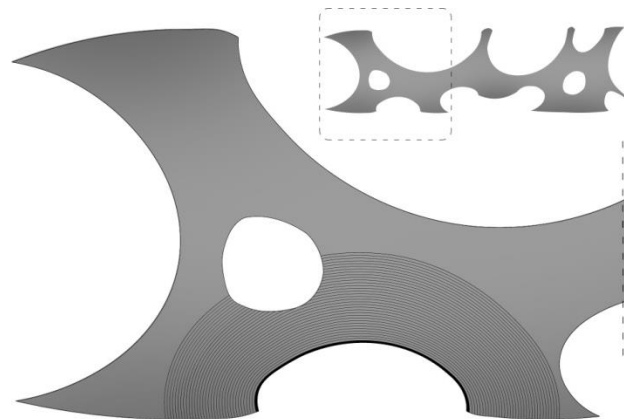
Као последњи корак остаје прилагођавање решења локацији за коју је пројектовано. Наиме, промењена је висина свода ради сигурне и несметане употребе од стране посетилаца трга. Такође, ослонцима који се налазе уз реку мора бити промењен положај по вертикалној оси.



Слика 2. Перспективни прикази добијене форме засвођене конструкције

4. ОБЛИКОВАЊЕ СЛОГА

Када је обликовање завршено, добијена је површ слободне форме у којој делују само силе притиска. У складу с тим, за материјал за изградњу овакве павиљонске структуре одабрани су танке опеке и брзовезујући малтер, док је као модел за изградњу одабран каталонски свод. Овакав тип свода обезбеђује брзу изградњу јер не захтева класичну оплату (као што би захтевала нпр. бетонска конструкција), лако oponaшање слободног облика, односно, различите закривљености добијене површи, али и малу дебљину конструкције без употребе арматуре за ојачање. Како је анализа досадашњих приступа приказала да је дужњачки слаг опека оптималан метод ређања опека,

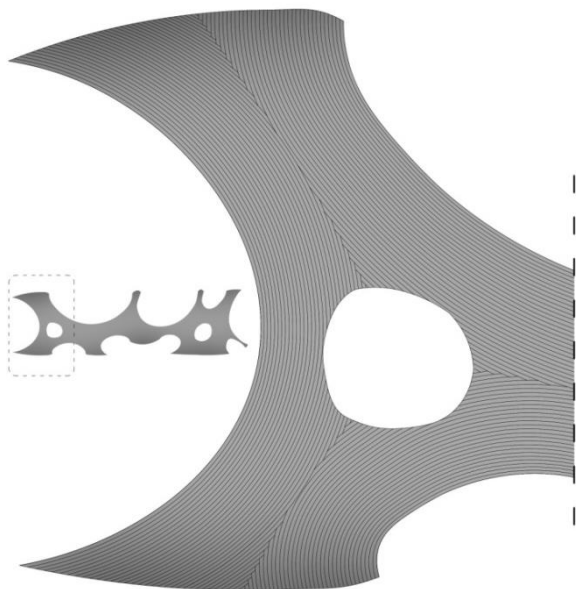


Слика 3. Принцип пружања праваца за ређање опека

Међутим, правци ређања дужњачких опека нису започињани од ослонаца, већ од ивичних лукова. Овако су добијени ивични лукови који се по слогу не разликују од остатка структуре и самим тиме се не истичу, па не утичу негативно на естетику решења. Такође, овакав приступ доводи до употребе целих немодификованих елемената на ивицама павиљона и тиме до стабилније конструкције.

4.1. Обликовање шавова

Након одређивања праваца који се шире од ивичних лукова ка унутрашњости, било је потребно решити начин на који се они уклапају када дође до сутицања приликом пружања од два суседна или наспрамна лука. Шав који настаје при сутицању праваца обликован је по принципу рибље кости (слика 4).

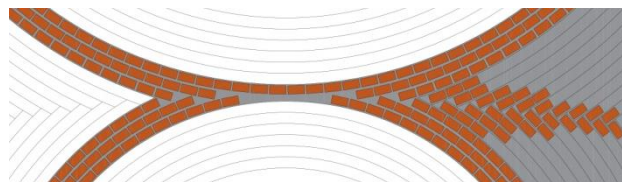


Слика 4. Принцип формирања шавова

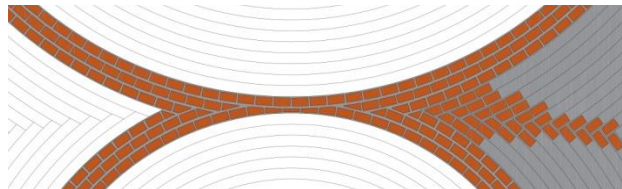
Наиме, на месту додиривања праваца, увек се наизменично један правац пропушта док се наредни, који потиче од другог ивичног лука, простира до места сутицања, односно, формирања шавова. Међутим, иако се овакав приступ генерално показао као одговарајући у статичком и естетском смислу и на тај начин оправдао своју употребу, уочене су разлике на местима тангирања праваца крећући се по своду. Наиме, итеративним путем, испитивано је да ли се може постићи да се правци ређања опека прецизно тангирају. Након што је шав у потпуности одређен, установљено је да тачно тангирање трака из три правца не може адекватно бити постигнуто без промене габарита свода. Услед тога, развијен је приступ ређања опека и испитано је како се њихов облик може прилагодити овако развијеном решењу.

4.2. Обликовање фазонских елемената

У складу с обликованим шавовима, у наредном кораку истраживања разматрао се начин на који овакви шавови утичу на конкретне опеке јер је претходно акценат био само на правцима ређања истих. Први корак при овом сегменту истраживања био је могућност изградње са целовитим елементима, дакле, без модификација било које врсте. Овакав приступ довео би до економичније изградње по питању утроска времена и материјала јер не би било потребе за исечањем градивних елемената, а самим тим ни за отпадом, али би било неопходно имати делове испуњене само малтером (слика 5). Ради постицања бољих статичких карактеристика конструкције, али и естетских квалитета, неизбежно је било модификовање оригиналног облика и димензија опека. Наиме, развијено решење предлаже измену облика, односно димензија опека при месту тангирања трака (слика 6).



Слика 5. Шав са целим опекама



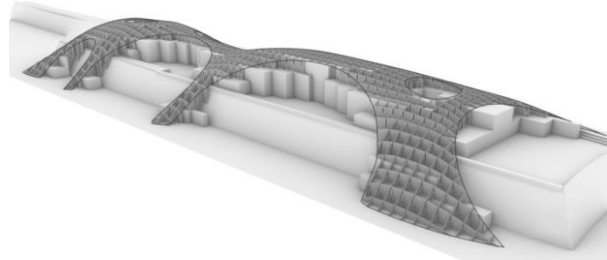
Слика 6. Шав са модификованим опекама

Овакав приступ био би примењен на местима где је преклапање последње две траке минимум 50% ширине осталих трака, како би исечена опека имала задовољавајућа својства. Како је утврђен фабрикаторски принцип, било је неопходно наћи адекватан начин за обезбеђивање помоћне конструкције за изградњу.

5. ОБЛИКОВАЊЕ ОПЛАТЕ

Слободна форма павиљона наметнула је потребу за специфичним типом оплате који ће задовољити неколико захтева. На првом месту, било је потребно обликовати оплату тако да она прецизно испрати облик свода како не би дошло до одступања која би нашкодила стабилности и естетици решења. Поред тога, услед величине пројектоване структуре, оплата је требало да буде састављена од лако доступних и финансијски повољних материјала, чему је допринела и природа каталонског свода који не захтева целовиту оплату као бетонски свод, већ она треба да буде једноставна водиља која је прозрачна, односно, шупља. И као последње, носивост оплате није морала да буде велика услед релативно мале тежине конструкције, али се притом морало рачунати и на присуство радника.

У складу с тим, развијена је оплата састављена од две међусобно повезане целине – првог, доњег, слоја који грубо прати облик свода и омогућава градитељима тачно позиционирање и доступност своду. За овај део употребљене су металне грађевинске скеле. Други, горњи, слој оплате који тачно прати облик свода, омогућава његову прецизну изградњу чини картонска вафл (waffle) структура (слика 7).



Слика 7. Приказ два система оплате

Овим кораком и последњи део развоја решења павиљонске форме – изградња, је у потпуности одређен. Коначно, последњи део истраживања обухватио је анализу утицаја изграђене структуре на локацију за коју је пројектован.

6. АНАЛИЗА ОСУНЧАНОСТИ

Пројектовано решење својим габаритом доприноси промени услова простора у коме се налази. Стога, било је неопходно установити на који начин се одвија ова промена услова, односно, у којој мери павиљонска структура доприноси побољшању услова боравка на тргу. За референтне датуме за анализу (14. април, 19. јул и 23. септембар) посматран је временски период од 10 ч ујутру до 17 ч после подне као период у којем је сунчево зрачење најјаче.

Одређивањем ових референтних датума било је могуће на стереографској пројекцији сунчевог дијаграма очитати азимутски и елевацијски угао и добити правце простирања сунчевих зрака.

Дефинисан је алгоритам којим се добија излазни производ у виду визуелног приказа и процентуалног показатеља засенчености.

7. АНАЛИЗА ПАДАВИНА

Да би се у потпуности проценила успешност решења, било је неопходно анализирати и падавине и њихов утицај на локацију. Сходно томе, развијена је симулација који омогућава апроксимацију кретања флуида при контакту с пројектованом структуром, односно даје струјне линије.

Први корак у симулацији падавина био је позиционирање тачака, тј. честица воде. Узето је 2000 тачака насумично распоређених по површи свода и потом је било неопходно из датих тачака наћи нагибнице (линије највећег пада) у односу на дату површ структуре.

Након што је дефинисан принцип формирања нагибнице, помоћу петље, овај поступак се понавља како би се добиле струјне линије за све тачке задате на почетку процеса.

8. РЕЗУЛТАТИ

У овом истраживању добијена је танка структура (око 10 цм укупне дебљине) од опекарских елемената која чува поглед на реперне тачке у окружењу. Наиме, визууре ка Петроварадинској тврђави очуване су чак ван трга, односно, са кеја и коловоза, а такође, лакоћа и отвореност павиљона остављају простора за неометано сагледавање мостова.

Анализа осунчаности трга у присуству павиљона довела је до података о процентуалној покривености локације сенком током целог дана узевши у обзир три поменута дана у години. Добијени подаци показују да у априлу покривеност сталном сенком износи 22,6%, у јулу 29,2%, у септембру 13,2% површине трга. На овај начин, показано је да пројектовани свод у значајној поправља услове боравка на локацији, на којој значајна засенченост током дана није постојала. Симулација падавина увођењем насумично одабраних тачака произвела је струјне линије преко целе површине свода и тиме на детаљан начин приказала потенцијалну ситуацију која би настала приликом појаве падавина.

Наиме, показано је да на структури нема непредвиђених превоја и угиба. Такође, испоставило се да се већи део воде слива ка ободним луковима. Наиме, од 2000 симулираних честица воде до ослонаца стигне само 830, односно 40,5% од укупног броја честица. Као решење оваквог исхода испитивања намеће се постојање одводних канала који би воду спровели до ослонаца тј. подлоге.

9. ЗАКЉУЧАК

У овом раду истражена је могућност пројектовања савремене структуре на локацији која је од изузетног значаја. Услед слободне функције павиљона, у овом раду акценат је био на употреби дигиталних алата и као и на разматрању пројектантских критеријума током пројектовања. На овај начин, добијена је стабилна слободна форма која је директно условљена различитим условима на локацији.

Како је слободна форма неправилне геометрије, било је неопходно испитати на који начин ређати опеке тако да се задовоље структурални и естетски захтеви. Истраживање је показало да је употреба танких опека најбољи избор због доступности, ефикасности и задовољења услова на локацији.

По питању извођења пројекта, показало се да су досадашњи методи за извођење слободних форми довољно разрађени. Наиме, користе се два слоја оплате - доњи који је чвршћи и мање прецизан, и горњи који је лак и тачно прати облик структуре која се гради. Применом аутоматизованог процеса позиционирања скела, детаљно је одређен начин на који се може одредити апроксимиран облик било које конструкције.

На основу спроведених анализа и изнетих података, закључено је да пројектована павиљонска структура својом формом и својствима одговара на услове локације. Наиме, доказано је да она поспешује социјални аспект локације правећи микроцелину, док истовремено остаје довољно отворена тако да главну карактеристику локације – визууре, ни на који начин не умањује. Прецизније, пројектована павиљонска структура истовремено повећава квалитет боравка на локацији не умањујући њен значај и специфичност.

10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. Robinson, "Big Worlds under Little Tents", *Open Arts Journal*, Vol. 2, 2013.
- [2] W. Jabi, "Parametric Design for Architecture", London, Laurence King, 2013.

Кратка биографија:



Теодора Николић рођена је у Новом Саду 1996. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Дигитални дизајн одбранила је 2020. год.

Контакт: [niktea96@gmail.com](mailto:nikte96@gmail.com)

MONTAŽNA KUĆA SA REŠENJEM ENTERIJERA NA FRUŠKOJ GORI **PREFABRICATED HOUSE WITH INTERIOR DESIGN LOCATED IN FRUŠKA GORA**

Tanja Kljajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Montažna kuća projektovana je da zadovolji potrebe stalnog ili povremenog, ali u potpunosti komforanog boravka dvočlane porodice. Kako je kuća projektovana kao modularna, postoji mogućnost da se objekat proširi, i tako poveća broj njenih članova. Pozicionirana je na Fruškoj gori, tačnije na području oko Ledinačkog jezera, koje je od Novog Sada udaljeno oko 30 km. Lokacija je izuzetno povoljna za smeštanje ovakve tipologije objekta, u zelenom okruženju koje predstavlja prirodni rezervat različitih biljnih i životinjskih vrsta.

Ključne reči: Enterijer, montažna kuća, modularno projektovanje

Abstract – The prefabricated house is designed to meet the needs of a permanent or occasional, but completely comfortable stay for a family of two. As the house is designed as modular, there is a possibility that the building will expand and so increase the number of its members. It is positioned on Fruška gora, more precisely in the area around Ledinačko Lake, which is about 30 km away from Novi Sad. The location is extremely favorable for accommodating this typology of buildings, in a green environment that is a nature reserve of various plant and animal species.

Keywords: Interior, modular house, prefabricated house

1. UVOD

Istraživački rad koji predstavlja glavnu teorijsku podlogu u postavljanju ključnih, projektantskih smernica prilikom izrade idejnog arhitektonskog rešenja montažne kuće obuhvata dve primarne tematske celine.

Ove tematske celine predstavljene su kao dva srodna, povezana pravca istraživanja, kroz tipološke funkcije i prostorno okruženje čiji će rezultati naposljetku dati finalno, sublimirano prostorno rešenje.

Prateći analizu odabranih, relevantnih primera montažnih kuća, stvaranje novih koncepcija i njihov odnos sa prostorom i prirodnim okruženjem u kom se nalaze.

OBLAST ISTRAŽIVANJA

Modularni sistem gradnje podrazumeva prilagođavanje objekta različitim mestima i funkcionalnim zahtevima. Održive modularne kuće su napravljene od pažljivo odabranih materijala i stvorene su u fabričkim proizvodnim pogonima, koje gotove stižu na datu lokaciju, i postavljaju se na već gotove temeljne stope.

Modularna gradnja mora ispuniti jednake lokalne građevinske propise i standarde kao i ostale kuće/zgrade. Kao i kod konvencionalnog načina gradnje, u projektima modularne gradnje postoje arhitektonske specifikacije i unapred utvrđeni materijali koji će se koristiti.

Osim toga, proizvodnja objekta u fabrici zapravo stvara puno manje otpada. A otpadom se, zahvaljujući reciklaži materijala i stalnom kontrolom skladišta, može puno lakše upravljati. Pojedinačni moduli modularnih kuća/zgrada se mogu umnožavati, razmontirati i kasnije ponovno montirati ili renovirati. Na taj način potreba za sirovinama se u značajnoj meri smanjuje, a paralelno se smanjuje i potrošnja energije.

2. PRISTUP TEMI

Detaljnou analizom relevantnih primera stvaraju se određeni teoretski zaključci i smernice koje predstavljaju primarne elemente pri postavljanju zadatka, koncipiranju u razradi projektantskog rešenja.

Neke ideje u primerima inspirisale su ovaj projekat u pogledu oblikovanja objekta, osvetljavanja, raspoređivanja funkcija, kao i uklapanja u samo okruženje.

Svi primeri bave se suštinski sličnom temom kao i projektni zadatak. Glavni cilj jeste da daju što smislenije odgovore na kompleksne zahteve, kako bi omogućili sklad i jednostavnost funkcionisanja standardnih i nestandardnih programa, uvode i definišu nove sadržaje i naj-savremeniju opremu koja prostor, na prvom mestu čini humanim, pametnim, sigurnim, multifunkcionalnim i lako prilagodljivim za različite potrebe korisnika.



Slika 1: Primer - prikaz eksterijera - Atelier vilas [1]

NAPOMENA:

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



Slika 2: Primer - prikaz eksterijera – kuća za odmor - KRADS [2]

3. PROCES PROJEKTOVANJA

Jedan od ključnih faktora prilikom pristupa projektovanju svakako je izbor lokacije, koja u mnogo čemu igra primarnu ulogu u daljem razvoju koncepta. Uz kvalitetno organizovanu funkcionalno – prostoru celinu, neophodno je implementirati novitete koji će prostor učiniti pristupačnijim i kvalitetnijim.

Projekat ima za cilj da omogući korisniku da konfiguriše svoj dom na osnovu modula i sistema koji omogućava njeno povezivanje.

Savršeno kamuflirana među krošnjama drveća, kuća se stapa u svoje okruženje i kao takva ne nastoji da se takmiči sa prirodom, već da se ističe kao spoljašnji i veštački element koji koegzistira u harmoniji prirode.

Modularni sistem gradnje podrazumeva prilagođavanje objekta različitim mestima i funkcionalnim zahtevima. Održive modularne kuće su napravljene od pažljivo odabranih materijala i stvorene su u fabričkim proizvodnim pogonima, koje gotove stižu na datu lokaciju, i postavljaju se na već gotove temeljne stope.

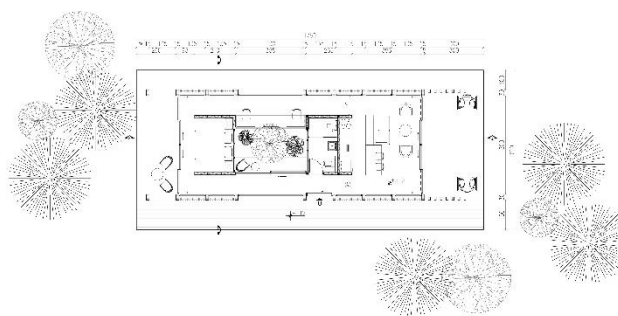
Modularna gradnja mora ispuniti jednake lokalne građevinske propise i standarde kao i ostale kuće/zgrade. Kao i kod konvencionalnog načina gradnje, u projektima modularne gradnje postoje arhitektonske specifikacije i unapred utvrđeni materijali koji će se koristiti [4].

Osim toga, proizvodnja objekta u fabrici zapravo stvara puno manje otpada. A otpadom se, zahvaljujući reciklaži materijala i stalnom kontrolom skladišta, može lakše upravljati. Pojedinačni moduli modularnih kuća/zgrada se mogu umnožavati, razmontirati i kasnije ponovno montirati ili renovirati. Na taj način potreba za sirovinama se u značajnoj meri smanjuje, a paralelno se smanjuje i potrošnja energije.

3.1. Koncept

Primarni koncept pri oblikovanju objekta predstavlja formiranje jedinstvenog fluidnog sklopa, sa blurovanim granicama spoljno – unutrašnjeg prostora i mogućnošću povezivanja objekta sa prirodnim okruženjem u kome se nalazi. Ovakav koncept oblikovanja objekta uslovio je funkcionalnu organizaciju prostora, kroz formiranje centralnog jezgra, kao zasebnog objekta unutar opne i zona kružne komunikacije sa opsluživanjem.

Takođe, koncept je formiran kao rezultat istraživanja modularne gradnje objekta i njihovom povezanošću sa prirodom, kao i spajanje građevine i prirode sa arhitektonskom celinom. Unutrašnji prostori su stoga prirodni kao i spoljašnji [3].



Slika 3: Prikaz osnove montažne kuće

Unutrašnje centralno jezgro predstavlja zatvoreni prostor, u kome su pozicionirane osnovne funkcije spavanja, rada, kuvanja sa obedovanjem, dnevna i sanitarna zona, kao potpuni kontrast transparentnoj fasadnoj opni. Ispred transparentne fasadne opne postavljeni su pokretni, drveni brisoleji čija je osnovna uloga, pored sprečavanja velike osunčanosti unutrašnje zone, čuvanje privatnosti objekta. Samo središte centralne, introvertno zone ošupljeno je staklenim atrijumom formiranim oko stabla bora, koji čini deo zatečene strukture i predstavlja duh mesta lokacije. Pozicioniranjem spavaće i sanitarne zone, oko transparentnog atrijuma, prostori privatnog karaktera poprimaju elemente delimično ekstrovertnog sadržaja. Funkcionalni i oblikovni sklop objekta počivaju na jedinstvenom principu uklanjanja, preklapanja i prožimanja prostora spolja/unutra, ekstrovertno/introvertno, javno/privatno.

3.2. Opis prostornog rešenja

Kao što je već pomenuto montažna kuća je pozicionirana na Fruškoj gori. Zauzima prostor od 17.6 x 8.10 m, i u osnovi se jasno izdvajaju i uočavaju tri celine, koje u svemu prate i kreiraju glavnu sponu prostorne organizacije sa oblikovanom i konstruktivnom logikom.

Prva celina predstavlja dnevnu zonu u kojoj je smeštena ulazna zona sa dnevnom sobom i trpezarijom, sanitarnom zonom, kao i radnim prostorom. U drugoj zoni je pozicioniran atrijumski prostor koji se jasno stapa u spoljašnje okruženje preko velikih prozorskih otvora, dok treća celina predstavlja noćnu zonu sa spavaćom sobom.

Modularni dizajn ovakog tipa gradnje donosi sinergiju vešto izrađenog prostora i oblika, privlačno postavljenih u funkcionalnoj celini.

Izrađena od drveta bora, modularna kuća nalazi mnoštvo primesa sa svojim inovativnim dizajnom, i dolazi sa mogućnošću umnožavanja i kreiranja individualnog oblika objekta.

Materijali koji su korišćeni, kako u enterijeru, tako i u eksterijeru su borovo drvo sa elementima stakla, odnosno prozorskih panela. Enterijer kuće je obložen drvetom koje ne samo da stvara svetli, prozračni ambijent, već drži neutralni ton koji je u skladu sa stilom celog objekta.

Stakleni prozori pune visine zatvaraju centralnu prazninu, omogućavajući prirodnoj svetlosti da proдре u uobičajene i cirkulacione prostore, dok uokviruje pogled na prirodno okruženje, podstičući interakciju na otvorenom i maksimalno iskorišćavajući potencijalne poglede.

Staklene pregrade fasade i atrijuma su izrađene od fotosenzitivnih stakala sa mogućnošću potpunog zatamnjivanja i prozirnosti upotrebom tastera. Na krovu objekta predviđeni su solarni paneli, preko kojih se vrši električno

napajanje. Kolektori kišnice, preko toplotne podstanice sa pumpom, se koriste za opsluživanje sistema podnog grejanja/hlađenja. Infrastrukturni priključci objekta ostvareni su preko mrežnog sistema vodovoda i kanalizacije, obližnjeg naselja Stara Kolonija.

Objekat je opremljen KNX tehnologijom „pametnih kuća“ koja omogućava integraciju svih sigurnosnih sistema, u jedinstven komunikacioni sistem.



Slika 4: Prikaz eksterijera montažne kuće



Slika 5: Prikaz eksterijera montažne kuće



Slika 6: Prikaz enterijera montažne kuće

5. ZAKLJUČAK

U vremenu u kom veliki svetski problem predstavlja prenaseljenost prostora, zagađenost mesta za život, manjak zelenih površina i prirodnog okruženja, značajnu prednost predstavlja mogućnost kreiranja i pozicioniranja objekta u netaknuto prirodno okruženje. Primarni zadatak arhitekta, pored formiranja programskih celina unutar objekta trebalo bi da bude očuvanje prirode, rad na sadejstvu i uklaapanju novoprojektovanog objekta u prirodno okruženje, upotreba prirodnih materijala, po mogućnosti iz neposredne blizine lokacije.

Sva projektantska rešenja u ovom radu rukovodena su idejom da se ispituju pristupi i koncepcije ovakvog tipa privremenog stanovanja u našoj neposrednoj sredini, a koji nudi humano, prirodno okruženje sadejstva čoveka i prirode, podstiče rehabilitaciju i meditaciju pojedinca u prirodi i čini prostornu celinu funkcionalnom za život.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.archdaily.com/940612/atelier-villa-art-villas-costa-rica-formafatal/>
- [2] https://www.archdaily.com/958835/holiday-home-in-thingvallavatn-krads?ad_source=search&ad_medium=search_result_all
- [3] Koncept projektnog zadatka, idejno rešenje montažne kuće sa rešenjem enterijera na Fruškoj gori
- [4] Dr Krklješ Milena, Predavanja iz predmeta Arhitektonska analiza, funkcije i tipologije 1 i 2, Novi Sad, 2014./2015.

Kratka biografija:



Tanja Kljajić rođena je u Glini, Hrvatska 1995. god. Osnove studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka je upisala 2014. godine, a završila 2020. Iste godine upisuje master smer na Fakultetu tehničkih nauka – Dizajn enterijera.

kontakt: tanja.kljajic3@gmail.com

HIBRIDNA VIŠESPRATNICA: OPROSTORENOST INFINITNOG PROGRAMA**HYBRID HIGHRISE: PHYSICAL FORM OF INFINITY PROGRAM**Sofija Munjas, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – *Analizirajući trenutnu situaciju, rad se bavi post korona/post pandemija globalnom pozicijom društva i arhitekture. Šta bi se dešavalo u svetu gde postoji pojačana težnja ka individualističkom društvu, i na koji način to menja arhitekturu? Posmatraju se dva konteksta situacije: fizički i psihološki. Takođe, posmatra se programski potencijal kao odgovor na sociološku evoluciju. Novi konteksti diktiraju dva koncepta: formalni i programski, koji se istražuju u projektu.*

Ključne reči: *Arhitektura, Hibridna višespratnica, individualizam, program, akcije u prostoru, post pandemija.*

Abstract – *Analyzing the current situation, the paper deals with the post corona / post pandemic global position of society and architecture. What would happen in a world where there is an increased aspiration towards an individualistic society, and how does that change architecture? Two contexts of the situation are observed: physical and psychological. Also, program potential is observed in response to sociological evolution. New contexts dictate two concepts: formal and programmatic, which are explored in the project.*

Keywords: *Architecture, Hybrid highrise, individualism, program, actions in space, post pandemic.*

1. UVOD

Početak nove stvarnosti, kao fenomen promene percepcije grupe ili pojedinca, uslovljen je događajima koji su svojim obimom uticaja nametnuli nove obrasce ponašanja i delovanja društva. Pojedinaac od svojih najranijih dana doživljava ličnu promenu percepcije, a to bi se moglo nazvati i sazrevanje ili odrastanje.

Društvo čine pojedinci koji se udružuju u grupe i kao takav entitet ono se razvija po principu njegovih članova, odnosno dešavaju se sazrevanja i odrastanja društva.

Ekstremne situacije poput ratova ili pandemije predstavljaju izazov za društvo, a samim tim i za pojedinca. U pojedinca se tada probudi osećaj straha koji ga uslovljava da preispita nužnosti i prioritete. Ustaljeni obrasci ponašanja, norme, čak i poredak unutar društva mogu da postanu otežavajući faktori opstanka pojedinca, a u isto vreme i društva, jer ako nema ko da čini društvo, ono neće postojati.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Dragana Konstantinović i komentor mast. inž. arh. Slobodan Jović.

Paralela između pandemije i rata ogleda se u vanrednoj situaciji i individualnom preispitivanju pojedinca koji se, sa jedne strane, obasipa vestima o pandemiji koja teče i „nosi sve pred sobom“ dok, sa druge strane, pojedinac sedi sam ili sa ograničenim društvom u samoizolovanom prostoru proživljavajući pandemiju putem medija, poziva i poruka. Svakodnevnica donosi samo nova ograničenja u cilju suzbijanja pandemije, po logici: ako nema društva, nema ni pandemije.

Čak se i u medijima reklamira izolovanost unutar istog stambenog prostora: stariji da žive sami u svojoj sobi, bez kontakta sa ostalim ukućanima. Mere u vidu ograničenja okupljanja na otvorenom i zatvorenom prostoru, ograničen broj ljudi u prodajnim objektima, čak i zabranjeno okupljanje u privatnim kućama/stanovima, sve to je uticalo da čovek, kao biće koje može da funkcioniše samo u okviru društva i da od njega zavisi, stvori u sebi otpor prema daljoj samoizolaciji u slučaju prestanka pandemije.

2. POLAZIŠTE

Polazište projekta definisano je zadatkom da se na zadatoj lokaciji na Bulevaru oslobođenja, na mestu objekta nekadašnje Lutrije, analizira i projektuje objekat koji preispituje temu hibridne višespratnice, u svetlu prepoznatih kontekstualnih odrednica. Osim toga, projekat je trebao da demonstrira napredne sisteme održive gradnje, i novih paradigmi u građenju, po pitanju racionalne upotrebe energije.

Prvi koncept projekta u sebi sadrži ideju implementacije zdravijih uslova za boravak u savremenim objektima. Pitanja o životu posle pandemije uslovljena su povratkom na „normalan život“, ali i smanjivanjem mogućnosti pojave nove pandemije.

Odgovor na pitanje „kako posle“ nije u samoizolaciji nego u generalnoj i svakodnevnoj brizi o sopstvenom zdravlju i zdravlju svakog pojedinca. Koncept je proizašao direktno iz konkretne analize širenja virusa i njegove prve linije odbrane, poznat kao jak imunitet. Tako dosadašnji koncept „zdravih kuća“ prestaje da ima ulogu koncepta i poprima naziv standarda gradnje.

Drugi koncept predstavlja sociološke i psihološke tendencije savremenog društva gde se podstiče individualističko ponašanje i šta bi se desilo ako bi se individualizam odveo u ekstrem. Pojava virusa dokazala je da pojedinac predstavlja okosnicu razvoja društva, ali isto tako da bez društva pojedinci ne mogu da funkcionišu.

Preplitanje potreba društva i potreba pojedinca je osnov drugog koncepta, a glavno pitanje je: koji uticaj bi takva situacija imala na programsko formiranje prostora.

3. URBANISTIČKI KONTEKST

Urbano polazište predstavlja Bulevar oslobođenja. Priča o Bulevaru određena je od simboličkog do konkretnog značaja jedne saobraćajnice. Samo ime sugerise na period građenja i okolnosti nastanka, a odnosi se na period nakon Drugog svetskog rata i oslobođenje Novog Sada.

Početak urbanog razvoja modernih gradova usko je povezan sa planiranjem bulevara, kao njihove najprometnije saobraćajnice. „Bulevari su tako postali jedan od najznačajnijih prostora urbanog života radničke klase, koji su doneli nove standarde stanovanja, obrazovanja i neophodnih usluga“ [1].

Izazovi koji su nastali nakon rata nisu bili samo u slabo organizovanoj građevinskoj industriji. Usled nedostatka metalnih sirovina, konfiskovani su, za potrebe rata, preko potrebnih alata i mašina korišćene pri zidanju. Postupno zidanje, mala gradilišta, spora proizvodnja, nedostatak alata i radne snage, sve to je zamenila industrija prefabrikata, masovnih gradilišta, mehanizovane proizvodnje i povećana potražnja za radnicima. Ljudi su u novim gradovima ponovo videli mogućnost za bolji život, obezbeđene stalne poslove, viši standard nego na selu, i pored programa za dodelu stanova, njihova ideja o urbanom životu postaje glavni pokretač daljeg društvenog razvitka.

3.1. Pandemija kao osvrt na potreban standard

Kontekst pandemije nam je jasno pokazao da grad ne može da funkcioniše bez njegovog aktivnog stanovništva. Ekonomska stabilnost je usko povezana sa opštim zdravstvenim standardima društva. Koncept grada je da on služi njegovom stanovništvu, u smislu egzistencijalne zaštite. Zaraze velikih razmera nisu nepoznate istoriji čovečanstva i započinjale su uglavnom u gradovima

Industrijska revolucija započinje 1760. godine i sa njom nagli napredak društva. Gradovi se naglo šire, povećanje gustine stanovanja čini ekonomsku bit poslovanja. Industrijski magnati definišu potrebe grada i njegov napredak. Sa istorijom loših sanitarnih uslova po gradovima i zgusnutim stanovništvom, bilo je neminovno izbeći lako širenje zaraza. Loši uslovi stanovanja proizveli su nekonzistentnu radnu snagu, a što je direktno uticalo na kvalitet i kvantitet proizvodnje. Sve do devetnaestog veka zdravlje društva je zavisilo od sopstvene angažovanosti. U tom trenutku dešava se preokret po pitanju odgovornosti za kvalitet zdravog života stanovništva. Izveštaji o lošim uslovima u bolnicama i na

ulicama dovode do Akte o javnom zdravlju iz 1848. (*Public Health Act of 1848*) u Velikoj Britaniji [2]. Akta se smatara kao ozakonjeni početak prava na zdrav život.

Briga o društvu predstavlja novi nivo svesnosti poslovanja, kada nije dovoljno samo povećavati gustinu ne razmišljajući o posledicama, nego se javlja i potreba da se brine o pojedincu da bi se održao kvalitet društva zbog njegovog kontinuiteta koji uslovljava napredak.

4. NARATIV PANDEMIJE

Krajem decembra 2019. godine u Narodnoj Republici Kini pojavio se novi soj korona virusa nazvan COVID-19. Kako je virus bio nepoznat ljudskom organizmu, a pripada teškim akutnim respiratornim bolestima, bio je neminovno slab odgovor zdravstvenog sistema. Bolest se

brzo proširila celom planetom ostavljajući velike efekte, ne samo na globalno zdravlje, nego i na sve oblasti sistema jednog društva.

Neki poslovi koji su mogli da pređu na rad od kuće su se tako organizovali, ali većina je zabeležila pad u poslovanju. Globalni problem masovne nezaposlenosti javlja se kao paralelna pandemija, gde ljudi nisu bolesni, ali nemaju osnovna sredstva da prežive.

Lično psihičko zdravlje bilo je na izazovu zbog svakodnevne egzistencijalne nestabilnosti, ili zbog smrtonosnog virusa ili zbog nestabilnog posla, čak i da neko nije imao ovakve strahove u dosta primera javlja se problem sa samoizolacijom. Da psihičko zdravlje čini veliki problem u pandemiji videlo se i po tome da su organizovane besplatne psihološke usluge od strane države. Pandemija dakle nije samo virus, nego i problemi koji se javljaju kao posledica.

4.1. Širenje i optimalni uslovi zdrave sredine

Istraživanje koje se bavilo uticajem zatvorenog prostora na veličinu pandemije pokazalo je da se najveći broj ljudi zarazio u okviru svoje kuće [3]. Na drugom mestu dolazi javni transport, zatim restorani na trećem mestu, na četvrtom se nalaze svi oblici zabavnih događaja, peto mesto trgovinski objekti, dok su na poslednjem mestu radna okruženja, teretane i hotelske sobe.

Dalja istraživanja bila su konkretno usmerena na probleme koji utiču na širenje virusa, a mogu se javiti u jednoj kući [4]. Izvor zaraze na prvom mestu je prisustvo zaraženog u domu, međutim, sa ili bez bolesnika okvir kretanja je veoma širok: može biti uslovljen nehygienom ličnih stvari (telefon, ključevi, tašne, daljinski upravljači). Najvećim faktorom rizika označena je zapravo nezdrava sredina življenja (loša ventilacija, previše niska ili visoka temperatura). Sredina utiče na lični imunitet, pa se organizam u kontaktu sa novim virusom ne može adekvatno izboriti.

4.2. Koncept zdravih kuća

Godine 1988. Svetska zdravstvena organizacija (SZO) objavljuje „*Smernice za zdravo stanovanje*“ [5] u kojoj se tačno opisuje svaki aspekt jedne zdrave kuće, od fizičkog do socijalnog. Uzevši u obzir da je objavljivanje ovih smernica bilo pre samo 33 godine, sadržaj važi i danas. Knjiga je podeljena na tri poglavlja: „1. Generalna razmatranja; 2. Tehnički i socijalni uslovi; 3. Operativni i organizacioni uslovi“.

Drugo poglavlje u sebi sadrži: „Uslove za organizovanje (projektovanje) stanovanja, prostor i gustinu, socijalni uslovi (normalan porodičan život, hobi, rekreacija i socijalne aktivnosti, normalno društvo i bogat društveni život, oporavak od bolesti, privatnost, estetička satisfakcija, poslovne aktivnosti koje se obavljaju kod kuće), zaštita od spoljašnjih nepogoda, dizajn i konstrukcija, sanitarni uslovi, kvalitet unutrašnjeg vazduha, unutrašnja temperatura, bezbednost unutar doma“. Nakon ovih smernica SZO je samo dopunjavala sadržaj novim istraživanjima.

5. PRIMENJENI SISTEMI - FIZIČKI OKVIR

Forma projektovanog objekta je koncipirana tako da ispunjava osnovne fizičke principe zdrave kuće, odnosno

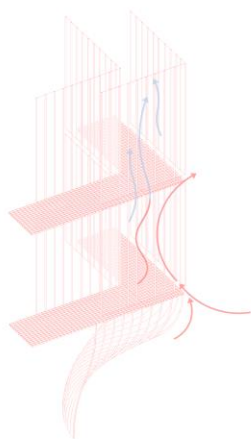
da ima dovoljno svetlosti, uniformnu temperaturu, regulisanu vlažnost, kontinuiranu ventilaciju i čist vazduh.

Prva ideja bazira se na centralnom solarnom dimnjaku oko kojeg su postavljeni programi tako da količina svetlosti potrebna za funkcionisanje određenih aktivnosti uvek bude optimalna. Uloga solarnog dimnjaka ogleda se u skoro svakom aspektu zdrave kuće. Njegova uloga je da postiže uniformnu temperaturu, reguliše vlažnost i da obezbedi neprekidnu prirodnu ventilaciju. Prednost solarnog dimnjaka, u odnosu na druge sisteme koji obezbeđuju iste uslove, je u tome da za funkcionisanje dimnjaka nije potrebna dodatna ugradnja električnih ili drugih instalacija.

Dupla staklena fasada obezbeđuje najpre dovoljno svetlosti u objektu, a njena dva sloja utiču na hlađenje stakla i odbijanje direktnog upada sunčevih zraka.

Određivanje debljine duple fasade sledi iz njene površine. Udaljenost dva sloja kreće se od 20 cm do 120 cm. Na ovom projektu postavljena je fasada debljine 90 cm.

Fasada se hladi kroz otvore prikazane na slici 1. Zakrivljene površine imaju dvostruku ulogu: prva je nadstrešnice na terasama i ulazu u objekat, a druga je iniciranje bržeg ulaska vazduha u fasadu što doprinosi bržem hlađenju i lakšem izlasku toplog vazduha iz sistema.



Slika 1. Detalj hlađenja fasade

6. PROGRAMSKA ANALIZA KONTEKSTA (PRE I POSLE)

Globalni trendovi u arhitekturi otvaranja zajednice, približavanja pojedinca grupi kroz multifunkcionalne i transformabilne prostore tokom pandemije dobili su programski kontrast. Svakodnevne mere ograničenja okupljanja i minimalizacija mogućih društvenih katalizatora stvorili su punktove zajednice, a arhitektura je sada služila za separaciju pojedinca od grupe. Neki multifunkcionalni prostori našli su se u programski ironičnoj situaciji: tako na primer hale beogradskog i novosadskog sajma transformisale su se u kovid bolnice u kojima je glavna misao organizacije da izoluju pojedince od društva.

Multifunkcionalni prostori su ideja savremenog društva da se stvori održiva arhitektura u socijalnom, ekonomskom i ekološkom aspektu. Stavljajući multifunkcionalni prostor u službu socijalnog zadovoljenja individue za njegovo lično psihičko zdravlje

i zdravo funkcionisanje svih društvenih niti, može se posmatrati transponovano delovanje upotrebe multifunkcionalnih i transformabilnih prostora u trenucima pandemije i uticaj na interpretaciju kod pojedinca.

Pitanja koja su se postavljala do trenutka vanrednog stanja u projektovanju odnosila su se na socijalnu kompleksnost i fluidnost progama, a sa izazovima nove stvarnosti otvaraju se polja individualne kompleksnosti i integriteta, kao i pitanje novih programa. Sada se posmatra formiranje programa od manjeg ka većem, od individualnog do zajedničkog. Stavljajući jedinku u centar ispitivanja njenih potreba, saznaje se potreba cele zajednice.

6.1. Individualnost u novom kontekstu

Početak pandemije predstavlja čin pojedinca. U kontaktu sa zajednicom virus počinje da se širi. Opis toka pandemije, njenog uvećavanja i fatalnosti predstavlja jedinku društva kao najodgovorniju za zajednicu. Svako je odgovoran za svakog i sve počinje ličnom odgovornošću prema društvu. Isti čovek (jednika) je u isto vreme odgovorna prema različitim vrstama zajednica: posao, porodica, prijatelji i roditelji. Nametanje dodatne odgovornosti svakom pojedincu dodatno otežava lično funkcionisanje.

Teorija psihologije poznaje termin individualne kompleksnosti (*self-complexity*) koji je definisala Patricija Linvil (1985, 1987) [5]. Ona predlaže da lična kompleksnost zavisi od ličnih aspekata koji se „aktiviraju“ u relevantnom okruženju i da takva iskustva određuju kako se svaki aspekt sagledava. Određujući nivo doživljenih prijetnosti čovek selektuje iskustva na pozitivna i negativna. Dalje u teoriji objašnjava da, ako se pojedinac nađe u sredini koja će predstavljati pozitivne okidače, čovek će sagledavati relevantni lični aspekt sa pozitivnim osećanjima, dok u suprotnom slučaju sa negativnim okidačima, relevantni lični aspekt biće povezivan sa negativnim osećanjima.

Osnovna načela teorije u suštini govore o događajima, zanemarujući programski uticaj okoline. Primer uticaja može da se posmatra na jednom ličnom aspektu: programski određen prostor je kancelarija, poslovno okruženje, ali taj prostor ne bi imao funkciju da nije određen realnim događajima u njemu. Drugo načelo teorije govori o ličnoj percepciji sebe u odnosu na događaje u okruženju. Događaji kao neoprostorena kategorija mogu se desiti na bilo kojem mestu. Primer opet može biti posao: ako neko radi u nekoj korporaciji od nekoliko spratova, unapređenje može da se dogodi na spratu iznad vašeg radnog stola ili ako proširimo sliku, otkaz možete dobiti pozivom, dok sedite u svojoj kući.

Neograničen broj inputa i njihovog mesta oprostorenosti formira bezgranični (infinitan) program, nezavisan od prostora u kojem se nalazi.

6.2. Početak lične slobode

Individualna kompleksnost, u teoriji, može biti manje ili više složena. Koliko jedna ličnost ima složenu kompleksnost to se vidi po vrednostima koji se izgrađuju u ličnim aspektima, kao i po broju ličnih aspekata koji jedinka poseduje. Teorija dalje objašnjava da je jedna individua dovoljno kompleksna ako na negativne okidače

iz jednog aspekta ne proširi na druge aspekte. Primer može biti otkaz na poslu, koji neće negativno uticati na porodicu, prijatelje ili roditelje. Lični aspekti se izgrađuju pozitivnim inputima i ako jedinka doživi dovoljan broj takvih inputa stvoriće jaču kompleksnost.

Pretpostavimo da postoji neograničen broj pozitivnih inputa u/na jednom prostoru. Korisnik takvog prostora ima zadatak samo da izabere potreban pozitivni događaj za taj trenutak i nadogradi svoj lični aspekt. Stvar izbora je lična sloboda, kao i da li će do izbora uopšte doći, što čini program projekta bezgraničnim.

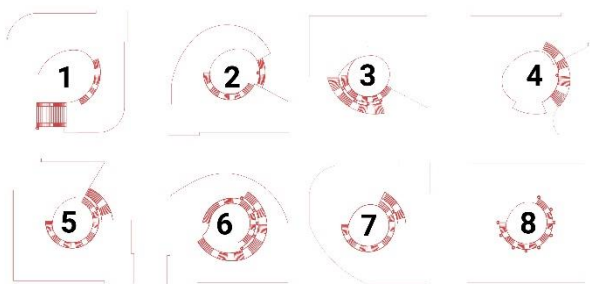
7. DEFINISANJE AKCIJA U PROSTORU – PROGRAMSKI OKVIR

Početni izazov projekta o životu u post pandemiji definisan je pričom o slobodi individue. Kontekst razvoja i opstanska individue određen je njenom kompleksnošću koja se razvija u uslovima zdravog socijalnog života.

Zdravi društveni prostori mogu predstavljati kompleks prostora, međusobno povezanih ili ne povezanih ili mogu predstavljati samo jednu prostornu celinu. Zajedničko za sve takve prostore je da oni predstavljaju socijalnu žižu, nezavisnu od volumena i fizičke definisanosti prostora.

Programsko određenje projekta zasniva se na ideji da se pruži slobodan prostor na svim nivoima fizičke celine. Sadržaj čini kontekst i kontekst čini sadržaj. Definisanjem akcija u prostoru dobijamo samoformirajući program uvek obnovljiv i uvek prisutan, a samim tim i beskonačan.

Manifestacija projekta je na devet nivoa slobodnog prostora i podrumskim delom za ostavu. Svaki nivo ima osnovne programske dispozicije da bi korisnik mogao da bude podstaknut na izvođenje akcija u prostoru. Kako je objekat formiran po visini programski inputi su tako raspoređeni da fleksibilniji inputi budu na nižim nivoima, a statičniji inputi da budu na višim nivoima. Nivoi su prikazani na dijagramu 1 i slici 2.



Dijagram 1. Forme osnova na osam nivoa

Prizemlje je u potpunosti slobodno, jer ima potencijal da se prožima sa urbanim akcijama. Prvi i drugi nivo je prostor koji ima potencijal za formiranje radionica, studija, izložbi, događaja ili drugačije rečeno prostor za čitanje, slikanje, modelovanje, smejanje, igranje. Treći i četvrti nivo su nivoi jela, pića, sanjarenja ili biti uključen u proces pripremanja svoje hrane gajenjem, sejanjem, brigom o biljkama. Peti nivo je za svaki vid skakanja i slobodnih aktivnosti; šesti je za akcije klizanja, kotrljanja, trčanja, sedmi je za igru, treniranje, okretanje, zabavljanje, poslednji, osmi, nivo je prostor za kampovanje u urbanoj šumi i uzgoj bilo kojih manjih biljaka po izboru.



Slika 2. Nivoi projekta prikazani u preseku

8. ZAKLJUČAK

Ako izdvojimo društvene odnose kao fenomen, onda bismo posmatrali samo međusobe interakcije – akcije. Fizički prostor je samo posrednik u ostvarivanju tih akcija. Formiranje novog prostora onda ima za osnov oblikovanje volumena koji ne sputava svoje korisnike, što bi u kontekstu pandemije značilo prostor koji ne utiče loše na zdravlje zajednice.

Korišćenje prostora onda predstavlja čin pojedinca koji daje punu formu i smisao jednom prostoru. Složenost takve strukture sastavljene od akcija, biće odraz složenosti samih individua koje ga koriste, dok slobodna i neograničena upotreba prostora čini programski deo projekta infinitnim.

9. LITERATURA

- [1] Konstantinović, D, Jović S, "Metacode of Modernism: Novi Sad the Modern City". In *Post-socialist Transformation of the City*, Pajvančić-Cizelj A.(ed.). Novi Sad: Faculty of Philosophy, 2020, 67-82.
- [2] W. G. Lumley, "The new sanitary laws", London, Shaw and Sons, 1859.
- [3] H. Qian, T. Miao, L. Liu, X. Zheng, D. Luo, Y. Li, "Indoor transmission of SARS-CoV-2", medRxiv, the preprint server for health sciences, 2020.
- [4] J. L. Santarpia, et al. , "Aerosol and surface transmission potential of SARS-CoV-2", medRxiv, the preprint server for health sciences, 2020.
- [5] World Health Organisation, "Guidelines for healthy housing", Copenhagen, 1988.
- [6] P. W. Linville, "Self-complexity and affective extremity: Don't put all of your eggs in one cognitive basket", *Social Cognition*, Vol.3, No.1,1985, 94-120.

Kratka biografija:



Sofija Munjas rođena je u Novom Sadu 1996. god. Master studije završila je na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2021. godine
kontakt: sofijamunjas@gmail.com

**REVITALIZACIJA ROBNE KUĆE „NORK“ U NOVOM SADU -
KONCEPT COLIVING I COWORKING PROSTORA****RENOVATION OF THE “NORK” DEPARTMENT STORE IN NOVI SAD –
THE CONCEPT OF COLIVING AND COWORKING SPACES**

Teodor Šcepanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se coliving i coworking konceptom stambenih i radnih prostora. Sprovedeno istraživanje imalo je za cilj da analizira društvene uticaje koji su doveli do stvaranja ovih fenomena, da definiše program i utvrdi osnovne karakteristike koje ovakvi prostori treba da imaju, te da se kroz studije slučaja ispituju primeri realizovani u praksi. Rezultat istraživanja čini predlog rekonstrukcije robne kuće NORK u Novom Sadu, u koju su implementirane ove tipologije sa ciljem da se pruži odgovor na aktuelne prostorne potrebe života i rada.

Ključne reči: projektovanje enterijera, arhitektonsko projektovanje, rekonstrukcija, coliving, coworking

Abstract – This paper deals with the coliving and coworking concept of living and working spaces. The conducted research aimed to analyze the social influences that led to the creation of these phenomena, to define the program and determine the basic characteristics that such spaces should have, and to examine examples realized in practice through case studies. The result of the research is a proposal for the renovation of the NORK department store in Novi Sad, in which these typologies have been implemented in order to provide an answer to the current spatial needs of life and work.

Keywords: interior design, architectural design, renovation, coliving, coworking

1. UVOD

U poslednjih nekoliko decenija došlo je do velikih promena u načinu života i rada. Urbanizacija i ubrzane migracije ljudi u gradove, te ekonomska nesigurnost i prekarizacija rada stvorile su uslove sve teže pristupačnosti stambenih prostora u gradskim sredinama. Sve evidentnije negativne posledice ljudskog delovanja na životnu sredinu dovele su i do porasta ekološke svesti, pa održiviji načini za zadovoljenje potreba postaju imperativ. Istovremeno, razvoj tehnologije doveo je do nestajanja mnogih prostornih i vremenskih ograničenja, što je, između ostalog, dovelo i do brisanja granice između stambenog i radnog prostora, ali i do razmera globalne mobilnosti ljudi koje do nedavno nisu bile moguće. Sve ovo podstaklo je preispitivanje postojećih prostornih okvira stanovanja i rada, kao i nastanak novih tipologija, kao što su i *coworking* i *coliving*.

NAPOMENA:

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

2. ANALIZA PROGRAMA**2.1. Coworking kao novi koncept radnog prostora**

Coworking se može definisati kao mesto gde ljudi dele kancelarijski prostor i ostale sadržaje i opremu sa drugim profesionalcima koji nisu nužno njihove kolege [1]. U srži ovakvih prostora leže dva principa: zajednica i fleksibilnost. To znači da *coworking* ne treba da bude samo fizički okvir za rad, već mesto interakcije, kolaboracije, umrežavanja istomišljenika i podsticanja kreativnosti i inovativnosti, pritom omogućavajući korisnicima da radno mesto upotrebljavaju u potpunosti u skladu sa svojim (promenljivim) potrebama.

Glavna namena svakako jeste radni prostor, sa stolovima, pristupom internetu i ostalim potrepštinama, kao što su štampači i sl. Pored toga, često su prisutne i konferencijske i sale za sastanke. U mnogim slučajevima, oni mogu pružiti i dodatne usluge kao što su mentorska, pravna podrška itd. S obzirom na to da će *coworking* u ovom projektu prevashodno biti namenjen korisnicima iz oblasti kreativnih industrija, dizajna i umetnosti, biće potrebno da postoje i radionice prilagođene za rad sa različitim materijalima i tehnikama, štampači, 3D štampači i druga oprema. Neophodan je i kutak za odmor i relaksaciju u toku rada, kao i kuhinja sa aparatom za kafu, mikrotalasnom pećnicom i dr.

2.2. Coliving - koncept zajedničkog stanovanja

Coliving se zasniva na sličnim osnovnim principima kao i *coworking*, a akcenat ka zajedništvu i fleksibilnosti prenosi i u oblast stanovanja. Ovaj pojam se odnosi na „oblik koegzistencije u stambenoj zajednici kod koga korisnici koji nisu u porodičnoj vezi, dobrovoljno dele životni prostor imajući pritom iste ili slične interese, namere i sistem vrednosti“ [2]. Može se dodati i da *coliving* prostori obezbeđuju manje privatne smeštajne jedinice uz veći prostor sa zajedničkim sadržajima. Prostori su najčešće potpuno opremljeni, a njihovi rukovodioci obezbeđuju održavanje i upravljanje zajednicama [3].

2.3. Dizajn coliving prostora

Kada su u pitanju prostori *coliving* tipologije, karakteristično je postojanje privatnih i zajedničkih prostora. Kako su u ovom slučaju socijalizacija, saradnja i zajedništvo imperativ, privatne prostorije se najčešće osmišljavaju tako da budu minimalnih dimenzija i sadržaja, kako bi se podstaklo korišćenje zajedničkih delova, ali i radi uštede prostora. Njihova osnovna funkcija jeste spavanje, a u većini slučajeva svaka

privatna jedinica ima i svoje privatno kupatilo, ili ga deli sa manjim brojem korisnika. Možda najvažniji zajednički prostor jeste kuhinja sa trpezarijom. Privatne jedinice mogu da je sadrže i ne moraju, ali je u svakom slučaju velika zajednička kuhinja jedno od glavnih mesta interakcije, uz zajedničke obroke i pripremanje hrane.

Drugi značajan sadržaj jesu zajednički dnevni boravci koji uz kuhinju i prostor za obedovanje predstavljaju centar socijalizacije. Mnogi *coliving* objekti obezbeđuju i radne prostore u vidu *coworking*-a.

Nezaobilazne su i pomoćne prostorije poput perionica veša, toaleta itd. Mnoštvo je različitih dodatnih sadržaja koje neki *coliving* prostori sadrže, poput teretana i prostora za rekreaciju, soba za društvene igre, bioskopa, bašti i različitih otvorenih prostora.

Neophodno je posebnu pažnju posvetiti prostornoj konfiguraciji kako bi se podstakla kvalitetna socijalna interakcija, a istovremeno omogućila i neophodna privatnost svakom korisniku. Funkcionalni prostori se mogu podeliti u tri grupe, na osnovu stepena privatnosti koju pružaju: primarne, sekundarne i tercijarne.

Primarni prostori predstavljaju glavno mesto interakcije i služe za socijalizaciju, okupljanje i zajedničke aktivnosti (zajednički dnevni boravci, kuhinje).

Sekundarni prostori se mogu koristiti individualno ili grupno, a do interakcije dolazi slučajno. Tu mogu spadati hodnici, zajednička kupatila, vešernice. Tercijarni prostori predstavljaju privatne prostorije za individualne aktivnosti (spavaće sobe, kupatila). Svi oni moraju biti pozicionirani tako da se podstiče interakcija, ali i da zajednički prostori ne narušavaju privatnost individualnih prostorija.

Primarni prostori bi trebalo da se pozicioniraju na centralnom mestu, blizu ulaza, dok tercijarni treba da budu izolovaniji. Sekundarne prostorije treba postaviti tako da čine neku vrstu tampon zone između privatnih i zajedničkih prostora [3].

3. STUDIJE SLUČAJA

Za izbor primera korišćena su dva kriterijuma: a) program i sadržaji i b) oblikovanje i materijalizacija. Svi navedeni objekti sadrže *coworking* i objedinjuju stambeni i radni prostor. Analizirani su manje ili više uspešni primeri toga kakav je odnos ovih sadržaja, koji su dodatni sadržaji prisutni, koliki je njihov kapacitet, te na koji način je oblikovanjem i dizajnom odgovoreno na njih.

3.1. The Collective Old Oak, PLP Architecture

The Collective Old Oak predstavlja jedan od prvih i najvećih *coliving* objekata na svetu. Nalazi se u Londonu, u Velikoj Britaniji, a otvoren je 2016. godine. Kao jedan od pionira ovog koncepta, nastao je kao odgovor na neadekvatne stambene uslove i visoke cene nekretnina i zakupa u Londonu.

Od sadržaja ovde su prisutni *coworking*, teretana, vešernica, zajedničke kuhinje, krovna terasa, restoran, *games room*, bioskopska sala, biblioteka, itd. Stambene jedinice se nalaze na spratovima, a svaki sprat predstavlja jednu manju zajednicu za sebe, sa sopstvenom zajedničkom kuhinjom i dnevnim boravkom.

3.2. Mokrin House, Studio Autori

Mokrin House predstavlja *coworking* i *coliving* prostor lociran u ruralnoj sredini banatskog sela Mokrin. U pet objekata pozicioniranih oko dvorišta nalaze se smeštajni kapaciteti, *coworking* prostor, recepcija i kancelarije zaposlenih, kafe/restoran, teretana, itd. U okviru samog *coliving* prostora postoje zajedničke prostorije u vidu kuhinja i dnevnih boravaka, prostorije za bilijar i biblioteke. Radni prostor se prostire na dva nivoa, sa velikim prostorom otvorenog plana, izdvojenom kancelarijom i sa otvorenim terasom.

3.3. Zoku, Concrete

Zoku, nazvan po japanskoj reči za porodicu, je pokušaj da se stvori nov koncept hotela namenjen digitalnim nomadima, koji bi spojio stambeni i radni prostor. U srži ovog koncepta leži tzv. *Zoku Loft* tip soba, koje predstavljaju hibrid doma i kancelarije, sa fokusom na efikasno iskorišćenom prostoru.

3.4. High Street House, Teatium+Teatium

Ovaj *coliving* prostor nalazi se u rekonstruisanoj zgradi u Londonu i sadrži 12 različitih stambenih jedinica uz zajedničke prostore. Namenjen je korisnicima svih starosnih dobi, a stanovi su predviđeni za izdavanje na kraći ili duži period.

Sve privatne jedinice povezane su nizom zajedničkih prostora. U prizemlju se nalazi multifunkcionalni *coworking* prostor. Tokom dana on služi kao radni prostor, a tokom večeri postaje prostor za socijalizaciju i druženje.

3.5. Zaključna razmatranja

Analizirani projekti prikazuju potpuno različite pristupe *coliving* -u. Od velikog kompleksa za stotine stanara do malog objekta sa svega desetina; od koncepta na granici sa hotelom do onoga koji je bliži klasičnoj stambenoj zgradi. I same jedinice variraju od soba hostelskog tipa do čitavih manjih apartmana. Kod ovog oblika stanovanja ne može se reći da ima jasnih pravila. I ona su u nastajanju i evoluiraju kao i sam koncept. I dalje je svaki projekat eksperiment za sebe i na nov način definiše šta ovaj pojam znači. Ipak, svi oni imaju zajedničku karakteristiku da stvaraju zajednicu ljudi sličnih interesovanja, kreativnu i podsticajnu sredinu za život i rad, a u mnogim slučajevima imaju potencijal da obogate i lokalnu sredinu.

4. PROJEKAT

4.1. Lokacija i kontekst

Objekat robne kuće NORK nalazi se u samom centru Novog Sada, na uglu Bulevara Mihajla Pupina i Jevrejske ulice. S obzirom na centralnu poziciju, u neposrednoj blizini nalazi se veliki broj značajnih sadržaja i objekata, kao i istorijsko jezgro grada, a saobraćajna povezanost sa ostatkom grada je na visokom nivou.

Sam kontekst pretežno čine objekti izgrađeni u drugoj polovini XX veka, uz manji broj objekata sa početka XX i XXI veka. Neki od karakterističnih objekata koji čine identitet ovog mesta jesu zgrada Pošte iz 60-ih godina, zgrada Srpskog narodnog pozorišta, kao i hotel Centar iz 2010. godine.

4.1.1. Postojeće stanje

Pored kineske robne kuće, koja danas zauzima najveću površinu objekta, na poslednjoj etaži nalazi se kineski restoran, a u prizemlju su različiti lokali, poput banke, drogerije itd. Ideja je da ova rekonstrukcija obuhvati samo prostor robne kuće, a da se restoran i lokali ostave u postojećem stanju.

Objekat je u relativno dobrom i održavanom stanju, a same etaže su otvorenog plana, sa vrlo malim brojem zidova i pregrada, što daje velike mogućnosti prilikom projektovanja novih namena. Velike zatvorene površine ujedno predstavljaju i glavni izazov prilikom projektovanja stambenih i radnih prostora, jer je neophodno da oni u što većoj mogućoj meri imaju pristup prirodnom osvetljenju i provetravanju.

4.2. Koncept i program

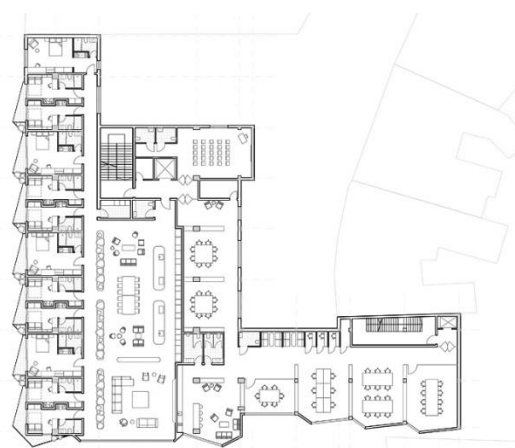
Polazni koncept ovog projekta predstavlja ideja integracije stambenog i radnog prostora, uz podsticanje socijalne interakcije korisnika preplitanjem prostora različitih nivoa privatnosti. Gradacija nivoa privatnosti prostora počinje od individualnih jedinica u vidu spavaćih soba. Sledeći stepen jeste nivo stambenih zajednica, vertikalno raspoređenih po etažama, sa zajedničkim dnevnim zonama koje se dele između manjeg broja korisnika. To je prostor prisne interakcije između korisnika. Zatim sledi radni prostor u vidu *coworking*-a kao treći stepen privatnosti, gde u kontakt dolaze ljudi iz čitavog objekta, a ovaj radni prostor je zamišljen tako da bude dostupan i korisnicima koji nisu nužno stanari samog *coliving* prostora. Poslednji nivo privatnosti jeste nivo ulice, gde u interakciju dolazi čitava lokalna zajednica i svi zainteresovani kroz prizemlje sa javnim sadržajima u kome bi se organizovali i različiti događaji.

4.2.1. Funkcionalna organizacija

Coworking i *coliving* zauzimaju najveći deo objekta, raspoređeni na tri etaže. Prizemlje, kao mesto kontakta objekta sa ulicom i gradom, sadrži ulaznu zonu, kafe-bar koji ima i funkciju recepcije, te kancelariju za administraciju objekta i pomoćne i tehničke prostorije. Samo prizemlje podeljeno je prolazom koji se nastavlja na Poštansku ulicu, ujedno i pešačku zonu. Izdvojeni deo prizemlja zamišljen je tako da sadrži prostor koji bi imao kulturnu i javnu namenu sa mogućnošću organizovanja različitih događaja. Kroz ovaj prostor ulazi se i u *coworking* na spratu.

Najveći udeo *coworking*-a zauzima radni prostor, a osim njega prisutne su sale za sastanke i konferencijske sale, radionica, kuhinja sa zonom za odmor, te male prostorije za obavljanje telefonskih i video poziva. Prostor slobodnog plana podeljen je na manje celine pomoću drvenih elemenata u vidu polica, ormarića i sl. postavljenih između stubova. Prostorije kojima je potrebna i zvučna izolacija – konferencijske i sale za sastanke, radionice itd. zatvorene su staklenim pregradama.

Na svakoj etaži nalaze se i prostorije sa dodatnim sadržajima koji se nadovezuju na nabrojane osnovne, a to su sala za projekcije i prezentacije, polivalentna sala za događaje i teretana.



Slika 1. Osnova tipične etaže

4.3. Enterijer *coliving* prostora

Dve osnovne celine *coliving* prostora jesu individualni i socijalni prostori. Individualni prostori raspoređeni su duž fasade okrenute ka Bulevaru Mihajla Pupina kako bi u što većoj meri imali pristup prirodnom provetravanju i osvetljenju. Kako su ovo prostorije koje zahtevaju mir, a orjentisane su ka prometnom bulevaru, svaka jedinica izlazi na balkon koji predstavlja neku vrstu tampon zone između unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora. Postoji tri tipa individualnih jedinica različite veličine, nazvane A, B i C.

Jedinica A predstavlja mikro jedinicu gde su u minimalnom prostoru smešteni najosnovniji sadržaji. Tu spadaju kupatilo, čajna kuhinja, prostor za odlaganje, radni sto i tzv. *murphy bed*, odnosno zidni sklopivi krevet. Posebna pažnja je posvećena kupatilima, koja su uprkos minimalnim dimenzijama same jedinice relativno prostrana, kao jedna od najvažnijih privatnih prostorija. Jedinice B i C poseduju iste sadržaje, ali u nešto komfornijem obliku, s obzirom na njihove veće dimenzije.

Zajednički prostor pozicioniran je u centralnom delu etaže. Sadrži veliku kuhinju, trpezariju, dnevni boravak, biblioteku itd. Kuhinja, kao glavno mesto dešavanja, nalazi se odmah do glavnog ulaza. Sastoji se od ugrađenih elemenata i dva kuhinjska ostrva, kako bi veći broj korisnika nesmetano mogao da je koristi. Pored velikog dnevnog boravka sa medijskim uređajima i udobnim nameštajem, prisutne su i manje *lounge* zone kako bi se omogućio i privatniji boravak ili druženje u manjim grupama.

4.3.1. Oblikovanje i materijalizacija

Prostor zajedničke dnevne zone osmišljen je kao fluidan, otvorenog plana. Vizuelno i funkcionalno razdvajanje celina postignuto je korišćenjem vertikalnih elemenata nameštaja, kao što su police i žardinjere sa biljkama. Još jedan od načina na koji su izdvojene manje prostorne celine jeste u nivou poda, korišćenjem tepiha. Ovakva struktura prostora omogućava njegovu prilagodljivost različitim aktivnostima koje bi se organizovale u okviru stambene zajednice.

Individualne jedinice opremljene su gotovo u potpunosti ugrađenim elementima nameštaja radi što racionalnije iskorišćenosti ograničenog prostora, kao i radi što

funkcionalnijeg odgovora na životne procese koji bi se u ovim jedinicama odvijali. Poseban akcenat prilikom projektovanja stavljen je na implementaciju velikog broja elemenata za odlaganje stvari, kako bi se život u prostoru manjih dimenzija maksimalno olakšao.

Imajući u vidu relativno veliku cirkulaciju ljudi i visok intenzitet korišćenja prostora, neophodno je da materijali korišćeni u enterijeru budu kvalitetni, trajni, otporni na habanje, a da pritom ne budu zahtevni za održavanje.



Slika 2. Vizualizacija zajedničke dnevne zone

4.3.2. Mobilijar i rasveta

Prilikom izbora mobilijara korišćeni su slični kriterijumi kao i prilikom izbora materijalizacije, što pre svega podrazumeva činjenicu da on mora biti visokog kvaliteta i trajnosti, pritom imajući na umu i dizajn koji se uklapa u zamišljeni duh prostora. Nameštaj u dnevnoj zoni, gde je pre svega bitna udobnost je nešto masivniji, dok su ostali elementi laganiji i mogu lakše da se pomeraju i reorganizuju.

Osvetljenje zajedničke dnevne zone je od posebne važnosti uzevši u obzir da ovaj prostor ima ograničenu mogućnost prirodnog sunčevog osvetljavanja zbog svoje pozicije u okviru objekta. Ono je postignuto kombinacijom ambijentalne, akcentovane i dekorativne rasvete. Ambijentalna rasveta sastoji se iz linijskih rasvetnih tela pozicioniranih iznad većeg dela prostora i u hodnicima. Slojevitost osvetljenja postignuta je korišćenjem akcentovanog svetla u vidu reflektora postavljenih na šinama.

4.4. Eksterijer objekta

Kako je ovaj objekat projektovan za potrebe robne kuće, a prilikom ove rekonstrukcije dobija stambenu i poslovnu namenu, bilo je potrebno uvesti određene izmene u fenestraciji, ne bi li se omogućila adekvatna količina dnevnog svetla i provetranja. Ipak, osnovna ideja jeste da se u što većoj meri zadrži originalna, karakteristična forma izlomljenog fasadnog platna.

To je postignuto korišćenjem brisoleja koji omogućavaju prolazak svetlosti i vazduha, a u isto vreme stvaraju iluziju monolitnog volumena. Drveni brisoleji pokrivaju gotovo čitavu površinu fasade, sa izuzetkom prekida na balkonima privatnih jedinica, gde se nalaze žardinjere sa biljkama. Prizemlje i poslednji sprat, koji ne pripadaju robnoj kući i koji nisu obuhvaćeni rekonstrukcijom, ostavljeni su u prvobitnom stanju.



Slika 3. Predlog eksterijera objekta

5. ZAKLJUČAK

Coworking i *coliving* koncepti radnog i stambenog prostora nastali su kao odgovor na niz društvenih, ekonomskih, tehnoloških i drugih promena koje su se odigrale poslednjih godina i decenija i koje su dovele u pitanje neke od ustaljenih obrazaca stanovanja i rada. Kroz deljenje prostora i sadržaja između korisnika oni pokušavaju da pruže održivije, ekonomski isplativije i kvalitetnije rešenje za određene ciljne grupe.

Kroz analizu programa *coworking* i *coliving* prostora definisano je značenje ova dva pojma i istražene su njihove karakteristike, kao i uslovi koje ovakvi prostori treba da ispune ne bi li funkcionisali na adekvatan način i ispunili svoju svrhu. Studijama slučaja ispitani su primeri realizovani u praksi i pokazano je da ova dva koncepta, a pre svega *coliving*, još uvek nisu do kraja definisani i da su u konstantnoj evoluciji. Na osnovu svega toga, predložena je još jedna vizija ovih prostora, kroz rekonstrukciju robne kuće *NORK* u Novom Sadu, gde bi se implementacijom ovakvih sadržaja stvorilo mesto koji bi ponudilo odgovor na rastuću potrebu za drugačijim oblikom stanovanja i rada.

6. LITERATURA

- [1] <https://medium.com/we-research-and-experiment-with-how-the-sharing/coworking-and-communities-towards-a-better-social-mix-ea7803a81a37> (pristupljeno u junu 2021.)
- [2] Alfirević Đ., Simonović Alfirević S. „Uloga teritorijalnosti u prostornoj organizaciji *coliving* zajednice“, *Arhitektura i urbanizam*, 50. doi: 10.5937/a-u0-25785, 2020.
- [3] Osborne, R. *Best Practices For Urban Coliving Communities*, Master Thesis, Lincoln: University of Nebraska, 2018.

Kratka biografija:



Teodor Šćepanović rođen je u Novom Sadu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Dizajn enterijera odbranio je 2021.god.

kontakt: teodorscepanovic@gmail.com

САМООДРЖИВА НАДОРАДЊА У УРБАНОМ КОНТЕКСТУ**SUSTAINABLE EXTENSION OF THE URBAN CONTEXT**

Марко Михајловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област- АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад се бави истраживањем и имплементацијом самоодрживости и еколошке освећености унутар архитектонског концепта, више него постављања самоодрживих елемената у архитектонске склопове.

Кључне речи: одрживост, концепт, зеленило, урбано

Abstract – The project pertains to the research and implementation of (eco)sustainability into the main architectural concept, than just being an accessory into the urban architectural assembly.

Keywords: sustainability, concept, green, urban

1. УВОД

Унутар свих фактора у којима архитектура као таква постоји, служила је као режимски елемент исказивања различитих идеја, које су често постављале различите контексте и факторе унутар физичких структура, као симболичко представљање идеје или уверења. У данашњем контексту, све више се увиђа да су полазишне тачке биле нечовекомерне или да је долазило до замена теза у томе шта је заправо било важно у оквирима свакодневног живота, унутар било које заједнице. Глобализација као таква довела је до експлоатације различитих традиција унутар једне јединствене. Посматрајући развој на глобалном нивоу, неоспориво се аспект ресурса постављао као секундаран, док је круцијалан импут био уобличавање подтекста. Резултирање еволуције уоквирило је стрмоглав пад природних ресурса, глобалне климе и дисбаланс између човека и природе. Постављање свих социо-економских фактора изнад бескомпромисности природе, поентирало је у краткорочности архитектонских резултата само у оквирима животног века човека, државе или режима, не узимајући у обзир проблематику будућности, већ само демонстрацију тренутног. Акумулирање свих до сада набројаних фактора довело је до постављања питања тренутног стања еколошког краха, као и квантитета природних ресурса.

Поред тога, обновљиви ресурси, такође бивају угрожени у свом квалитету и инензитету.

1.1 Теоријски оквир истраживања одрживости

Током година, развијале су се различите методе имплементације еколошких аспеката, али подједнако је истинито и то да не узимају сви ово у обзир или

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је била др Јелена Атанацковић-Јеличић, ред. проф.

размишљају у том смислу, па чак се и не труде да то разумеју. Архитекти данас размишљају о томе да се тичу само материјала или изградње, а не основне бриге за људе.

1.2 Методе

Одржива архитектура као таква настоји да умањи негативан утицај зграда на животну средину ефикасношћу и умереношћу у коришћењу материјала, енергије, развојног простора и екосистема уопште. Она користи свестан приступ очувању енергије и еколошке заштите у дизајну изграђеног окружења. Такав приступ је само полазишна тачка која би на даље утицала на разне сфере у односу човек - архитектура.

Идеја одрживости или еколошког дизајна је да се осигура да наша употреба тренутно доступних ресурса неће на крају имати штетне ефекте на наше колективно благостање или онемогућити дугорочно добијање ресурса за друге апликације.

Израз „одрживост“ у односу на архитектуру до сада се углавном посматрао кроз објектив грађевинске технологије и њених трансформација. Надилазећи техничку сферу „зеленог“ дизајна, изума и стручности, неки научници почињу да позиционирају архитектуру у много шире културне оквири људског односа са природом. Усвајање овог оквира омогућава праћење богате историје културних дебата о нашем односу према природи и животној средини, са становишта различитих историјских и географских контекста.

1.3 Системи грејања, вентилације и хлађења

Временом су се развијале бројне пасивне архитектонске стратегије. Примери таквих стратегија укључују распоред просторија или димензије и оријентацију прозора у згради, као и оријентацију фасада и улица или однос између висине зграда и ширине улица за урбано планирање, које игра важну улогу у односу на архитектонско пројектовање.

Важан и исплатив елемент ефикасног система грејања, вентилације и климатизације (HVAC) је добро изолована зграда. Ефикаснија зграда захтева мање енергије за генерисање или расипање топлоте, али може захтевати више вентилационих капацитета за избацивање загађеног ваздуха у затвореном простору.

Значајне количине енергије излазе из зграда у струјама воде, ваздуха и компоста. Технологије за рециклирање енергије на лицу места могу ефикасно повратити енергију из отпадне топле воде, као и устајалог ваздуха и пренети ту енергију у долазну свежу хладну воду или свеж ваздух.

Оријентација локације и зграде има неке велике ефекте на ефикасност *HVAC* -а у згради, као што је већ поменуто. На овај начин би урбанисте требало да узму у обзир и фактор енергетске ефикасности приликом стварања урбанистичких планова.

1.4 Производња обновљиве енергије:

Соларни панели

Активни соларни уређаји, попут фотонапонских соларних панела, помажу у пружању одрживе електричне енергије за било коју употребу. Електрична снага соларног панела зависи од оријентације, ефикасности, географске ширине и климе - соларни добитак варира чак и на истој географској ширини. Типична ефикасност комерцијално доступних панела креће се од 4% до 28%. Ниска ефикасност одређених фотонапонских панела може значајно утицати на враћање инвестиције њихове инсталације. Ова ниска ефикасност не значи да соларни панели нису одржива алтернатива енергији.

Ветрењаче

Употреба премалих ветротурбина у производњи енергије у одрживим структурама захтева разматрање многих фактора. У погледу трошкова, мали системи ветра су генерално скупљи од већих ветрогенератора у односу на количину енергије коју производе. За мале ветрогенераторе, трошкови одржавања могу бити одлучујући фактор на локацијама са маргиналним могућностима везања.

Ветрогенератори почињу да раде када ветрови достигну брзину од 8 км/сат, постижу капацитет производње енергије при брзинама од 32-37 км/сат и искључују се како би избегли оштећења при брзинама већим од 55 км/сат. Енергетски потенцијал ветрогенератора пропорционалан је квадрату дужине лопатице и коцки брзине којом се лопатице окрећу. Иако су на располагању ветрогенератори који могу надопунити снагу једне зграде, због ових фактора ефикасност ветрогенератора у великој мери зависи од услова ветра на градилишту. Из ових разлога, да би ветротурбине биле уопште ефикасне, морају се инсталирати на локацијама за које је познато да примају константну количину ветра, уместо на локацијама које ветар спорадично примају. Мала ветротурбина се може поставити на кров. Питања уградње тада укључују чврстоћу крова, вибрације и турбуленције узроковане кровном платформом.

Топлотне пумпе

Топлотне пумпе са извором ваздуха могу се сматрати реверзибилним клима уређајима. Као и клима уређај, може узети топлоту из релативно хладног простора и одложити је на топао. Међутим, за разлику од клима уређаја, кондензатор и испаривач могу променити улоге и апсорбовати топлоту из хладног спољашњег ваздуха и одложити је у топлу кућу.

Топлотне пумпе са извором ваздуха су јефтине у односу на друге системе топлотних пумпи. Међутим, ефикасност топлотних пумпи са извором ваздуха опада када је спољна температура веома ниска или веома висока, стога су заиста применљиви само у умереној клими.

За подручја која се не налазе у умереној клими, топлотне пумпе са извора земље или геотермалне енергије пружају ефикасну алтернативу.

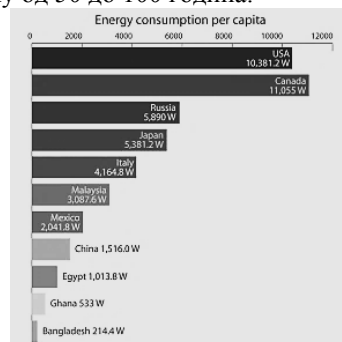
2. Друштво од 2000 вати

„2000-watt society“ је визија заштите животне средине, коју је први пут представио 1998. године Швајцарски савезни технолошки институт у Цириху, а која приказује просечног грађанина Првог света који смањује своју укупну просечну потрошњу примарне енергије на највише 2.000 вати (тј. 2 киловата на сат или 48 киловата дневно) до 2050. године, без смањења њиховог животног стандарда.

Концепт се не односи само на личну потрошњу енергије или потрошњу енергије у домаћинству, већ и на укупну вредност за цело друштво, укључујући и отеловљену енергију, подељену по становништву.

Две хиљаде вата је приближно тренутна просечна светска стопа укупне потрошње примарне енергије.

Даље је предвиђено да се употреба горива на бази угљеника на крају смањи на највише 500 вати по особи у року од 50 до 100 година.



Слика 2. Дијаграм потрошње енергије по државама

2.1 Тренутна потрошња

Анализа просечне потрошње енергије од 5,1кВ од стране просечне особе у Швајцарској, од јула 2008:

- 1500 вати за стамбени и пословни простор (ово укључује грејање и топлу воду)
- 1100 вати за храну (укључујући транспорт)
- 600 вати за струју
- 500 вати за путовања аутомобилом
- 250 вати за путовање авионом
- 150 вати за јавни превоз
- 900 вати за јавну инфраструктуру

Предвиђено је да ће постизање циља друштва од 2000 вати захтевати, између осталих мера, потпуно реинвестирање у капиталну имовину земље; реновирање националног грађевинског фонда како би довело до нискоенергетских грађевинских стандарда; значајна побољшања у ефикасности друмског транспорта, ваздухопловства и енергетски интензивне употребе материјала; могуће увођење брзих возова; коришћење обновљивих извора енергије, даљинско грејање, микрогенерација и сродне технологије; и преусмеравање истраживања на нова приоритетна подручја [1].

3. Концепт са пројектним задатком

Као почетна премиса узет је еколошки проблем у савременом свету, који тек тренутно постаје једно од водећих питања и тражења решења. Обзиром на то да архитектура треба да подстакне активистички део, предочи проблематику друштву и понуди решење докле сежу физичке границе, узет је у обзир глобални проблем, и пренесен на део града у Новом Саду, као експериментални пример на мањој површини, који као узорак служи и за већа поднебља.

Лиман је градска четврт Новог Сада која заузима 226 хектара градске површине. Налази се у југоисточном делу града, на јужном крају Булевара ослобођења и левој обали Дунава. Програмски, одређена је разним спортско – рекреативним објектима, услед близине реке, образовним институцијама, јавним и услужним објектима, као и резиденцијалним становањем, што заправо и представља већински проценат програма.

Становништво је разнолико, у балансу је старо и младо становништво, обзиром на добре услове породичног живота, такође се налази и доста становништва у (пост)адолесцентском периоду, обзиром на присутност факултетских установа [2].

Сама морфологија блока је разнолика, поред постојања ортогоналних, такође су присутни блокови органских облика, све који се мање или више налазе уз веће саобраћајнице значајне за инфраструктуру читавог града.

Блокови су већински отворени, објекти су позиционирани тако да стварају различите целине и амбијенте, који имају потенцијал и програмски разноврсно да се односе. Одређене структуре се појављују у групној форми, стварајући репетитивне облике. Блокови варирају од подједнаке заступљености више једнаких објеката, до истицања једне структуре у односу на друге.

Читава инфраструктура овог дела града, морфологија и материјализација га чини специфичним и препознатљивим. Ритам и фенестрација је такође нешто што је карактеристично, обзиром на сличан период изградње, већину објеката одликује симетрија и хармонија унутар диспозиције отвора.

Ово све заправо чини добру полазну тачку за пројекат, како би се утемељило на једном локалитету, има добре социолошке и еколошке факторе, који су изузетно битни за бављење оваквом тематиком.

Сам концепт подразумева имплементацију челичних структура, уз стаклене параване, који би служили за удомљавање великог броја зеленила, различитих архитектонских програма, и оно најважније – великог броја корисника.

Физички, ова надоградња би одступала од постојеће естетике блока, али не толико упечатљиво, обзиром да су од елемената видљиви стубови, греде и плоче. Све би радило у сврху истицања зелених површина на равним крововима објеката.

Адаптибилност је такође значајан аспект овог пројекта, обзиром на то да су објекти по физичкој структури донекле различити, физичка карактеризација надоградње није у фокусу, с обзиром на то да се и на „петом фасади“ налазе одређене техничке структуре, које би заправо доприносиле динамици саме надоградње.

Сама конструкција прати конструкцију објекта по форми и статистици, где би у том смислу постојеће стање било испоштовано.

Такође, један од карактеристичних ствари са урбанистичке стране јесте и то да сама структура овог пројекта, не доприноси само овом делу града, иако се физички налази на постојећим објектима Лимана, већ мења читаву панораму града, што би са већег нивоа стварало живне тачке самог града.

3.1 Значај зеленила

У сам интергритет објекта би требало да буде инкорпориран елемент зелене одрживости као равноправан део архитектуре у освешћеној околини, а не додатак на постојећи концепт, стварајући симбиотички однос природе и нове структуре, с обзиром на то да је на самом почетку архитектура стварала искључујући уз помоћ природних елемената. Зашто би архитектура била кавез а не уточиште за зеленило, подређено њеним условима, стварање микроклиме, и узајамном opleмњивању простора. Као такви, објекти не би били представљени као изоловане структуре у простору са традиционалним поимањем баријера попут препрека између спољашњости и унутрашњости.

Такође, обзиром на модернизацију и глобализацију унутар читавог света, природно су се наметнули различити трендови савремене архитектуре. Органски објекти који се сами намећу као форма која је најзаступљенија унутар културе самоодрживости, али требало би узети у обзир не само еколошки аспект након изградње, већ измену у целокупности од рушења постојећих стања, изградње објеката, гомиле отпада који се створи у току новоградње. Поред тога, велику улогу игра и проток новца који се усмерава на овакве подухвате, уместо на реадaptацију постојећих стања, колико су у могућности, како би се створили нови системи узајамног функционисања новог и постојећег [3].

3.2 Осветљење

Осветљење игра виталну улогу у начину на који људи доживљавају и разумеју архитектуру. Без обзира да ли су зграде и грађевине осветљене природно или не, осветљење је медијум који нам омогућава да видимо и ценимо квалитете зграда око нас.

Оно може донети емоционалну вредност архитектури - помаже у стварању искуства за оне који заузимају простор. Било да се ради о дневном или вештачком осветљењу, светлост скреће пажњу на текстуре, боје и облике простора, помажући архитектури да постигне своју праву сврху. Визија је најважнији осећај кроз који уживамо у архитектури, а осветљење још више побољшава начин на који перципирамо архитектуру. Коначни аспект је веома важан у данашње доба покрета зелене градње и одрживости. Једна је ствар направити распоред осветљења који одузима дах, а друга је створити изглед који одузима дах и који је такође невероватно енергетски ефикасан. То се може учинити тако што ће се осигурати да већина светлости достиже циљ и да има мање изгубљеног светла. Смањивањем количине изгубљеног светла зграда ће бити ефикаснија. Један од ефикаснијих метода јесте LED светло.

Такође, уколико осветљење има и корисну функцију поред своје елементарне и естетске функције у истицању одређених вредности, још је значајније како за кориснике, тако и за екологију. Боја светлости има мерљив утицај на количину енергије коју биљка апсорбује. Разлог за то је што боје у светлости имају различите таласне дужине и оне, у зависности од тога да ли су кратке или дугачке, пружају различите нивое енергије.

У пројекту је коришћено како регуларно осветљење, тако и ово, осветљење за подстицање цветања или за производњу већих приноса воћа, због чега јесте управо један од програма и стакленик. Многе биљне функције могу се побољшати и унапредити само знајући на које светле боје реагују и на које реагују. Знање да различите боје светлости могу утицати на оно што биљка ради важно је у свету који од хране зависи од биљака.

Напредна LED технологија омогућава контролу врста обојеног светла које испоручујемо биљкама у контролисаним окружењима.

Светло различитих боја помаже биљкама да постигну и различите циљеве. Плаво светло, на пример, помаже у подстицању вегетативног раста листова. Црвено светло, у комбинацији са плавим, омогућава биљкама да цветају. Хладно флуоресцентно светло је одлично за гајење раста биљака у затвореном простору.

Без обзира на то да ли је боја светла црвена или љубичаста, биљка ће апсорбовати одређену количину енергије из светлости коју прима. Зелено светло је најмање ефикасно за биљке јер су и саме зелене због пигмента хлорофила.

3.3 Социо-економски фактор самоодрживости

Поред свега, одржива архитектура, осим што мора да садржи и еколошки фактор који је круцијалан део, такође неопходно је да се имплементира и комерцијализација простора, која би омогућила одржавање почетних инвестиција, као и уводила кориснике кроз различите програме у свет еколошке освешћености.

Из тог разлога, адаптивност у програмском смислу, тј. трансформабилност је изузетно битан аспект читаве ове приче. Како сама морфологија објекта диктира и конструкцију надоградње, тако и програмске шеме које су инкорпориране у вегетацију. С обзиром да се ствара специфична микроклима у оквирима ових простора, одговарајућа вентилација и топлотна регулација је неопходна, како би се на адекватан начин створили услови како за биљке, тако и за кориснике.

У овом случају, осмишљено је адекватно брендирање самог блока/кварта, како би се истакли и активни и пасивни приходи, у експлоатацији самог концепта. Побољшање локалног идентитета, уз стварање аутентичних амбијената и повећање туристичког аспекта, само је један од нуспојава којем би овај пројекат допринео, тј. узвратио заједници.

Имплементација естетичних простора, као и стварање програма за младе, довело би до окупљања већег броја корисника ових програма, што би довело и до позитивних као и до негативних утицаја на околину.

Поред тога, зелене структуре би стварале човекомерне просторе за кориснике, што би резултирало у повећању како еколошких, тако и економских и социолошких аспеката.

Касније, овакав подухват био би само полазишна основа која је имплементирајући обновљиве ресурсе била полазна премиса за даље ширење еколошке освешћености.

4. ЗАКЉУЧАК

На основу свега наведеног, архитектура као активистичка делатност кроз историју била је потлачена разним режимима, економским водилима, као и бескомпромисним деловањем одређеног слоја становништва. У савременом добу поставља се питање да ли постоји разлог изнад свих како бисмо променили сопствену перцепцију и поставили се у службу очувања и инвестирања у природу, ако ни због чега, макар и зарад сопствене добробити.

Овај пројекат, као такав, има на вредности да првобитно освести околину о вредности очувања животне средине, потом обједини све аспекте о којима је претходно било речи, попут социолошких, економских, естетских, политичких вредности, а на крају и проследи сопствену идеју на веће подручје, уколико се узме у обзир да је ово само експериментално подручје на мањој размери. Умрежавање вегетације, зелених површина и живог света унутар једног микроурбанизма, имало би бенефите не само на тај одређени локалитет, већ и на ширу слику.

Комбинација савременог технолошког развијања и постојећих проблема окружења, може резултирати гигантским променама у оквиру одређених периода времена. Истраживање, унапређивање и потпомагање природним ресурсима утицало би на слободнији и квалитетнији живот човека. Такође, на овакве начине уводи се интердисциплинарност у било какву врсту деловања, где се спаја корисно са неопходним и резултира у бенефицијама на већем нивоу.

Такође, треба узети у обзир све постојеће, и начине на које се може адаптирати и прилагодити новим потребама и захтевима, а не инвестирати у ново, занемарујући присутно. Бити свестан своје околине је изузетно важна ставка у сваком погледу, како бисмо могли и лично и глобално да просперирамо.

Свако ново доба доноси и нове моделе живљења. Самим тим, требало би да се искористи досадашње конвенционално коришћење простора, али и да се и критички постави према постојећима, и унапреди досадашње са сврхом да се животни стандард, као и стандард животне средине, подигне на што виши ниво.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Krebs, C. J, 2001, Екологија: Експериментална анализа дистрибуције и заступљености
- [2] Нови Сад, 1996, Слика града, Јавно предузеће „Урбанизам“
- [3] Ернст Нојферт, 2002, Архитектонско пројектовање, 37 издање, Београд

Кратка биографија:



Марко Михајловић рођен је у Новом Саду 1997. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектонско пројектовање у архитектури одбранио је 2021. год.

УРБАНА ЕНКЛАВА – САВРЕМЕНО СТАНОВАЊЕ У ЗРЕЊАНИНУ**URBAN ENCLAVE – CONTEMPORARY HOUSING IN ZRENJANIN**

Сташа Зековић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област- АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Идејни пројекат урбане енклаве у Зрењанину преиспитује савремене вредности, утицај технологије на друштво и нуди ескапизам у геометризовану оазу, издвојени комплекс на реци Бегеј који је утемељен теоријском поставком појма „хетеротопије“ и студијом случаја три примера урбаних енклава.

Abstract – The conceptual design of urban enclave in Zrenjanin re-examines contemporary values, the impact of technology on society and offers escapism into a geometric oasis, an isolated complex on the Begej River. The design is based on the theoretical concept of "heterotopia" and a case study of three urban enclave examples.

Keywords: Enclave, heterotopia, demarcation, Bridge on dry land, escapism

1. УВОД

Пројекат урбане енклаве у Зрењанину инспирисан је „хетеротопијском енклавом“ и нуди савремени вид становања, донекле и алтернативан начин живота. Ситуирана је на реци Бегеј у Зрењанину на месту где исушени рукавци реке формирају острво „Мала Америка“ које је занимљиво урбано подручје испуњено културним и природним наслеђем. Једна од његових најупечатљивијих карактеристика је једини мост на свету који се простире изнад насипа и стога се локално назива „Мост на сувом“.

Овај феномен подстиче дискурс о теми апсурда самим својим постојањем. Символ ироније и контраста, полазишна идеја концепта пројекта инспирисана је корелацијама дијаметралних супротности.

Поред моста, фокусна тачка пројекта су два новопроектована огледала која преграђују насип и стварају визуелни наставак канала коришћењем рефлексије. Огледала демаркирају унутрашњи свет иза огледала, урбану енклаву која је геометризована оаза и ескапизам од данашњих навика, начина и ритма живота – неки вид рехабилитације од свеprisутне технологије и виртуелног света. Теоријски, пројекат је инспиран феноменом енклаве, као и филозофским појмом „хетеротопије“ чије значење је продубио француски филозоф Мишел Фуко.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Јелена Атанацковић – Јеличић, ред. проф.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА**2.1. О енклавама**

Простор који се одређеним критеријумима издваја од свог контекста, то јест другачији је од своје околине сматра се енклавом. Енклава је првенствено **географско-политички појам** [1] и ова појава честа је због вишевековних преплитања култура, етничких група, као и ратовања, освајања и политичких сукоба. Како би се неки простор сматрао „издвојеним, другачијим“, потребно је да постоје утемељени разлози те изолације и одговори на питања: који је узрок тог феномена и на који начин је дошло до формирања енклаве. С тим у вези, две групације издвајања су већ препознате у широј литератури, док се трећа дефинише и профилише кроз овај рад:

1. Гео-политичке енклаве
2. Етничке енклаве
3. Лајфстајл енклаве

У претходном појашњењу појмова енклаве објашњена је примарна групација. Даље, **етничка енклава** представља просторну изолацију одређене групације људи исте етничке и/или расне позадине [2]. Разлози сепарације могу бити различити, од презервације традиције, вредности, религијских убеђења, до неуспешне/нежељене асимилације. На пример, амишке заједнице представљају изразито конзервативну хришћанску групу која заговара симплификован начин живота, облачења и идеологију анти-индивидуализма. Чланови заједнице опирају се коришћењу технологије, струје и било каквих глобално усвојених иновација. Често су просторно издвојени у засебним заједницама-насељима окруженим природом и пољима.

Такође, пример сламова (у контексту Сједињених Америчких Држава) или фавела (у контексту Бразила) карактеристична су појава неформалних насеља [3]. У њима станују економски веома угрожени и потлачени/одбачени људи, што у контексту сагледавања града ствара одређену врсту издвојености, то јест енклаве. Ова појава назива се и „псеудоурбанизација“ [4]. Њу чине делови града који су нерегулисано и неплански настали, стога носећи назив „неформална насеља“.

Лајфстајл (Lifestyle) енклаве је термин који се уводи и који ће се детаљније описати након појашњења појма „хетеротопије“. Могу да садрже заједничке црте претходно описаних типова, али суштински представљају бег од општеприхваћене реалности, „истине“ и мејнстрим мишљења, неки вид ескапизма концентрисаног на једном месту.

2.2. О хетеротопијама

Појам хетеротопије следи образац постављен терминима утопије и дистопије. Етимологија префикса „хетеро“ потиче из старогрчког *heteros* (хетерос, „други, другачији“), што у комбинацији са грчком речи *topos* („место“) у буквалном преводу значи „друго место“ [5]. Док је утопија идеални свет избалансираниг поретка, а дистопија простор катастрофе, хетеротопија је место где се ствари разликују – то јест, збирка чији чланови имају мало или нимало разумљивих веза једних с другима [6].

Француски филозоф Мишел Фуко (1926-1984) продуцирао је концепт хетеротопије у контексту културних, институционалних и дискурзивних простора понајвише у свом делу „О другим местима“. Наиме, он своју тезу хетеротопије базира на контекстуалној подели хетеротопије као **света у свету**, простора узнемирујућег, страшног, контроверзног, другачијег, издвојеног или трансформирујућег, као што је и случај са сламовима и фавеллама. Хетеротопија је простор оивичен својим контекстом који се огледа унутар граница хетеротопије.

2.3. О примеру Егзодуса

Тема урбане енклаве и егзодуса присутна је како у урбанистичком дискурсу, тако и у социолошком и историјском. Рем Колхас је 1972. године представио пројекат Егзодус као свој дипломски рад на „АА“ школи архитектуре (*The Architectural Association School of Architecture*) у Лондону. Егзодус или Добровољни затвореници архитектуре приказује новопроектовани део града као издвојену урбану енклаву ограђену зидинама у склопу Лондона [7]. Два паралелна зида пресецају централни Лондон и дефинишу линеарну затворену зону – изоловану и застрашујућу. То је зона инспирисана поделом Берлина током Хладног рата. Колхас концептуално формира два пута којим човечанство може да иде, две опције – бивствовање у источном или западном свету. Егзодус је линеарна енклава са контроверзним програмом и простор у ком се укидају радио сигнали и комуникациска средства – енклава је представник дистопијске хетеротопије.

2.4. О примеру Кристијаније

„Freetown Christiania“, како јој гласи пун назив на енглеском, самопрокламована је аутономна површина и „слободан град“ у склопу Копенхагена, на подручју града који носи назив *Christianshavn* које је некада било фортификациона и војна зона. Кристијанија настаје као револуционарна потреба за тоталном реконструкцијом друштва и за издвајањем од мејнстрима – представља стварање контракултуре. Формирајући отворену енклаву, Кристијанија пружа модел алтернативног живота и подржава хипи покрет, али и колективизам и анархизам имајући у виду контраст са претходном државно-милитарном наменом територије. Она је својствени идеолошки микросвет. Од програма у комплексу овог слободног града постоје амфитеатри, културне станице, јога сале, сале за спорт, клубови, становање, парковске површине, обрадиве површине за пермакултуру. Нагласак је на адаптирању постојећих барака и хала, као и њиховој

рехабилитацији у виду приказа другачијег модела живота. Цело подручје и сваки појединачни објекат је колективна својина. У овом духу заједништва, сва новонастала или адаптирана архитектура настаје без аутора поштујући етос архитектуре без архитекте [8]. Кристијанија дефинитивно спада у фукоовски „свет у свету“, заједницу која је различита, издвојена и контроверзна јавном мњењу. Такође, ова отворена урбана енклава опстаје у густом урбаном ткиву Копенхагена упркос претњама, оивичена линијским, али вероватно битније – идеолошким границама.

2.5. О примеру ријалити хетеротопије

Британски књижевник Џорџ Орвел је 1949. године објавио дистопијски роман „1984“ који се бави темом тоталитаристичког друштва у којем се појединац надгледа 24 часа свакодневно. Овај наратив је био инспирација холандској продукцијској кући *Endemol* при конципирању свог најпознатијег ријалити програма.

„Велики брат те посматра“ познати је израз употребљен у Орвеловом роману и он алудира на државни надзор над сваким појединцем. Творци телевизијске емисије *Big Brother* преузели су ову флоскулу, као и део фразе за назив емисије. Учесници емисије борава сто дана у специјално пројектованој кући изолованој од спољашњег света уз константни **надзор** од стране продукције. Учесници се могу називати и члановима привремене, вештачки створене енклаве чији је циљ *разнода ради разноде* у виду својеврсног социјалног експеримента. Слично Колхасовом Егзодусу, они теже да буду добровољни затвореници где њихово понашање и емоције одражавају готово уврнути и језив хедонизам, уживајући у високо контролисаним и изрежираним тренуцима. Мониторују се аудио и видео надзорима од стране „Великог брата“ сваког момента, током сваког дана [9].

Куће визуелно делују трошно и крхко што указује на ефемерност простора, на привидне стамбене куће које су заправо обичне сценографије, стејд. На овој позорници се током три месеца одвија један паралелни живот ван реалног временског тока и ван додира са другим просторима. Унутар граница, парцела заиста представља „свет у свету“ и хетеротопију која је узнемирујућа, страшна и понајвише контроверзна. У ери виртуелног, где се знају тачне локације људи постављањем објава на социјалним мрежама, где су паметни телефони способни да „прислушкују“ и где потреба за интернетом ствара зависност, никада нисмо били ближи присуству Великог брата.

3. ПРОЈЕКАТ

3.1. Историјски и урбани контекст

Пројекат урбане енклаве је ситуиран у атипичној и веома специфичној урбаној и природној морфологији. Кроз Зрењанин протиче река Бегеј која је рукавцима формирала острво под називом Мала Америка (Слика 1). Ово подручје је централни део Зрењанина са бројним знаменитостима и објектима релевантним за идентитет града. Централност и висок степен урбаног развоја Мале Америке, али уз одређени вид

изолованости и привида мирнијег, перифернијег начина живота чини простор јединственим. Порекло имена подручја није утврђено у потпуности, а најраније спомињање забележено је крајем 19. века као део града под називом „Америчко насеље“ или само „Америка“ [10]. Сматра се да, с обзиром на статус житеља, као и физичку одвојеност и окруженост водом, подручје поприма назив у колоквијалном говору Америка, а затим Мала Америка.



Слика 1. Мала Америка

Мала Америка је била повезана са „копненим“ делом Зрењанина преко четири моста. Одлуком о преграђивању корита Бегеја и исушивањем тла, један мост је остао на „сувом“. Испод њега још од 1985. године не протиче река, те је локално називан „Мост на сувом“ [11]. Представља једну од атракција Зрењанина, као и битан фактор идентитета. Сматра се за једини „мост на сувом“ на свету и његово постојање, апсурдно као такво, полазиште је формирања концепта пројекта.

3.2. Концепт апсурда

Као што је претходно подвучено, Мост на сувом премошћује исушен део, то јест сам насип. Овај апсурд почетна је идеја пројекта и полазишна тачка развијања даљих теза апсурда и контраста:

суво/водено
попречно/подужно
дисконтинуитет/континуитет
линеарно/циркуларно
статика/кретање
изграђено/неизграђено

Први уочени потенцијални контраст и првобитна идеја пројекта произилази из главног апсурда: Шта ако „суви мост“ добије свој дијаметрално супротни пар – водени мост? И шта ако би водени мост био још апсурднији и простирао се **уздужно**, у правцу реке, а не класичним, попречним правцем чија је функција премошћавање. Водени мост у пројекту представља укопану уздужну пасарелу кроз средину тока воде, амбијенталну и рекреативну трасу крећући се којом је потребно више времена како би се стигло од једне до друге тачке. Такав вид кретања захтева разнолике пејзаже, како урбане тако и природне. Следећа ставка која се надовезује на претходну подразумева вид меморије простора. Како је неопходна подужност целокупном простору да би се постигло више амбијенталних секвенци при кретању воденим мостом, долази се до закључка да је фрагментисано потребно повезати, објединити како

би се пролонгирала путања. Конектовање ове целине враћањем тока реке и повезујући их воденим мостом и надвожњацима, од дисконтинуитета ствара се **континуитет**, а од сепаратисаних, линеарних делова формира се кружење. Радијалност је једна од просторно-урбанистичких стратегија развоја многих европских градова и обједињени **циркуларни** ток поспешује повезаност Зрењанина, како на микро, тако и на макро плану. На тај начин, враћа се некадашња, природна логика тока Бегеја и уместо статичних језера, уводи се **динамична** повезаност и континуирано **кретање**.

3.3. Однос према постојећем и форма

Мост на сувом, као централни мотив пројекта, саграђен је 1962. године у виду висећег моста од армирано бетонске конструкције [11]. Символ ироније чини Мост на сувом својствено јединственим, пример који се, као и у случају Кристијаније, опире потенцијалним политичким и инвеститорским интервенцијама. Мост је у пројекту урбане енклаве презервиран, око њега формирана је демаркација као врста заштитне опне са две стране. Слично Егзодусу, постављене су две монументалне паралелне површине оријентисане исток-запад, које оивичавају простор у правцу простирања насипа, то јест управно на сама језера. Висина површина надмашује висину моста како би се стекао утисак кутије. Те површине су у екстеријеру сачињене од апсолутно рефлектујућег материјала и представљају **хипертрофирана огледала** (Слика 2).



Слика 2. Мост на сувом и позиција источног огледала

Огледало потпомаже и тези о враћању континуитета воденог прстена који окружује Малу Америку. С обзиром да „затвара“ насип са обе стране, гледано од споља оно визуелно продубљује простор рефлектујући непосредну околину. Са источне стране рефлектује „урбану“ страну градских знаменитости, док са западне стране рефлектује „природну“ страну, пошумљено приобаље и парковске површине. Контраст урбано-природно или **изграђено-неизграђено** још је једна од наведених супротности концепта пројекта. Тема огледала надовезује се на Фукоово објашњење хетеротопије као метафору огледала. У овом случају, појава огледала је хипертрофирана хетеротопија сама по себи, али је и простор који огледала облажу хетеротопија. Наиме, унутрашњост између ове две паралелне равни конципиран је као „свет у свету“, знатно диференциран у односу на контекст. Профилисан је један свет који надопуњује и комплентира

присуству моста, свет који му даје додатан смисао, штити га од даљег пропадања и осталих претећих фактора. Циљ је границама направити „свет у свету“ у ком се наслеђе **валоризује**. Апсурд је проходни појас између два огледала, екстревртна линијска енклава у виду пасажа.

3.4. Програм

Простор је проходан у правцу север-југ пешачким пролазима на самом насипу и рампама, као и у правцу исток-запад за бродски саобраћај. Комуникације у енклави функционишу рампама које се простиру уз огледала и подупиру их.

Корисници постепено упијају атмосферу и сагледавају унутрашњу страну огледала бирајући две врсте визура и панорамског разгледања. Ако би бирали правац исток, сагледавали би „урбану страну“, а ако би се определили за западну страну, упијали би контрирајући елемент то јест природу. Ова идеја надовезује се на Колхасову референцу о поларној подели запада и истока у случају Берлина. Функција енклаве је видиковац, бирање погледа као циља пењања који захтева контемплацију и самоиспитивање.

Програм подразумева вид искључења од виртуелних токова слично амишким заједницама, гашење технологије помоћу антена које укидају сигнале и пријем интернет мреже. Долазак у енклаву подразумева бег у природу с обзиром на вегетацију која је заступљена унутар ње у форми линеарне ботаничке баште.

Урбана енклава је вид ескапизма у геометризovanу оазу, избегавање виртуелности и надзора, рехабилитација је од друштвених мрежа, константних обавештења и лажних вести. Енклава је одмор од претњи данашњег доба, штит, појас за медитацију и ослобађајући простор за интроспекцију – потрага за истином смештена у густој урбаној структури.



Слика 3. Попречни пресек урбане енклаве

Дуж рампи и на партеру налазе се кубуси који су стамбене јединице. Модуларно сачињени од лаких материјала, једноставно их је адаптирати према потребама и броју корисника. Њихова прилагодљива и ефемерна природа чини их постављеним основама за живот.

Лајфстајл енклава пружа алтернативу корисницима жељних искључивања на неколико сати или боравка у овом микросвету на дужи временски период, а потенцијално нуди и подлогу за формирање заједнице и самодовољног града.

4. ЗАКЉУЧАК

Како је Фуко наводио, поента хетеротопије није у тражењу решења које генерализује, већ у навођењу засебних, карактеристичних ситуација [6]. Зато студија случаја од три анализирана примера додатно појашњује намеру надовезивања појма хетеротопије на значење енклаве. Први пример је највише формалистички утицао на развој пројекта Апсурд, као и у контексту поделе на исток и запад. Други пример је идеолошки и друштвено утицао на развој пројекта, док трећи пример представља антагонисту и модел којем треба контрирати и избећи га.

Апсурд подвлачи и промовише заштиту локалне теме и њене оригиналности бавећи се глобалним проблемом. Иако виртуелни свет има своје предности у ефикасности и свеprisутности, он не сме да доминира и преузме улогу главног посредника људске конекције и замену мисленог тока. Ескапизам треба схватити као бирање слободе у виду индивидуалне одговорности у циљу побољшања како личног, тако и колективног живота. Пројекат „Урбана енклава – савремено становање“ предлаже решење за све савремене проблеме који су последице брзине тока живота и супресије настале развојем технологије – енклава која нуди **другачији свет, алтернативан избор**.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мастоило, Н. (2005), *Речник савремене српске географске терминологије*, Географски факултет, Београд
- [2] Видановић, И. (2006): *Речник социјалног рада*, Београд
- [3] Davis, M. (2006), *Planet of Slums*, Verso
- [4] <http://fifiharun.blogspot.com/2008/12/pseudo-urbanization.html> преузето августа 2021. године
- [5] [https://en.wikipedia.org/wiki/Heterotopia_\(space\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Heterotopia_(space)) преузето августа 2021. године
- [6] Foucault, M. (1984), *Of Other Spaces: Utopias and Heterotopias*, Architecture/Mouvement/ Continuité
- [7] <https://www.moma.org/collection/works/104692> преузето августа 2021. године
- [8] https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Architecture_of_Christiania преузето августа 2021. године
- [9] [https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Brother_\(franchise\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Brother_(franchise)) преузето августа 2021. године
- [10] <https://bit.ly/2YkZO6e> преузето августа 2021. године
- [11] <https://visitzrenjanin.com/zrenjaninski-mostovi-visit-zrenjanin/> преузето августа 2021. Године

Слика 1 – <http://zrikipedia.com/images/e/e0> преузето августа 2021. године

Слика 2 – лична архива

Слика 3 – лична архива (прилог пројекта)

Кратка биографија:



Саша Зековић рођена је у Новом Саду 1997. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура (Архитектонско пројектовање) одбранила је 2021. године.

СТАМБЕНИ ОБЈЕКАТ У НОВОМ САДУ У УСЛОВИМА ПАНДЕМИЈЕ**RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD DURING PANDEMIC**Младен Кесегић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Архитектура – АРХИТЕКТОНСКО
ПРОЈЕКТОВАЊЕ**

Кратак садржај – Услед урбанизације и очигледних разлика између сеоске и градске средине долази до великих миграција становништва из села у градове. Услед овог процеса долази до масовне изградње која ствара различите проблеме по становнике.

Кључне речи: Становање; Урбанизација; Миграције; Загађења;

Abstract – Due to urbanization and obvious differences between rural and urban areas, there is a large migration of population from rural to urban areas. As a result of this process, mass construction occurs, which creates various problems for the inhabitants.

Keywords: Housing; Urbanization; Migrations; Pollutions;

1. УВОД

Почетак овог рада обележила је реченица из дела „Историја лепоте“ Умберта Ека, која гласи: „У челичним и стакленим „колибама“ које уливају поверење, појединац ужива у лепоти која је подједнако архитектонска и природна...“.

У оквиру ове реченице можемо сагледати савремени развој градова где се користе најновији материјали како би се решили различити проблеми, али такође ова реченица опомиње да сав тај рад треба остати доследан човековим потребама и природи у оквиру које дела настају [1].

2. ГРАД И ЉУДИ**2.1. Потреба становника града за зеленилом**

Многа истраживања говоре о дугорочним последицама урбаног екоцида који значајно утиче на физичко и ментално здравље.

На жалост, сведоци смо неконтролисаног уништавања зелених површина ради економске добити. Сеча дрвећа и уништавање градских парковских целина се дешава не само без консултовања са струком, већ уз оглушавање на упозорења стручних људи о опасностима које доноси овакав вид урбанизације.

Значај зеленила на психичко и физичко стање човека је општепознато. Зашто становници Новог Сада сваког викенда окупирају Фрушку Гору? – Зато што

се Нови Сад шири великом брзином, а последица тога је све мањи број парковских и зелених површина.

Фрушка Гора као омиљено викенд одмаралиште новосађана је изузетно значајно за Нови Сад и његове становнике. Иако је удаљена десетак километара од центра Новог Сада не представља решење за проблем мањка зелених површина у граду. Велики број грађана остаје ускраћен и овог вида интеракције са природним окружењем услед недовољно развијеног градског јавног саобраћаја.

Многа истраживања говоре о дугорочним последицама урбаног екоцида који значајно утиче на физичко и ментално здравље.

На жалост, сведоци смо неконтролисаног уништавања зелених површина ради економске добити. Сеча дрвећа и уништавање градских парковских целина се дешава не само без консултовања са струком, већ уз оглушавање на упозорења стручних људи о опасностима које доноси овакав вид урбанизације.

Значај зеленила на психичко и физичко стање човека је општепознато. Зашто становници Новог Сада сваког викенда окупирају Фрушку Гору? – Зато што се Нови Сад шири великом брзином, а последица тога је све мањи број парковских и зелених површина.

Фрушка Гора као омиљено викенд одмаралиште новосађана је изузетно значајно за Нови Сад и његове становнике. Иако је удаљена десетак километара од центра Новог Сада не представља решење за проблем мањка зелених површина у граду. Велики број грађана остаје ускраћен и овог вида интеракције са природним окружењем услед недовољно развијеног градског јавног саобраћаја.

2.2. Живот на селу наспрам живота у граду

Сведоци смо све већих миграција људи са села у градове. Услед потраге за бољим и плаћенијим послом, школовањем или једноставно промене начина живота велики број људи напушта своја сеоска домаћинства и сели се у градове.

О позитивним утицајима живота на селу се зна јако пуно. Живот у природном окружењу нам доноси како физичко тако и ментално здравље. Људи на селу не пролазе једни кроз друге већ једни поред других, свесни постојања других људи у њиховом окружењу. Време које као да дупло спорије протиче у односу на ујурбане градове утиче на смиреност становника.

2.3. Миграције становништва из села у градове

Миграције из села у градове код нас почињу између два стетска рата као последица привредног и културног преображаја тадашње Југославије.

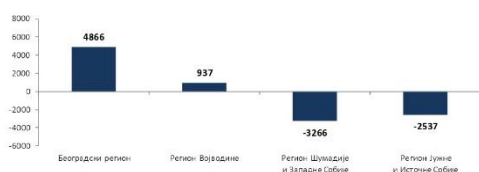
НАПОМЕНА:

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

Подстиче се развој индустријализације и урбанизације друштва. Кулминација ових промена се десила средином 20. века јачањем градских центара у економском, културном, друштвеном и политичком смислу.

Најчешћи разлог за миграције становништва Србије је економске природе али не треба запоставити и остале попут образовних и културних.

Велике миграције су довеле до наглог развоја градова у погледу урбанистичког пројектовања. Број становника значајних градова се до средине 20. века повећао за више од 100% што је довело до пројектовања и изградње нових насеља која могу да приме велике количине људи [2].



Прилог 1. Миграциони салдо по регионима Републике Србије, 2020

На прилогу 1 можемо сагледати миграциони салдо по регионима Републике Србије за 2020. годину. Из приложеног се може видети да региони Београда и Војводине имају позитиван салдо док је негативан за регионе јужно од Београда. Овај тренд траје деценијама уназад и претпоставке су да ће трајати. Ова појава у многоме утиче на саме градове који имају позитиван салдо јер се морају изборити са обезбеђењем довољног броја стамбених јединица, школа, вртића, паркинг места. Како би се сви ови захтеви испунили приступа се опште популарном повећању степена заузетости и изграђености. Та повећања утичу на искоришћеност грађевинских парцела неостављајући могућност за развијањем унутар блоковских простора који су настајали још половином 20. века.

3. ПРЕДСТАВЉАЊЕ ПРОБЛЕМА

3.1 Мањак зелених површина и градња почетком XX века

Нови Сад важи за европски град али оно што га разликује од европских градова је однос зелене површине наспрам укупне површине града. Беч, један од значајнијих европских градова, својим становницима пружа око 120 м² зеленила по становнику док је та површина у Новом Саду око 17 м² што би значило да Нови Сад мора још пуно да ради на себи како би стекао звање европског града.

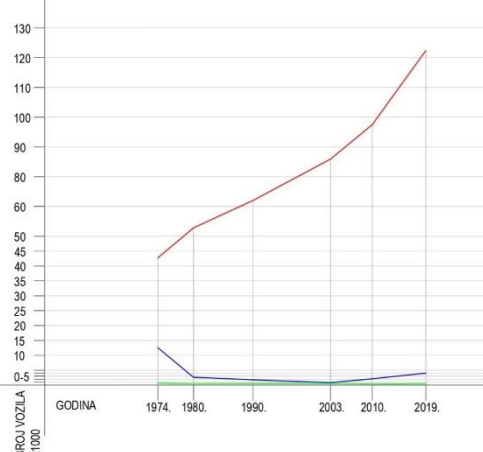
Током развоја Новог Сада у периоду од средине 20. века до данас можемо уочити велике промене у организацији градског блока. Средином 20. века се јављају два значајна типа блокова, блок на Лиману и блок на Новом Насељу. Лимански тип блока карактеришу слободностојеће куле и зграде спојене из више ламела. Позиција зграда је таква да не постоји јасно дефинисана граница између блока и улице. Такав положај објеката омогућио је стварање специфичних зелених простора са игралиштима за

децу. Саставни део блокова су и паркинзи који додатно доприносе квалитету живота у овако дефинисаним насељима. На Новом Насељу се јављају блокови где су објекти позиционирани тако да у потпуности уоквирују профил улице, затварајући унутрашњи зелени простор. Главна одлика оба решења се огледа у задовољењу већине људских потреба које се огледају кроз обезбеђење стамбеног простора, паркирања аутомобила и интеракције са природним окружењем.

Распадом Југославије и увођењем санкција долази до великих разлика у друштвеном поредку, ствара се део друштва који се бори за егзистенцију са једне стране док са друге стране настају они који профитирају из целе ситуације. Укидањем санкција и стабилизацијом новонастале државе долази до великих улагања у стамбене објекте. Јављају се приватни инвеститори који користе друштвену ситуацију како би изградили што више стамбених квадрата на што мањој парцели уз што мања улагања како би што више зарадили. Не водећи рачуна о основним потребама становника настају објекти који немају могућност да приме паркирана возила те се саме улице оптерећују, а зелене површине уништавају зарад других потреба. Прави пример на подручју Новог Сада је насеље Грбавица. Ово насеље одликује изузетно висок степен изграђености, уске улице са високим фронтима и не постојање парковских простора. Сами објекти су изграђени тако да по квалитету изградње подсећају на привремене објекте.

3.2 Повећање броја аутомобила – Аерозагађење

Услед повећања броја становника долази до ширења градова и удаљавања од значајних места што доводи до све већег присуства великог броја аутомобила. Велики број аутомобила доводи до стварања високе концентрације штетних материја у ваздуху које у многоме утичу на здравље становника.



Прилог 2. Број регистрованих аутомобила за период од 1974. до 2019. године

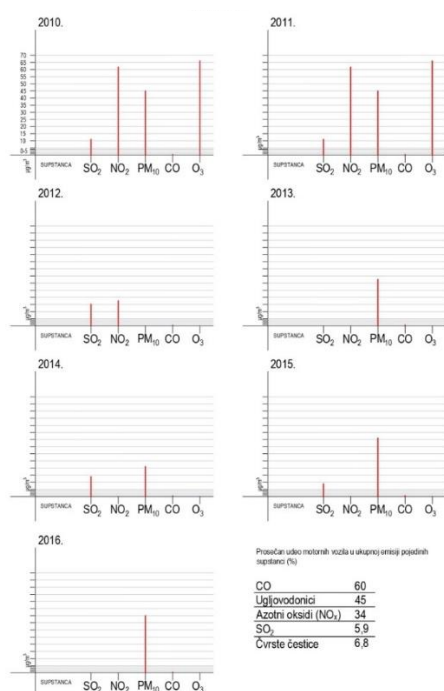
На основу података који су нам доступни на сајту Републичког завода за статистику можемо боље сагледати како се повећавао број присутних аутомобила на улицама Новог Сада.

Најстарији доступан податак је из 1974. године који нам говори да је у Новом Саду било око 43.000

регистрованих аутомобила, док се након нешто више од 50 година тај број повећао три пута. Велики проблем представља начин на који се формира графикон. Можемо видети да крива заузима већи угао након сваке деценије што значи да раст аутомобила у будућности не мора бити линеаран. Ако узмемо у обзир нелинеарну природу графикана можемо доћи до претпоставке да би 2040. године у Новом Саду било око 200.000 регистрованих аутомобила. Водећи се том претпоставком требало би дефинисати и усвојити план развоја града као и стратегије за обезбеђење здраве животне средине.

Тренд повећања броја становника прати тренд повећања броја регистрованих аутомобила али поред тога га прати и изградња стамбених јединица. Сви ови трендови утичу на квалитет ваздуха који нам је неопходан. Повећањем броја стамбених јединица јавља се потреба за већим бројем топлана које морају обезбедити неопходну топлоту у току зимског периода. Србија је једна од земаља која најмање улаже у еколошку производњу енергије. Као главни енергент за стварање топлотне енергије се узима камени угаљ. Овај енергент има велику топлотну моћ али је и један од водећих загађивача ваздуха.

На сајту Републичког завода за статистику такође можемо наћи неопходне податке како бисмо направили упоредну анализу повећања односно смањења опасних материја у ваздуху.



Прилог 3 – ауторски дијаграм према подацима са сајта Републичког завода за статистику

Подаци до којих можемо доћи у вези са загађењем ваздуха су новијег датума, односно не постоје подаци за период пре 2010. године. Добијени подаци нам показују да је квалитет ваздуха пре једне деценије био знатно лошијег квалитета него што је данас [3].

Све наведене супстанце које су наведене на графиконима настају као последица коришћења аутомобила, спаљивања фосилних горива и услед различитих индустријских процеса. Оно што је похвално је чињеница да у ваздуху који тренутно удишемо има јако мали проценат сумпор диоксида, азот диоксида као и угљен монооксида. Разлог за смањење ових штетних материја је последица одлуке Владе Републике Србије да се спречи увоз половних аутомобила насталих пре 2000. године. Забрињавајућа је чињеница да је количина честица атмосферског аеросола (PM_{10}) и даље главна одлика ваздуха који удишемо. Честице атмосферског аеросола су саставни део прашине и мање су од 10 микрометара, а представљају смешу дима, чађи и киселине уз тешке метале попут олова, арсена и никла. Удисањем PM_{10} честица дах се скраћује те зато долази до напрезања срца како би се компензовао смањени унос кисеоника и том приликом срце се напреже. Поред обољења плућа, PM_{10} доводи до срчаног и možданог удара и можемо их кривити за изненадне смрти за које најчешће немамо доказа. Вредност ових честица коју Светска здравствена организација сматра „безбедном“ је $50 \mu g/m^3$ док је просечна измерена вредност у Србији за 2016. годину износила $80 \mu g/m^3$. Уколико узмемо у обзир да највећи део PM_{10} честица долази из топлана и индивидуалних ложишта можемо закључити да у току јесењег и зимског периода вредност ових честица може прећи $100 \mu g/m^3$.

Трајно решење за овај проблем је прелазак са фосилних горива на обновљиве изворе енергије. Србија се налази међу земљама у којима је најмање заступљено коришћење обновљивих извора енергије па се лако може закључити да би процес преласка са фосилних горива био изузетно спор. Оно што се намеће као једноставно решење, а уједно се може укомбиновати са архитектонским пројектовањем је коришћење титанијум диоксида.

Титанијум диоксид или титанијум (IV) оксид је природни оксид титанијума чија је формула TiO_2 . Уколико се користи као пигмент назива се титанијумско бело, бели пигмент или CI77891. Постоји неколико примера у свету где је у бетонску масу додаван титанијум диоксид. Овај пигмент услед ултра љубичастог зрачења подстиче фотокалитичке процесе који не дозвољавају стварање органских нечистоћа што доводи до пречишћавања ваздуха. Коришћењем овог пигмента зграда је практично неутрализовала издувне гасове из аутомобила. Године 2018. у швајцарском граду Обериет је почела изградња филијале Рајфајзен банке, одлика ове зграде је коришћење титанијум диоксида. У бетонску мрежу је додаван овај пигмент, поред здравствених предности постоје и естетске. Решење дизајна мреже даје потпуно нови доживљај унутрашњег простора, а уједно постаје део карактера објекта.

3.3. Covid-19 – Искуства након пандемије

Почетак треће деценије 21. века је обележила пандемија која у многоне променила свет. Свет се суочио са милионима заражених од којих велики део није успео да се избори за живот. Схватили смо да

болничких капацитета нема довољно и да ће нам простор у коме живимо бити једино уточиште. Вирус нам је показао да смо неспремни за такав сценарио у сваком погледу.

Колико год сценарио био ружан и тежак, довео је до развоја живота на даљину. Интернет платформе су нам омогућиле да останемо у контакту са ближњима, да похађамо наставу и да задржимо послове. Одједном, стан у коме живимо је постао канцеларија, школа, пекара, амбулантна, итд. Већина породица се тешко суочила са новонасталим променама услед мале и често недовољне површине станова. Сва ова искуства нам налажу да поново размислимо о организацији свакодневног простора. Морамо се запитати да ли нам је за живот довољна бетонска коцка и колико нам заиста значи оно мало парче зелене површине испред зграде.

Шта је то што би требало да се промени у архитектонској организацији станова након превазиђеног најгорег дела пандемије?

Стан мора имати такву квадратуру да свако од укућана може имати одвојену собу. Потребно је пројектовати додатни простор који се с времена на време може прилагођавати различитим потребама. Наиме овај простор би у једном тренутку могао да послужи као канцеларија док у другом тренутку може бити додатан простор дневне собе или чак соба за госте. Увођење зеленила би требао бити посебан сегмент о коме би се детаљно требало размислити. Озелењени простор би свакодневно био добродошао док би у периоду потпуног „закључавања“ био изузетно значајан због потребе одржавања. На том озелењеном простору би се могло гајити органско поврће што би породици уштедело новац, а могао би постати део разоноде свих укућана.

С обзиром да се у јеку пандемије све активности пребацују на стан, неопходно је и да су станови „здрави“. Многи станови нису здрави, квалитет ваздуха је лош, јавља се буђ, зграда поред заклања сунце те је посматрани стан у сенци.

Сумиран списак ствари на који се треба обратити пажња приликом пројектовања:

- Квадратура станова се мора повећати;
- Треба се предвидети додатна трансформабилна соба;
- Неопходно је предвидети озелењене просторе;
- Треба обезбедити директну сунчеву светлост у трајању од минимално 4 сата;
- Треба користити природне материјале који омогућавају згради да дише;
- Прилагодити системе за вентилацију тако да уједно пречишћавају ваздух;

4. ЗАКЉУЧАК

Тежња током истраживања је била да се открију и нагласе проблеми који настају деценијама уназад у градовима. Пажња је преусмерена на Нови Сад јер важи за један од најлепших градова у овом делу Европе. Covid-19 је тренутно доминантан проблем и вероватно ће бити у наредним годинама те је зато био интересантан део истраживања.

На основу разговора са различитим испитаницима и на основу личног искуства предложен је начин развијања стамбених простора који би унапредили свакодневни живот корисника.

Поред тога представљени су резултати истраживања о загађењу у Новом Саду, на основу тих података дошло се до различитих закључака који се тичу здравља становника и стратегије за будући развој града.

Представљена су решења за већину откривених проблема али је неопходно пратити развој у будућем периоду јер је град лабилан систем који се константно мора враћати на прави пут.

5. ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

[1] Умберто Еко, „Историја лепоте“

[2] М. Спасовски, Д. Шантић „Миграције становништва као детерминанта развоја и размештаја становништва Србије у последњих пола века“, Плато

[3] Републички завод за статистику

Кратка биографија:



Младен Кесегић рођен је 23.01.1997. у Крушевцу. Мастер рад из области Архитектонског пројектовања одбранио је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2021. године.

mladen.kesegic.9@gmail.com

АРХИТЕКТОНСКИ ПРОЈЕКАТ ЈЕДНОПОРОДИЧНОГ СТАНОВАЊА ПРЕМА ПРИНЦИПИМА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА**ARCHITECTURAL PROJECT OF SINGLE-FAMILY HOUSING ACCORDING TO THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Milena Doderović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад садржи приказ истраживачког и пројектантског процеса рада и подељен је на три целине. Прве две целине чине истраживачки део рада који се бави анализом општег појма одрживог развоја, сужавајући га до његове примене на архитектуру, представљајући изабране изведене примере кроз студије случаја. Трећа целина се односи на пројектантски део рада који настаје као резултат анализе истраживачког дела и подразумева опис програма и концепта, као и техничке цртеже и 3Д приказе.

Кључне речи: Једнопородично становање, одрживи развој, одржива архитектура, обновљиви извори енергије

Abstract – This paper contains a review of researching and designing processes and is divided into three parts. The first two units represent the research part of the thesis that deals with the analysis of the general concept of sustainable development, narrowing it down to its application to architecture, presenting selected derived examples through case studies. The third unit refers to the design part of the work that arises as a result of the analysis of the research work and includes a description of the program and concept, as well as technical drawings and 3D representations.

Keywords: Single-family Housing, Sustainable Development, Sustainable Architecture, Renewable Energy Sources

1. УВОД**1.1. Опис изабране теме**

Овај рад се бави истраживањима из области одрживог развоја и могућностима примене таквог концепта у архитектонским решењима.

Најпре су анализирани теоретске основе одрживости, а затим методе одрживе архитектуре кроз примену обновљивих извора енергије и нових препорука за пројектовање.

Како би се дошло до пројектантског решења везаног за тему, неопходно је било и издвојити одређене примере изведених и пројектованих решења која примењују концепт одрживости.

НАПОМЕНА:

Овај рад произишао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Мишкелјин, ванр. проф.

Уз помоћ поменутих истраживања, а након одређених закључака, дат је предлог архитектонског решења једнопородичне куће, на коме ће бити примењени неки од претходно анализираних принципа одрживог развоја.

1.2. Дефинисање појмова

Одрживи развој је нов начин размишљања о нашој природној околини, и људском деловању на њу, кроз процес измене у раду многих струка где су експлоатација природних ресурса, усмеравање инвестиција и унапређење технолошког развоја, у складу са садашњим, али уз компромис према будућим генерацијама.

Одржива архитектура, као примена концепта одрживог развоја у архитектури, грађевинарству и урбанизму је од великог значаја јер управо ове области, кроз своја решења и својом међусобном повезаношћу деловања, могу значајно да измене и утичу на одређене функције животне средине, односно, оне поседују огроман потенцијал за обликовање одрживог окружења.

1.3. Циљ

Суштина је да се деградација животне средине заустави изнад нивоа њене природне способности регенерације, а у архитектури то можемо постићи новим правилима приликом процеса пројектовања и извођења која подразумевају:

- адекватну искоришћеност грађевинског простора;
- погодну повезаност са суседством;
- једноставну форму;
- рационалну потрошњу воде и енергије;
- употребу обновљивих извора енергије,
- збрињавање отпада;
- удобност корисника;
- функционалност објекта кроз његово комплетно животно раздобље.

2. ПРИМЕНА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА НА АРХИТЕКТУРУ**2.1. Обновљиви извори енергије**

- Енергија соларног зрачења
 - пасивно искоришћење адекватном оријентацијом објекта у односу на Сунце.
 - активно коришћење енергије из соларних колектора или панела.
- Хидроенергија.

На свим већим рекама, ова енергија се већ користи, али мање реке нуде могућност за изградњу мањих електрана.

Када се помиње вода, неопходно је приметити да се велики проценат техничке воде у домаћинствима може заменити кишницом.

- Геотермална енергија

Разним пумпама се може искористити топлота земљине унутрашњости за системе загревања и хлађења објеката.

- Енергија ветра

- Остали алтернативни извори енергије.

2.2. Типови одрживих кућа

Идентификовано је пуно различитих термина за опис кућа пројектованих према принципима одрживости: нискоенергетска кућа, пасивна кућа, нулта кућа, соларна кућа, еко кућа... свака од ових кућа има посебне захвате и концепте пројектовања, а оно што им је свима заједничко је да се тежи смањењу потрошње енергија, а самим тим смањењу потрошње необновљивих ресурса и очувању животне средине путем коришћења обновљивих извора енергије који не загађују околину, тј. испуштају мало или нимало угљен-диоксида.

2.3. Савети и алати за пројектовање према принципима одрживости

Адекватна оријентација објекта у односу на Сунце и ветар може знатно да смањи потребу за потрошњом произведене енергије за загревање односно хлађење просторија.

Једноставни облици су повољнији јер сложене форме у конструкцији компликују постављање изолације.

Затим се у овом одељку могу пронаћи дијаграми и објашњења о препорукама оптималног распореда просторија као и употреби одређених структура попут атријума и стаклених башти.

Конструкција објекта и материјали се не разликују много од конвенционалне градње, али постоје препоруке за предност одређених у зависности од неких других фактора попут локацијских услова.

Изведби термоизолације и доброј и квалитетној столарији се поклања посебна пажња приликом одабира и изведбе.

Предлажу се идеје на који би се начин могле искористити погодности тла на локацији.

2.4. Студија случаја

Назив пројекта: *Slip House*

Локација: Брикстон, Лондон, Велика Британија

Аутор: Carl Turner Architects

Површина: 200 м²

Година: 2012.

Ова кућа представља прототип учења о одрживом дизајну као и начинима изградње приуштивих домова. Скуп технологија које ову кућу чине енергетски ефикасном су:

- соларна топлотна пумпа за термички комфор;

- фотонапонске ћелије које стварају електричну енергију;

- механичка вентилација са повратом топлоте;

- непропусна овојница са дебелим слојевима изолације;

- млечни, прозрачни стаклени зидови за пропуштање Сунчевих зрака у ентеријер;

- систем прикупљања кишнице, што смањује потрошњу техничке воде;

- зелена тераса од дивљих цветова

3. ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ ЈЕДНОПОРОДИЧНЕ КУЋЕ

3.1. Програм и концепт

Циљ је осмислити животни амбијент за четворочлану породицу, који испуњава њихове основне просторне потребе, али и примену препорука и савета одрживих принципа приликом пројектовања уз употребу одређених технологија које користе обновљиве изворе енергије.

3.2. Примена принципа одрживости на пројекат

Препоручена оријентација објекта у односу на Сунце и на ветар је решена тако да су мали отвори постављени на северу, а велики отвори на јужној фасади. Тиме је са пројектантске стране акумулација топлоте обезбеђена. Садњом високе вегетације биће ублажени јаки продори ветрова са северне стране.

На основи приземља пројектованог објекта (слика 1) приказан је начин на који је испоштована просторна организација. Постављене су просторије у којима је дужи боравак на јужној страни, а све техничке и помоћне просторије које подразумевају краћи боравак корисника позициониране су на северу.

На основи спрата (слика 2) приказан је помоћни радни простор, чија је главна идеја флексибилност. Могу га користити становници куће, а могу га и издавати другим лицима јер је предвиђен посебан улаз.

Конструктивни материјали су у складу са принципима одрживе градње, спољашњи носиви зидови су од Ytong блокова дебљине 30цм. Имајући у виду карактеристике поднебља у ком се смењују четири годишња доба, и велике су температурне разлике, одлучено је да се зид обезбеди са 12цм топлотне изолације Ytong мултипором.

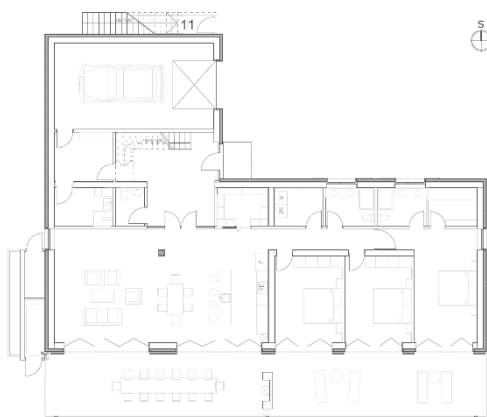
Под приземља је осмишљен као под на тлу са подним грејањем. За све прозоре и спољна врата на кући иза брани су црни рамови комбинација дрво-алуминијум, квалитетно израђени од профила без топлотног моста. Трослојна стакла са коморама између које су испуњене термоизолујућим гасом аргоном. Сваки прозор, без обзира на своју величину и позицију има засенчења или топлотни застор.

У пројекту је покушано кроз просторну организацију, позицију отвора, избор материјала и боја, што боље пасивно искористити и светлост и топлоту Сунца, што се може уочити на јужној фасади (слика 3) али додаток пројекту биће и активан принцип коришћења соларне енергије кроз систем соларне електране (соларне панеле).

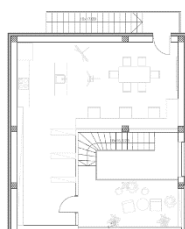
Соларни панели смештени су на крову објекта.

У оквиру радног пројекта кишница ће се користити помоћу два одвојена система:

Главни - за радње попут чишћења, прања рубља, прања аутомобила-техничка вода.
Додатни – за спрат, како би тај простор био независан од остатка.



Слика 1. Основа приземља



Слика 2. Основа спрата



Слика 3. Приказ дела јужне фасаде објекта

4. ЗАКЉУЧАК

Када се пореде класична и одржива градња, висока стартна цена одрживе је често довољан разлог да се од исте одустане. Заиста јесте неопходно уложити у јаку изолацију и квалитетне прозоре и врата, међутим, сви остали материјали су исти као и код класичне градње, само је потребно зауставити се, осмислити и осетити свет око себе, покушати освестити оно што су људи давно у историји радили, а то је на који начин искористити благодети природе, и онда приступити пројектовању.

Време би показало да је одржив начин градње дугорочно исплатив, а када се такав састав допуни одређеним технологијама које користе природне ресурсе, једна породична кућа постаје и одржива структура минимално штетна по природно окружење без смањене функционалности по кориснике, а то је оно што је главни циљ.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Konstatinović Dragana. Docent. *Programske osnove održive arhitekture – slučaj savremenih poslovnih zgrada*. (elaborate, Univerzitet u Novom Sadu, FTN - Departman za arhitekturu i urbanizam, 2009.)
- [2] Stevović i Vasilski. *Održiva arhitektura*. Beograd: Zadužbina Andrejević. 2010.
- [3] <https://www.dezeen.com/2012/09/27/slip-house-by-carl-turner-architects/> (pristupljeno u junu 2020.)

Кратка биографија:



Милена Додеровић рођена је у Београду 1992. год. Основне студије на Факултету техничких наука у Новом Саду из области Архитектура, завршила је 2018. год. Мастер рад брани 2021.год. из области Архитектонско пројектовање, а из студијске групе Дизајн ентеријера.

ENTERIJER STAMBENE JEDINICE – ANALIZA UTICAJA TEHNOLOGIJE NA DIZAJN**INTERIOR OF A RESIDENTIAL UNIT - ANALYSIS OF THE IMPACT OF TECHNOLOGY ON DESIGN**

Aleksa Bugarski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA – DIZAJN ENTERIJERA

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste uticaj odnosa tehnologije i dizajna na korisnika ali i na samog dizajnera odn. arhitektu. Analiza istorije industrijskog dizajna i enterijera, pokazuje kako je razvoj tehnologije donosio sa sobom nove norme ljudskog ponašanja i drugačije poimanje prostora. Istraživanjem društvenih mreža i medija, kao novih prostora koji sve više okupiraju ljudsku pažnju, postaviće znak pitanja na ulogu arhitekta danas. Tehnologija i mediji danas stvaraju nove paterne ljudskog ponašanja koji su relativno novi pa ne mogu u potpunosti da se utvrde sve dobre i loše njihove strane.

Ključne reči: Arhitektura, enterijer, mediji, konsumerizam, tehnologija

Abstract – The subject of this thesis is the impact of the relationship between technology and design on the user but also on the designer. The analysis of the history of industrial design and interior shows how the development of technology brought with it new norms of human behavior and a different understanding of space. By exploring social networks and media, as new spaces that increasingly occupy human attention, it will question the role of the architect today. Technology and the media today are creating new patterns of human behavior that are relatively new so all the good and bad sides of them cannot be fully established.

Keywords: Architecture, interior design, mass-media, consumerism, technology

1. UVOD

Stanja u društvu, nekadašnja i sadašnja kao i mogući pravci u kom se društvo kreće može se sagledavati kroz prizmu arhitekture, kao nauke koja se bavi ne samo prostorom već i odnosom čoveka sa njim. Ako arhitekturu i prostor posmatramo kroz dvojnost "spoljašnjosti i unutrašnjosti" - dva elementa jednako važna a envelopu, omot, okvir (uslovno rečeno fasadu) kao njihovu razliku, shvatamo da nijedan od tih elemenata ne možemo da analizamo odvojeno i bez da razumemo njihov uzajamni odnos. Ako razmatramo problematiku enterijera jasno je da njega ne čini sam prostor već i način na koji se taj prostor koristi, ko ga koristi, koji su to elementi koji ga sačinjavaju, dobra-stvari koje njegov korisnik koristi i odnos korisnika sa tim dobarima.

NAPOMENA:

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

Cilj ovog rada jeste da prikaže uticaj odnosa tehnologije i dizajna na korisnika ali i na samog dizajnera odn. arhitektu. Analiza istorije industrijskog dizajna i enterijera, počev od Industrijske revolucije pa do danas, istaćiće kako je razvoj tehnologije donosio sa sobom nove norme ljudskog ponašanja kao i drugačije poimanje prostora.

Tehnologija i mediji danas stvaraju nove paterne ljudskog ponašanja koji su relativno novi pa ne mogu u potpunosti da se utvrde sve dobre i loše njihove strane. Da bi smo uvideli kako je tehnološki napredak kontinuirano uticao na društvo i njegov odnos prema prostoru kroz dizajn čime je menjao ne samo način već i kvalitet života, moramo se osvrnuti i na činioce tog društva i na sam prostor.

Iz tog razloga, kroz ovaj rad, sagledaćemo kako to čovek koristi prostor, kakve odnose stvara čovek sa elementima koji ga sačinjavaju, odnosno, psihološki aspekt odnosa čovek-prostor.

2. ANALIZA UTICAJA TEHNOLOGIJE NA DIZAJN

Primarni cilj arhitekture, tj. njena najvažnija funkcija jeste obezbeđivanje sigurnog i postojanog skloništa za čoveka od sveta koji ga okružuje. Kako je čovek kroz istoriju sve više savladavao i razumevao zakone fizike koji oblikuju prirodu i koristio ih prvo za izgradnju skloništa a potom i za neke druge egzistencijalne potrebe, došao je do tačke u kojoj je to sklonište neupitna stvar i po pitanju sigurnosti, postojnosti ali i u poslednja dva veka i po pitanju udobnosti.

Egzistencijalna udobnost dovela je do napretka u dužini životnog veka kao i do sve veće ljudske populacije. Razvijanjem tehnologije došlo je do diversifikacije struka i umnožavanja ljudskih potreba, ili onoga što se njima čini kao neophodnim i čini se da jedno sasvim opravdava drugo.

Arhitektonska struka danas prepoznaje više podstruka i daje mogućnost specijalizacije na različitim poljima: projektovanje, dizajn enterijera, industrijski dizajn, arhitektonska fotografija, 3D prezentacija itd. za razliku od arhitekta npr. 16. veka koji se uglavnom bavio konstrukcijom i oblikovanjem prostora.

Zadovoljavanje potreba velikog broja stanovništva kao i sama potreba za napredovanjem dovela je do prevelike eksploatacije planete Zemlje i njenih resursa, izazvavši ogromne klimatske promene.

Jedan od gorućih problema u urbanim sredinama je zagađenost vazduha i čini se da arhitekta ne vide potrebu za menjanjem mejnstrim narativa struke. Romantično zagledani jednim okom u neka davna vremena a drugim u nove ideale stvorene rukom današnjih Starchitects-a ne uviđaju potrebu za multidisciplinarnosti radi spasa ne samo planete već i same arhitektonske struke.

Međutim, optimizam pruža pojava nekoliko arhitektonskih praksi koje su se prilagodile tehnološkom narativu. Londoski studio EcoLogic Studio čine dvojice italijanskih arhitekata: Klaudija Paskvero i Marko Poletto. Studio je osnovan 2005. godine i specijalizovao se za biotehnologiju u arhitekturi. Teza Poleta o Urbanojsferi tvrdi da je povećana prostorna integracija ne-ljudskih sistema u arhitekturi ključna za razvoj viših oblika urbane ekološke inteligencije.

Njihov projekat nazvan Urbana zavesa (Urban Curtain) ima za cilj da ubrza rešenje globalnih klimatskih promena hvatanjem CO₂ iz atmosfere i skladištenjem približno jedan kilogram CO₂ dnevno, što je ekvivalentno postojanjem 20 velikih stabala. Svaki modul funkcioniše kao fotobioreaktor, odnosno, kao digitalno dizajniran i prilagođen bioplastični kontejner koji koristi dnevnu svetlost za hranjenje živih kultura mikroalgi i oslobađa luminiscentne nijanse noću.

Photo.synth.etica funkcioniše tako što se nefiltriran gradski vazduh uvodi u dno fasade i počinje prirodno da putuje kroz mehuriće vazduha koji se izdižu kroz bioplastiku. Tada dolazi u kontakt sa proždrljivim mikroorganizmima koji hvataju i skladište molekule CO₂ i zagađivače vazduha u algama i pretvaraju ih u biomasu. Ovo se može sakupljati i koristiti u proizvodnji bioplastične sirovine koja čini glavni građevinski materijal fotobioreaktora.

Ceo proces se završava kada se sveže fotosintetizovani kiseonik oslobodi na vrhu fasade i u urbanu mikroklimu [1].

Fokus na arhitektonskim pokretima 19. i 20. veka poslužiće za stvaranje jasnije slike o tome koji su faktori i sile uticali na njihove nastanke, njihovu filozofiju i na njihove finalne produkte. Samu ovu sliku je potrebno uokviriti, postaviti u svojevrstni ram koji se sastoji od istorijskog konteksta koji objašnjava društveno-političku situaciju u kojoj nastaje velika transformacija u konzumersko društvo.

Istraživanjem društvenih mreža i medija, kao novih prostora koji sve više okupiraju ljudsku pažnju, a ne prepoznaju enterijer i eksterijer u svom arhetipskom značenju, postaviće znak pitanja na ulogu arhitekta danas. Dugo je tokom istorije razvoj tehnologije bio praćen i lako pojmljiv arhitektonskoj struci ali se u 20. veku to drastično promenilo. Novo kapitalističko društvo i način proizvodnje donelo je sa sobom prazninu i osećaj neispunjenosti kod čoveka.

Psihoanaliza je našla vezu između pokušaja popunjavanja te praznine i kolekcionarskog fetiša. Upravo serijska proizvodnja omogućava konstantni osećaj ispunjenja sakupljanjem i popunjavanjem određenih kolekcija.

Veliku ulogu u proizvodnji igraju marketing timovi iza kojih stoje ozbiljne psihološke analize čovekovog ponašanja. Zadatak je da se naprave serije objekata koje će dalje stvoriti, prema Bodrijardu, serijske motivacije.

Napraviti objekat koji je nepotpun i koji nema značenje bez kupovine drugog objekta. Neograničenost u konzumiranju proizvoda dolazi iz potrebe davanja smisla životu pa se stvari moraju i nedogled multiplicirati kako bi stvorile realnost koja je odsutna [2].

Na kraju kao finalni produkt ovih analiza, urađena su dva enterijera identične stambene jedinice, pojednostavljenih funkcija kako bi sam narativ došao do izražaja. Prvo rešenje predstavlja optimističan scenario u kom arhitektonska struka daje na značaju novim eko-tehnologijama, okreće se više pojedincu i osveštava njegovo psihofizičko stanje.

Ovo enterijersko rešenje stambene jedinice sa optimističkim scenarijom predstavlja multidisciplinarni pristup arhitekturi. Prihvatanje problematike klimatskih promena kao i konzumerizma kao problem koji dolazi kako iz društva tako i iz dubine same individue i njenog ne razumevanja sebe.

Sam projekat je nazvan „Egzistencijalna jedinica – grad(i)ent“ sa naglaskom na gradijent kao simbol razumevanja dve različite strane i priznavanje postojanja nečeg drugog i suprotnog.

Drugi, mračniji scenario je zadržao arhitektonski konzervativni narativ iz čega je proizišao enterijer stambenog prostora koji u svom minimalizmu i u svojoj jednostavnosti predstavlja arhetipsku pećinu sa „oslikanim“ zidovima poput onih u Altemiri. Istina se kao i u Platonovoj pećini nalazi izvan nje ali senke stvarnosti sačinjene od piksela trepere po zidovima ljudskog uma, sprečavajući ga da živi stvarnost i na kraju svesno bira simulaciju iskazivajući time pripadnost ostatku čovečanstva.

Ovaj projekat je praćen i nazvan po kratkom scenariju „Pikselizirani enterijer ljudskog uma“ koji predstavlja kombinaciju literalne i slikovne prezentacije arhitekture.

3. ZAKLJUČAK

Brzina kojom se nižu tehnološke inovacije i njihov eksponencijalni rast nedostižni su razvoju ljudske svesti i ljudskog duha, a arhitektura kao nauka koja se bavi prostorom i čovekovim doživljajem tog prostora, sada se nalazi u sličnom problemu. Analizama u ovom radu pokazalo se da se čovek u predindustrijskom dobu identifikovao najčešće svojim mestom u prostoru a nakon Industrijske revolucije, pojave kapitalizma i njegovih atributa – masovnosti i serijske proizvodnje, čovek počinje da se identifikuje preko objekata koje konzumira. Daljim razvijanjem industrije i sve većim ulaganjem marketinških agencija u psihološka ispitivanja potrošačkog društva dolazi do akselerizacije konzumerizma i ne samo identifikovanja preko objekata već i preko znaka (brenda) koji taj objekat reprezentuje.

Pa tako, počev od odeće koju nosimo, hranu koju jedemo, mesta koja posećujemo i na kraju način na koji projektujemo prostor i uređujemo ga predstavljaju način na koji se mi predstavljamo svetu i kako bi mi voleli da na nas ostali vide.

To stvara određeni raskorak sa realnošću i po francuskom filozofu Bodrijaru – Hiperrealnost. Pojavom interneta i društvenih mreža čovek sve više vremena provodi u njihovim novim „prostorima“. Iako je fizički pristutan u

realnom svetu, korisnik prostora svojom pažnjom okupira nova mesta. Novonastali multiprostori se preklapaju i sam korisnik gubi dodir sa realnošću i onim šta se oko njega događa. Pa čak i kad dopre do svesti i do toga šta se stvarno dešava, počev od globalnih problema do svakodnevnice čovek iznova bira beg i u digitalne prostore i delom se unutar njih bavi problemima.

Dodatnu dimenziju daju spektakl i hiperprodukcija kojom je čovek stalno izložen i sa kojom pokušava da bude u toku. Arhitektura je previše spora i troma i ne može da se prilagodi hiperprodukciji i potrebama korisnika zbog čega oni više provede vremena u multiprostoru u kojima se stvari odvijaju mnogo brže. Rasipanjem pažnje i energije na više prostora istovremeno otežava ljudima da prave promene i da se više bave realnim svetom.

Kako su uvek velike društvene promene i tehnološke inovacije donosile nova pitanja o slobodama, pravima, moralu i dužnosti, tako je i nova era interneta, mas-medija i mas-konzumerizma postavila nove granice ljudske svesti (ili je ako ništa drugo, stare delimično izbrisala).

Čini se da današnja arhitektura, koja se zbog svoje materijalizacije zasniva na dugotrajnosti i čvrstoći neće u potpunosti odgovarati korisniku u budućnosti. Fizički zidovi neće biti neophodni, razvoj tehnologije možda omogućiti da sam korisnik kreira prostor i da ga menja a urbani prostor možda dobije novu funkciju ili povрати staru oubličenu novim tehnologijama.

Ako se arhitektura konzumira kao ceo doživljaj prostora, ne samo fizički već ima i svoj psihološki moment, arhitekta bi trebali da budu u toku sa novim civilizacijskim narativom, da njihova multidisciplinarnost bude refleksija tih multiprostora. Psihologija, filozofija i znanja programskih jezika i način na koji najnovija tehnološka dostignuća utiču sociološki narativ neophodni su u današnje vreme.

Iz analiza tehnološkog napretka i njegovog uticaja na društvo uočava se, paralelno sa tehnološkim napretkom promena načina na koji se čovek identifikuje. U predindustrijskom svetu on je za to koristio prostor tako što je mesto koje je zauzimao npr. u centralnom holu tradicionalne britanske seoske kuće. Nakon industrijske revolucije i sve pristupačnijom robom širim masama, čovek se okrenuo identifikaciji kroz objekte, nameštaj, automobile, odeću itd.

Nakon Drugog svetskog rata globalizacija i već razvijeno konzumersko društvo dovelo je do identifikacije čoveka isključivo kroz znakove koji stoje ispred tih objekata. Do ovog trenutka arhitekta su mogle da se bave korisnikovim načinima identifikacije ali šta se dešava kada ta identifikacija postane 2D slika, koja je tu uloga arhitekta? Nije puka slučajnost što danas ljudi koji pišu kodove i stvaraju virtuelni svet nose titulu upravo arhitekta?

Mišel Uelbek je u svom eseju "Građenje polica" [3], analizirajući današnje konzumersko društvo izjavio da će korisnici srušene zidove u stanovima zameniti mobilnim pregradama u vidu polica koje će se retko pomerati a njihova suština je da napravi dodatni osećaj slobode kod čoveka.

Beli zidovi i proziran nameštaj stvorice neutralni prostor kroz koji će se reklamne poruke slobodno širiti.

Kako smo daleko od toga da digitalni prostori u potpunosti zamene fizičke, ne može a da se nepostavi pitanje uloge arhitekta u današnjem svetu i u budućnosti.

Da bi se arhitekta odn. dizajner kvalitetno bavio prostorom neophodno je da razume nove potrebe korisnika, nove navike i psihološke okvire nastale preklapanjem ovih multiprostora (fizičkog i digitalnih).

4. LITERATURA

[1] <https://www.ecologicstudio.com/projects/photo-synthesis>

[2] Jean Baudrillard - System of Objects, 1968

[3] Mchel Uelbek – Building shelves, 1993

Kratka biografija:



Aleksa Bugarski rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Enterijer stambene jedinice – analiza uticaja tehnologije na dizajn odbranio je 2021.god.
kontakt: bugarski.aleksa89@gmail.com

REVITALIZACIJA RIBARSKOG OSTRVA U NOVOM SADU**REVITALIZATION OF RIBARSKO OSTRVO IN NOVI SAD**Uroš Dobrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Priobalje Dunava u Novom Sadu jedna je od najznačajnijih lokacija u gradu za sve stanovnike grada i jedno od najatraktivnijih lokacija kako za turizam, tako i za sve vrste odmora u prirodi. Cilj ovog rada jeste da ukaže na značaj i potencijal Ribarskog ostrva, jedna od malobrojnih prirodnih oaza na novosadskom priobalju, i proba da prikaže rešenje za sve veći broj problema u tom delu grada, koji prema svim aktuelnim planovima, od generalnog urbanističkog plana Novog Sada do plana detaljne regulacije služi kao prostor za turističko-sportske i rekreativne sadržaje. Ovaj rad takođe preispituje ulogu svih pojedinačnih urbanističkih elemenata koji čine ovo područje i pokušava u skladu sa željama građana Novog Sada da odgovori na njihove potrebe i organizuje prostor tako da na što je moguće bolji način očuva prirodna bogatstva, a da sa druge strane doprinese većem kvalitetu života u gradu.

Ključne reči: Ribarsko ostrvo, Dunav, Novi Sad

Abstract – Novi Sad's shoreline is one of the most important places in the city for all its citizens and one of the most attractive parts for both tourism as well as for all the activities in the natural environment. The goal of this paper is to point out the value and the potential of Ribarac, one of the last remaining natural resorts on the shores of Novi Sad, and try to give the solution to number of problems in this part of the city. Ribarac is meant to be one of the main recreational areas in the city and recognized as such in all of the city codes. This paper will also try to analyze all of the factors that affect the urban development of the city and add value to the quality of life in the city of Novi Sad through development of Ribarac and its preservation.

Keywords: Ribarsko ostrvo, Danube, Novi Sad

1. UVOD

Dunav i priobalje u Evropi, čine osovinu razvoja i otvaraju mogućnost širokog spektra povezivanja podunavskih zemalja, što je oduvek imalo presudan uticaj na razvoj Novog Sada [1]. Usled povećanog zagađenja voda i vazduha u gradovima, kao i usled povećanja svesti stanovnika o tim problemima, sve veći broj ljudi okreće se ekološkom aktivizmu, to je slučaj i kod Ribarskog ostrva. Građevinska industrija u gradu intenzivirala se prethodnih godina značajno gde je u fokusu gradnja

stambenih zgrada dok se manje računa vodi o izgradnji zelenih i drugih rekreativnih površina. Ovo zajedno sa sve gušćim saobraćajem dovodi do značajnog zagađenja koje je potrebno rešiti smanjenjem saobraćajnih površina i povećanjem zelenih.

Upravo Ribarsko ostrvo idealan je kandidat za celinu na kojoj bi se tako nešto moglo realizovati, obzirom da zbog svoje povoljne pozicije uz reku i u blizini glavne gradske plaže i šetališta, kao i činjenice da je ovaj prostor decenijama unazad definisan za sportsko-rekreativne i turističke sadržaje.

Rad je formiran u tri celine:

- Analiza i kritički osvrt na plan detaljne regulacije
- Urbanistički projekat
- Arhitektonski projekat

Na ovaj način obrađeni su svi elementi plana detaljne regulacije koji je krajnji rezultat. Analizom postojećeg stanja sagledani su realni problemi i određeni za dalju razradu dok je analiza aktuelnog plana detaljne regulacije korisna za sagledanje prethodnih planova vezanih za ovu celinu.

Činjenica da se najveći deo sadržaja plana detaljne regulacije nije realizovalo prethodnih godina od kada je na snazi dobar je način da se potreba tih sadržaja preispita i novim izmenama odgovori na te potrebe.

2. ANALIZA PLANA DETALJNE REGULACIJE „RIBARSKO OSTRVO-ŠODROŠ“**2.1 Uloga prostorne organizacije**

Prostorna organizacija Ribarskog ostrva od ključnog je značaja za njegov dalji razvoj kao i potreba da se prethodni plan detaljne regulacije analizira, valorizuje i izmeni u skladu sa novonastalim potrebama grada i njegovog stanovništva.

Prema studiji zelenih i rekreativnih površina koje je za potrebe revizije generalnog plana Novog Sada izradio Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, departman za voćarstvo, vinogradarstvo, hortikulturu i pejzažnu arhitekturu. “Ribarsko ostrvo čini prirodnu okosnicu vegetacije u gradu i nosi status parka-šume koje ima višestruki značaj za celokupnu situaciju sa zelenilom u gradu” [2].

2.2. Opšta pravila uređenja

Ribarsko ostrvo zauzima područje definisano Generalnim planom Novog Sada do 2021. godine („Službeni list Grada Novog Sada, broj 24/2000, 18/2001 i 12/2003“) i nameњeno je turističko-sportsko-rekreativnim površinama.

NAPOMENA:

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

Ukupna površina u granici plana iznosi 44,80 ha, dok samo Ribarsko ostrvo obuhvata površinu od 24,00 ha [3]. Ovaj plan predvideo je uređenje Ribarskog ostrva na takav način da se postojeće neizgrađene površine urede kroz različite vidove uređenja uz minimalnu izgradnju objekata dok je očuvanje prirode navedeno kao cilj celokupnog projekta.

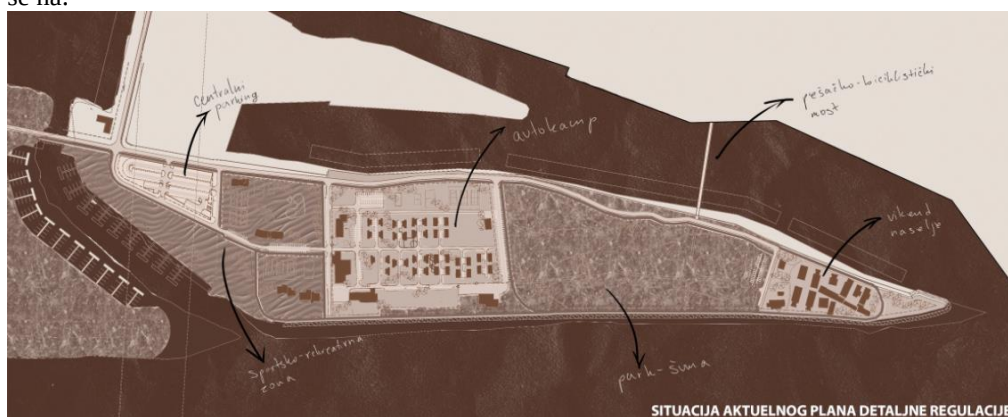
2.3. Pravila uređenja i građenja u okviru planiranih celina

Celokupan prostor obuhvata prema aktuelnom planu detaljne regulacije podeljen je u četiri celine i prema nameni dele se na:

1. Sportsko-turističku
2. Auto kamp
3. Park-šuma
4. Vikend naselje

Ono što je sporno kod ove podele jeste upravo prekomerno korišćenje prostora u svrhe namenjena komercijalnim sadržajima kao što su restorani, auto kamp i dr., dok je manji fokus na očuvanju prirode.

Pored ovoga, glavni problemi jesu još i saobraćaj na celom Ribarskom ostrvu kao i nepotrebno velik broj sportskih terena sa pratećim sadržajima.



Slika 1. Situacija aktuelnog plana detaljne regulacije

3. PREDLOG IZMENA

Cilj ovog rada jeste upravo da predloži izmene urbanističkog plana, da ih razradi kroz arhitekturu i time pruži kvalitetnije rešenje za dalje projektovanje i razvoj Ribarskog ostrva. Predlozi izmena aktuelnog plana biće strukturisani prema celinama iz PDR-a jer su upravo te celine dobro postavljene i odgovaraju stvarnom stanju na terenu. Fokus konkretnih izmena je na:

1. Potpunom uklanjanju motornog saobraćaja
2. Povećanju zelenih površina
3. Organizovanju većeg broja javno dostupnih sadržaja
4. Potpuno uklanjanje ugostiteljskih sadržaja

Ovim planom je potrebno pokazati odlučnost za borbu za očuvanje gradskog zelenila i zdrave životne sredine. Veliki broj predloga izmena jeste dramatičan u poređenju sa aktuelnim stanjem, ali je to jedini način da se dođe do suštinskih promena u razumnom roku, kako se ne bi decenijama čekalo da rešenje sitnijih problema, dok u međuvremenu raste broj drugih.

Ono što je prvi cilj jeste potpuno ukidanje motornog saobraćaja na čitavom području plana. Ovo znači da se zabranjuje svako kretanje motornim vozilima na Ribarskom ostrvu, kao i da se uklanjaju sva parking mesta, kako postojeća tako i ona planirana aktuelnim planom. Ovo jeste dramatična promena ali je takođe jedan od preduslova za rasterećivanje prostora, ostavljanje mesta pešacima, biciklistima i drugim učesnicima u nemotornom saobraćaju.

Ove izmene vezane za saobraćaj takođe jesu i jedan od preduslova za druge značajne izmene, kao što su kompletno rušenje i uklanjanje svih ugostiteljskih objekata na čitavom području koji su ujedno i jedini

sadržaji pored vikendica, čije se kompletno rušenje takođe predviđa.

Sve ove odluke došle su nakon proučavanja svih aktuelnih planova i studija koje se bave ovim područjem čiji opstanak je izuzetno ugrožen i dalji status sportsko-rekreativnog centra.

Kako bismo Ribarsko ostrvo sačuvali i uredili kao takav centar, potrebno je da se rešimo svih parazitskih sadržaja koji su se decenijama nastanjivali na Ribarcu ilegalno i neplanski i na taj način osloboditi šume, osloboditi obalu Dunava i vratiti ih svim građanima na korišćenje.

Uklanjanjem svih ovih nepoželjnih sadržaja i dodavanjem novih stvaramo mogućnost za potpuno novo uređenje zelenih površina, sadnju drveća i pravljenje novog prirodnog okruženja koje pored zaštitne uloge za cilj ima i stvaranje boljih uslova za bavljenje sportom i rekreacijom, posebno imajući u vidu porast prosečnih temperatura i sve toplija leta, tokom kojih nam ostaje sve manje prirode u koju možemo da se sklonimo.

4. ARHITEKONSKO REŠENJE

4.1. Opšta pravila uređenja

Arhitektonsko oblikovanje Ribarskog ostrva u Novom Sadu proisteklo je spontano tokom više decenija gradnjom raznih objekata, od vikendica i ugostiteljskih objekata pa do raznih splavova, pontona i drugih objekata na vodi.

Samim tim ni na jednom delu ne preovladava određeni stil koji je potrebno očuvati zbog njegove umetničke ili istorijske vrednosti, što nam za potrebe ovog projekta olakšava situaciju premda se svi postojeći objekti predviđaju za rušenje i uklanjanje.

4.2. Pasarela

Pasarela, odnosno most koji bi povezivao Ribarsko ostrvo sa Limanom u planu je već više decenija ali do njegove realizacije se još nije stiglo. Inače ovo bi bio prvi pešačko-biciklistički most u Novom Sadu iako takve ideje postoje i za druge lokacije, među kojima je i most na krajnjem istočnom delu keja koji bi premostio kanal DTD.

Ovakvi mostovi sastavni su deo svakog velikog grada kroz koji protiču velike reke, a Novi Sad svakako spada u jedan od takvih gradova i ovakav most mu je izuzetno potreban posebno zbog ideje da se Ribarsko ostrvo oslobodi saobraćaja i od njega stvori pravi prostor za boravak u prirodi kakav svi stanovnici i posetioци grada zaslužuju.

Funkcije ovog mosta jesu da rastereti saobraćaj ali i da omogućiti lakši i brži pristup ostrvu svim pešacima i biciklistima. Stoga je potrebno da se projektuje na takav način da svi učesnici u saobraćaju mogu nesmetano njime da se kreću bez zastoja i gužvi. Iz ovog razloga predlog je da most bude podeljen na deo za pešake, i drugi deo za bicikle/električne trotinete i druge, brže vidove saobraćaja. Most bi trebalo da bude projektovan na takav način da bude pristupačan svima, bez stepenica i drugih prepreka koje bi bile nepremostive osobama sa otežanim kretanjem. Takođe trebalo bi razmotriti upotrebu održivih materijala koji bi smanjili uticaj izgradnje na okruženje, odnosno koristiti prirodne materijale poput drveta, recikliranog metala i dr.

Forma mosta potrebno je da odgovara lokaciji i vremenu u kom je izgrađen, na taj način da drastično ne menja izgled celine, ali da pokuša da ga unapredi i oplemeni. U ovom radu dat je predlog koncepta mosta koji prikazuje jedno od potencijalnih rešenja. Ovaj most bio bi dugačak 200m i širok 10m kako bi obezbedio dovoljno prostora za podelu na pešačku, biciklističku i trim stazu, i na taj način postao prirodni produžetak šetališta na novosadskom keju. Takođe, most bi imao jednu platformu iznad vode na strani Ribarskog ostrva koja bi služila kao prostor za odmor, sportski ribolov i uživanje u pogledu na grad i reku.

5. ZAKLJUČAK

Prilikom projektovanja urbanističkih planova potrebno je fokusirati se na suštinu problema prostora kojim se bavimo i kroz sve alate dostupne urbanistima pokušati da se na te probleme odgovori na takav način, kakav će biti značajan za sve korisnike prostora, koji neće udovoljavati željama pojedinaca i koji će vršiti funkciju za koju je namenjen.

U slučaju Ribarskog ostrva funkcija za koju je ono kao celina opredeljeno decenijama unazad nije poštovana. Nedopustivo je da najveća sportsko-rekreativna celina nema nijedan sportski sadržaj a da na to odgovaramo planom koji neće dovesti do suštinske promene.

Zbog ovoga je potrebno radikalno rešenje koje se na prvi pogled može činiti kao nemoguće zbog svih društvenih, ekonomskih i drugih faktora društva u kome živimo, ali smatram da i pored svih prepreka ove promene mogu biti realizovane u korist svih građana i čitavog ekosistema koji opstaje u ovom području. Adekvatna rešenja, kako urbanistička tako i arhitektonska imaju moć da načine suštinsku promenu i vrate identitet prostoru, samim tim vraćajući identitet i povećavajući kvalitet samog prostora.

Realizacija ovakog projekta mogla bi biti značajna kao edukativni primer dobrog i kvalitetnog dizajna koji je uspeo da vrednosti značajne za celokupno društvo stavi na prvo mesto iako takvo rešenje ekonomski nije direktno isplativo.

Na ovaj način mogli bismo ukazati na vrednost svih drugih prostora koji isto tako nemaju novčanu vrednost, nemaju definisanu cenu kvadrata ili hektara ali su od neprocenjivog značaja. Sigurni smo da želju da vide ovakvo Ribarsko ostrvo deli još veliki broj građana Novog Sada, ali i ideju da se svim drugim zelenim prostorima, bili oni parkovi, šume, blokovska, školska ili druga dvorišta, posveti više pažnje i shvati njihov značaj koji je veći od značaja svakog parking mesta, svake garaže, svake nove stambene zgrade.

Iako zvuči paradoksalno, suština ove revitalizacije jeste u uklanjanju postojećih sadržaja i izmeštanju svega što ovaj prostor već decenijama guši, i stvaranju novog zdravog okruženja punog života na jedan lepši i mirniji način.

6. LITERATURA

- [1] Časopis DaNS, br. 48 (2004), "Analiza obala Dunava u građevinskom rejonu Novog Sada".
- [2] Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Departman za voćarstvo, vinogradarstvo, hortikulturu i pejzažnu arhitekturu: „Studija zelenih i rekreativnih površina u cilju izrade revizije generalnog plana Novog Sada“.
- [3] Službeni list grada Novog Sada (2005), „Plan detaljne regulacije „Ribarsko ostrvo-Šodroš“ u Novom Sadu“.

Kratka biografija:



Uroš Dobrić rođen je u Novom Sadu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Savremene teorije i tehnologije primenjene na arhitekturu, urbanizam i dizajn odbranio je 2021.god.
kontakt: urosdobric@hotmail.com

**KOMUNIKACIONE AKTIVNOSTI U FUNKCIJI RAZVOJA ODRŽIVOG TURIZMA
COMMUNICATION ACTIVITIES OF SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPEMENT**

Anita Baliž, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
INŽENJERSKI MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – U radu se istražuje potencijal održivog turizma i glampinga u Srbiji i daje predlog komunikacionih aktivnosti za promovisanje turističke destinacije. U radu su prikazani Bubble hoteli, koji su trenutno u izgradnji u Zimonjiću. Istražen je potencijal glamping turizma u Srbiji kroz utvrđivanje informisanosti i zainteresovanosti ljudi za ovaj vid turizma. Uzorak ispitivanja činilo je 70 ispitanika sa opštine Kanjiže. Nakon istraživanja predložen je komunikacioni plan Bubble hotela. U skladu sa dobijenim rezultatima zaključuje se da je sam koncept hotela ispitanicima interesantan i da je neophodno uložiti napore u njegovo promovisanje kako bi privukao što veći broj turista.

Ključne reči: *glamping, marketing, održivi razvoj, održivi turizam, eko turizam*

Abstract – *The paper investigates the potential of sustainable tourism and glamping in Serbia and gives a proposal for communication activities for the promotion of tourist destinations. In this paper are shown Bubble hotels, that are currently in the making in Zimonjić. The potential of glamping tourism in Serbia was investigated by determining the information and interest of people for this type of tourism. The sample consisted of 70 respondents from the municipalities of Kanjiža. After the research, the communication plan of the Bubble Hotel is proposed. In accordance with the obtained results, it is concluded that the concept of the hotel itself is interesting to the respondents and that it is necessary to make efforts to promote it in order to attract as many tourists as possible.*

Keywords: *glamping, marketing, sustainable development, sustainable tourism, eco-tourism*

1. UVOD

Kampovanje je za mnoge najbolja aktivnost na otvorenom, dok je za druge neprijatno iskustvo. Zbog toga je turistička industrija došla na ideju da kampovanje učini prijatnim, udobnim i dobro osmišljenim boravkom u prirodi i na otvorenom. Takođe se ističu i njegovi izgledi s obzirom na rastuću potražnju za eko-turizmom i činjenicu da će eko- turizam postati elitno iskustvo [1]. Glamping je definisan kao vrsta kampovanja koja je udobnija i luksuznija od tradicionalnog kampovanja. Cilj ovog rada jeste da ispita potencijal glamping turizma u Srbiji kroz utvrđivanje zainteresovanosti ljudi za ovaj

vid turizma, kao i da na osnovu dobijenih rezultata predloži komunikacioni plan koji će pomoći unapređenju turističkog poslovanja Bubble hotela.

2. KONCEPT ODRŽIVOG TURIZMA

Krajem dvadesetog veka rast prihoda, slobodnog vremena i mobilnosti, doveo je do intenzivnijih zahteva na ruralnom područjima kao mestima za rekreaciju i turizam. Izgradnja ruralnog područja kao zone potrošnje nužno rezultira nizom oštih kontradikcija. Jedna od njih jeste realnost da je u većini turističkih destinacija velika većina ruralnih zemljišta u privatnom vlasništvu, što ozbiljno ograničava pristupačnost [2].

2.1. Uticaj turizma na životnu sredinu i njegova održivost

U XXI veku, preduzeća su uveliko svesna da očuvanje životne sredine predstavlja prioritet. Budući da je turizam trenutno najveća svetska industrija, životna sredina zauzima središnju fazu u razvoju turizma. Turizam nije samosnažna ekonomska sila, već je i značajan faktor u fizičkom okruženju [3].

Bilo koji oblik razvoja utiče na fizičko okruženje u kojem se odvija. S obzirom na činjenicu da turisti moraju posetiti mesto proizvodnje, neminovno je da se turistička aktivnost povezuje sa uticajima na životnu sredinu.

U mnogim turističkim projektima očuvanje prirodne, kulturne i izgrađene životne sredine važna je motivacija za pokretanje projekta. Štaviše, neki od projekata imaju tendenciju da odvrte lokalne zajednice od ilegalne upotrebe i prekomerne upotrebe prirodnih resursa i pokušavaju integrisati zaštićena prirodna područja i regionalne i lokalne razvojne planove i programe. Stoga bi turizam mogao i trebao pozitivno doprineti očuvanju životne sredine.

2.2. Eko turizam

Turizam zahteva potragu za novim iskustvima u poređenju sa svakodnevnim životom i okruženjem pojedinca. Stoga, za razliku od masovnog turizma, gde sunce, pesak i more predstavljaju jedini turistički resurs, eko turizam ili turističke aktivnosti zasnovane na prirodi odgovaraju na želju ljudi da učestvuju u putovanjima sa različitim ciljevima kao što su opuštanje, otkrivanje, učenje i izlazak u prirodu, odlazak od rutine svakodnevnog života. Ove aktivnosti takođe predstavljaju glavnu osu održivog turizma [4].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Danijela Lalić, red.prof.

Kao podgrupa održivog turizma, eko turizam je definisan kao vrsta turizma zasnovanog na prirodi koji pruža mogućnosti za učenje i vrednovanje prirodnog okruženja i njegovih elemenata, a takođe teži da bude ekološki, sociokulturni i ekonomičan [5].

3. GLAMPING

Smatra se da je glamping zapravo oko nas u različitim oblicima još od vremena Otomanskog carstva. Osmanlije su za svog sultana nekada pravile ekstravagantne i luksuzne šatore (prenosive palate) ukrašene svilom i drugim skupim materijalima. Ovo bi se moglo smatrati početkom glampinga [6].

Sledeća faza glampinga nastala je početkom 1990- ih u Africi, kada su bogati putnici odbili da žrtvuju svoje luksuzne stilove života dok su bili u safariju. Stoga se veruje da ideja glampinga nije potpuno nova. Ipak, pojam glamping star je samo nekoliko godina i tek se sada počinje da se ponovo otkriva ovaj vrlo stari koncept u novom ruhu.

3.1 Glamping u Republici Srbiji

Srbija je značajna turistička destinacija u Evropi, locirana u okviru centralnog dela Balkanskog poluostrva. Reč je o državi u okviru koje dolazi do susretanja civilizacija, kultura, religija, klime i prirode i njihovog međusobnog prožimanja. Smeštena je na jednoj od najznačajnijih kopnenih ruta između Turske i Evrope, koja se završava na Bliskom istoku. Srbija se odlikuje lepim nacionalnim parkovima, atraktivnim odmaralištima, ali i nekim od najboljih skijaških staza u Evropi. Značajan akcenat u turističkoj ponudi Srbije stavljen je na ruralni turizam, za čiji razvoj zemlja ima velike potencijale.

Na teritoriji Srbije glamping turizam, uprkos potencijalu, nije još uvek razvijen. Za razvoj glampinga važno je postojanje lepote prirode, dobre ideje, dobrog projekta, dok gostima istovremeno moraju biti ponuđeni raznovrsni sadržaji. Suština glampinga jeste da luksuz hotela bude doveden u prirodu.

Na prostoru Srbije od nedavno postoje glamping kućice u Ovčarsko-kablarskoj klisuri. Osim toga, na prostoru sela Mokrin u blizini Kikinde, razvijen je projekat pod nazivom *Mokrin house*. U okviru ovog projekta tokom 2019. godine organizovano je otprilike 200 sadržaja koji su bili namenjeni lokalnoj zajednici. Ovakav vid turizma obezbeđuje mogućnost oživljavanja ruralnog kraja [7].

3.1.1. Bubble hoteli na Zimonjiću

Trenutno su u izgradnji *Bubble* hoteli u Zimonjiću, pored Starog arteškog bunara. Reč je o predelu u čijoj okolini se nalazi samo nekoliko salaša, dok sve ostalo predstavlja netaknutu prirodu. Ovaj prostor se odlikuje ogromnim pašnjakom koje predstavlja izvor života za stada i stočare. Usred pašnjaka smešten je stari arteški bunar koji je poznat u vidu bunara Baratovih [8]. Radi se o arteškom bunaru, koji prema meštanima, ima lekovitu moć. Pored ovog bunara je započeta izgradnja *Bubble* hotela.

Svaki šator se sastoji od prostora za spavanje i kupatila, tj. toaleta i lavaboja za pranje ruku. Planirano je da tuš kabina bude postavljena napolju, u vidu jednog solarnog tuša.

Umesto zavese biće postavljena trska u snopovima, kako bi sam izgled tuša bio bliži prirodi i kako ne bi narušavao izgled ambijentalne celine. To je poslednji deo koji je trenutno u fazi izrade. Prilikom izgradnje ovih hotela akcenat je usmeren na održivi razvoj i stoga su korišćeni prirodni materijali.



Slika 1. Unutrašnjost Bubble hotela

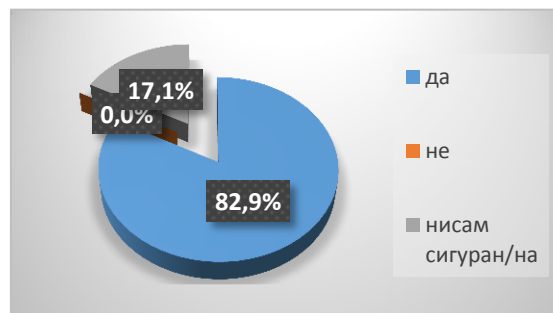
4. ISTRAŽIVANJE POTENCIJALA GLAMPING TURIZMA

Predmet ovog istraživanja jeste ispitivanje potencijala glamping turizma u Srbiji kroz utvrđivanje informisanosti i zainteresovanosti ljudi za ovaj vid turizma. Cilj istraživanja ovog rada jeste da na osnovu dobijenih rezultata predloži komunikacioni plan koji će pomoći unapređenju turističkog poslovanja *Bubble* hotela.

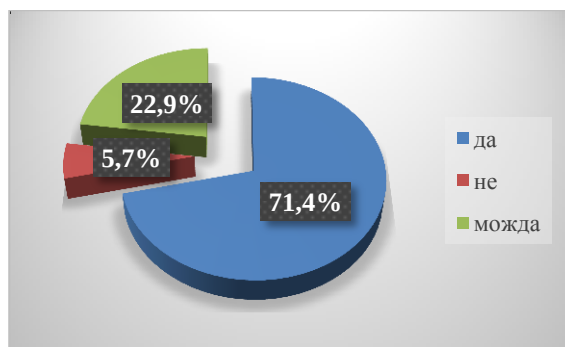
Uzorak istraživanja činilo je 70 ispitanika sa teritorije opštine Kanjiže. Instrument koji je korišćen i kojim su ispitani stavovi o glampingu posebno je izrađen za potrebe ovog istraživanja.

Nakon prikupljanja podataka izvršena je njihova statistička obrada. U prikazivanju dobijenih rezultata je korišćena metoda deskriptivne statistike. Deskriptivna metoda je primenjena prilikom prikupljanja podataka o anketiranim ispitanicima, kao i prilikom obrade podataka i njihove interpretacije.

Prikupljeni podaci o ispitanicima se odnose na pol, starost, nivo obrazovanja i poznavanje koncepta glampinga.



Slika 2. Rezultati ankete - Potencijal za razvoj glampinga



Slika 3. Rezultati ankete - Da li bi ispitanici posetili Bubble hotel

5. KOMUNIKACIONI PLAN BUBBLE HOTELA

Bubble hotel je mali hotel i kao takav ne koristi složenu komunikacionu strategiju. Promocija se obavlja preko prodajnih kataloga, turoperatora i promotivnog materijala turističke organizacije Kanjiže.

Hotel primenjuje komunikaciju sa gostima licem u lice, kao važnog sredstva komunikacije, jer na ovakav način postoji mogućnost prilagođavanja turistima i davanja odgovora na bilo kakve nejasnoće.

Razvoj informacione tehnologije je doveo do sve veće primene interneta širom sveta, i stoga je neophodno istaći da internet predstavlja veoma vredan komunikacioni alat, usled čega hotel poseduje sopstvenu internet stranicu.

Istovremeno, značajno je naglasiti uticaj društvenih mreža na komunikaciju i promovisanje hotela. Slike i komentari turističkih destinacija i objekata se svakodnevno dele na društvenim mrežama poput Instagrama, Fejsbuka, Tvitera, blogova i foruma. Na ovaj način turisti imaju mogućnost međusobnog komuniciranja i razmenjivanja doživljaja i iskustva što ima na kraju uticaj na potencijalne goste.

5.1. Analiza situacije

SWOT analiza se primenjuje u vidu metoda u kojoj se posmatraju određeni spoljašnji i unutrašnji činioci kako bi se utvrdilo trenutno stanje preduzeća. Posmatraju se snage, slabosti, prilike i pretnje Bubble hotela.

Tabela 1. Swot analiza

Snage:	Slabosti:
- korišćenje sopstvene internet stranice kao promotivnog sredstva - dobar geografski položaj hotela - lokacija na kojoj je hotel smešten (blizina starog arteškog bunara) - luksuzan oblik turizma	- ograničen broj smeštajnih kapaciteta - loša signifikacija u ovom predelu - visoka cena

Prilike:	Pretnje:
- proširenje smeštajnih kapaciteta i izgradnja nove infrastrukture - mogućnost finansiranja od strane države - zainteresovanost lokalne samouprave za razvoj turizma u Kanjiži	- otvaranje drugih smeštajnih kapaciteta ovog tipa u Vojvodini - nestabilna situacija izazvana pandemijom - popularnost drugih smeštajnih kapaciteta u okolini - loša informisanost turista o ovom obliku turizma

5.2. Ciljevi komunikacionog plana Bubble hotela

Ciljevi komunikacionog plana su sledeći:

- Povećanje iskorišćenosti hotelskog smeštaja.
- Intenzivnije komuniciranje sa potencijalnim gostima.
- Smanjenje troškova poslovanja.
- Unapređenje promocije hotela.

5.3. Implementacija i kontrola komunikacionog plana

Implementacija i kontrola komunikacionog plana predstavlja neophodnu fazu, kako zbog aktivnosti koje su već realizovane, tako i zbog aktivnosti koje je potrebno tek realizovati. To je moguće raditi u tri perioda: unapred, tokom aktivnosti i nakon. Nakon realizovanja aktivnosti pažljivo se vrši procena rezultata.

Implementacija ili sprovođenje predstavlja proces koji pretvara komunikacioni plan u konkretne aktivnosti kako bi se obezbedilo postizanje strateških ciljeva. Značajno je istaći da odlična strategija i akcioni plan neće imati uspeha ukoliko se ne sprovede na dobar način. Neophodno je da se implementacija komunikacionog plana sprovodi svakodnevno. Uspešna implementacija je uslovljena kulturom firme, ljudskim potencijalom i programom akcija.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad se bavi komunikacionim aktivnostima u funkciji razvoja održivog turizma. Glamping je definisan kao vrsta kampovanja koja je udobnija i luksuznija od tradicionalnog kampovanja i odlikuje se udobnošću i visokokvalitetnim uslugama. Glamping pruža izvanredne prostore na otvorenom i dodaje unutrašnje pogodnosti poput klima uređaja, privatnih kupatila i francuskih kreveta.

U radu je dat prikaz i *Bubble* hotela, koji su trenutno u izgradnji u Zimonjiću. Rađeno je ispitivanje potencijala glamping turizma u Srbiji kroz utvrđivanje informisanosti i zainteresovanosti ljudi za ovaj vid turizma. Na osnovu istraživanja je dat zaključak da postoji zainteresovanost za glamping turizam i da uz uspešnu implementaciju komunikacionog plana *Bubble* hoteli imaju potencijala da postanu savršeno mesto za beg i opuštanje na ekološki prihvatljiv način.

7. LITERATURA

- [1] Cambridge Dictionary. (2017). *Cambridge University Press*. Retrieved from: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/glamping>
- [2] Urlaubsguru, B. (2017). *Urlaubsguru*. Retrieved from: <https://www.urlaubsguru.de/reisemagazin/glamping-luxus-camping-im-trend/>
- [3] Hall, M.C., Gossling, S. & Scott, D. (2015). *The Routledge Handbook of Tourism and Sustainability*. London: Routledge.
- [4] Dedek, A. (2017). Creating sustainable tourism ventures in protected areas: An actor-network theory analysis. *Tourism Management*, 61, 161-172. doi: 10.1016/j.tourman.2017.02.006
- [5] Ivanov, S. & Ivanova, M. (2013). Mass ecotourism vs. Eco mass tourism. *Proceedings of the Sixth Black Sea Tourism Forum*, 02nd-04th October, Varna, Bulgaria, 78-90.

[6] The History of Glamping. (2013). Retrieved from: <http://themartynhouse.com/bed-breakfast/glamping/>

[7] https://www.ekapija.com/thumbs/mokrin_house_11_mina_piscevic_040219_tw1024.jpg

[8] RTS. (2018). *Sasvim prirodno: Jaraš pusta*. Retrieved from: <https://www.rts.rs/page/tv/sr/story/22/rts-svet/3148657/sasvim-prirodno-jaras-pusta.html>

Kratka biografija:



Anita Baliž rođena je u Novom Sadu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment odbranila je 2021.god.
kontakt: anita.ns.94@gmail.com

**UNAPREĐENJE SISTEMA MENADŽMENTA KVALITETOM U PREDUZEĆU
„AUTOCENTAR MARGETIĆ“ PRIMENOM STANDARDA ISO 9004:2018****IMPROVEMENT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE "AUTOCENTAR
MARGETIĆ" COMPANY BY APPLYING THE ISO 9004: 2018 STANDARD**

Tanja Margetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – U radu je opisan i prikazan značaj kvaliteta i njegova uloga u uspešnosti poslovanja jednog preduzeća. Opisana je delatnost preduzeća „Autocentar Margetić“ i navedena dokumentacija koja se koristi u okviru standarda ISO 9001:2015 kojim je preduzeće sertifikovano. Predstavljen je alat za samoocenjivanje iz standarda ISO 9004, pomoću kog je izvršena evaluacija performansi organizacije. Na osnovu dobijenih rezultata, predložene su mere unapređenja kako bi se podigao nivo zrelosti organizacije i unapredio sistem menadžmenta kvalitetom.

Ključne reči: ISO, QMS, TQM, samoocenjivanje

Abstract – The paper describes and presents the importance of quality and its role in the business success of a company. The business activities of the company "Autocentar Margetić" are described and the documentation used within the ISO 9001: 2015 standard (by which the company is certified) is listed. A tool for self-assessment, derived from the ISO 9004 standard, was presented, which defined evaluation of the organization's performances. Based on the obtained results, improvement measures are proposed in order to raise the level of capability maturity and improve the quality management system.

Keywords: ISO, QMS, TQM, Self-Assessment

1. UVOD

Pojam „kvalitet“ je čovečanstvu odavno poznat. Iako se o ovom pojmu po prvi put govori u akademskim časopisima iz 1980-ih, poreklo kvaliteta zapravo datira iz drevne egipatske istorije. Tokom godina, decenija, pa i vekova postojali su brojni načini da se uvidi i postigne kvalitet. Kvalitet je pojam koji je bio prisutan u doba prvih zanatskih poslova i koji je evoluirao u standardizovani sistem kvaliteta u današnjim organizacijama gde se svi procesi i rezultati mere, dokumentuju i analiziraju [1].

1.1. POJAM KVALITETA

Američko društvo za kvalitet definiše kvalitet u svom rečniku na sledeći način: „Subjektivni pojam za koji svaka osoba ili sektor ima svoju definiciju. U tehničkoj upotrebi, kvalitet može imati dva značenja: (1) Karakteristike

proizvoda ili usluge koje se odnose na njegovu sposobnost da zadovolji navedene ili podrazumevane potrebe; (2) Proizvod ili usluga bez nedostataka“. Kvalitet se najčešće može podeliti na kvalitet proizvoda i kvalitet usluge.

Razlika je u tome što proizvodi imaju fizičke karakteristike kroz koje se odražava ukupan kvalitet koji kupac doživljava, dok je s druge strane, kvalitet usluge zasnovan na iskustvu koje se manifestuje tokom pružanja usluge [1].

1.2. SISTEM MENADŽMENTA KVALITETOM (QMS)

Sistem menadžmenta kvalitetom (Quality Management System – QMS) definiše se kao formalizovani sistem koji dokumentuje procese, procedure i odgovornosti neophodne za ostvarenje politike i ciljeva kvaliteta. QMS pomaže u koordinaciji i usmeravanju aktivnosti organizacije kako bi se zadovoljili zahtevi kupaca, zakonske regulative i propisi i kako bi se obezbedilo kontinuirano poboljšavanje efektivnosti i efikasnosti procesa rada organizacije. Primena sistema menadžmenta kvalitetom u upravljanju procesom rada rezultuje postizanjem kombinacije maksimalnog zadovoljstva kupaca/klijenta i najnižih ukupnih troškova, uz kontinuirano poboljšavanje procesa rada [1].

1.3. MENADŽMENT TOTALNIM KVALITETOM (TQM)

Osnovna definicija menadžmenta totalnim kvalitetom (Total Quality Management – TQM) opisuje upravljački pristup dugoročnom uspehu kroz zadovoljstvo kupaca. Organizacija sa TQM-om koristi strategiju, podatke i efektivne komunikacione veštine da integriše disciplinu kvaliteta u kulturu i aktivnosti organizacije. TQM se zasniva na 8 principa: usmerenost na kupca, potpuno uključivanje zaposlenih, procesna usredsređenost, integrisani sistem, strateški i sistematski pristup, kontinuirano poboljšanje, donošenje odluka zasnovanih na činjenicama i komunikacije [2].

**2. MEĐUNARODNA ORGANIZACIJA ZA
STANDARDIZACIJU**

ISO (International Organization for Standardization) jeste nezavisna, nevladina međunarodna organizacija sa članstvom od 165 nacionalnih tela za standardizaciju [3].

ISO standarde možemo posmatrati kao formulu koja opisuje najbolji način da se nešto uradi [4].

Korišćenje standarda pomaže u stvaranju proizvoda i usluga koji su sigurni, pouzdani i dobrog kvaliteta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Delić vanr. prof.

Standardi pomažu preduzećima da povećaju produktivnost, istovremeno smanjujući greške i škart [5].

Sertifikacija ovim standardima može da poboljša kredibilitet organizacije pokazujući kupcima da njeni proizvodi i usluge ispunjavaju očekivanja i zahteve.

U nekim slučajevima ili u nekim industrijama, sertifikacija je obavezna ili zakonski propisana.

2.1. ISO 9000

Seriju ISO 9000 kreirala je Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) kao međunarodne zahteve i smernice za sisteme menadžmenta kvalitetom [6].

U seriju ISO 9000 ubrajamo [6]:

- **ISO 9000** Sistemi menadžmenta kvalitetom – **Osnove i rečnik**, navedeni u svim standardima ISO 9000.
- **ISO 9001** Sistemi menadžmenta kvalitetom – **Zahtevi**, sadrže zahteve koje organizacija mora da ispuni da bi postala sertifikovana po ISO 9001.
- **ISO 9002 – Smernice za primenu ISO 9001: 2015.**
- **ISO 9004 – Upravljanje održivim uspehom organizacije, daje smernice za održavanje uspeha QMS-a kroz procenu i poboljšanje performansi.**

2.2. ISO 9001 i ISO 9004

ISO 9001 pomaže organizacijama da osiguraju da njihovi kupci neprekidno dobijaju visokokvalitetne proizvode i usluge, što zauzvrat donosi mnoge prednosti, uključujući zadovoljne kupce, menadžment i zaposlene [7].

ISO 9004 nudi smernice za uspeh uzimajući u obzir kvalitet organizacije, koju definiše kao stepen u kojem karakteristike organizacije ispunjavaju potrebe i očekivanja kupaca i drugih zainteresovanih strana [8].

Model samoocenjivanja po ISO 9004 se koristi u svrhu određivanja stepena zrelosti sistema menadžmenta kvalitetom, ukupnog pogleda na performanse organizacije, kao i identifikovanja oblasti za poboljšanje i/ili inovacije i za određivanje prioriteta za naknadne mere [9].

3. OSNOVNI PODACI I DELATNOST ORGANIZACIJE

Preduzeće „Autocentar Margetić“ bavi se prodajom automobilskih i teretnih guma, alu felni, auto delova, kao i autoservisom, optikom i uslugama auto perionice, punjenja klime i peglanja felni. Uz sve to nudi prijatan ambijent za odmor u caffe baru.

U okviru objekta preduzeća nalaze se mnogobrojne radionice za montažu guma, autoservis, tehnički pregled, reglažu trapa i teretni program, kao i veliki magacin za skladištenje.

Preduzeće je sertifikovano ISO standardom 9001:2015 – Sistem menadžmenta kvalitetom. Trenutni cilj preduzeća jeste unapređenje postojećeg sistema menadžmenta kvalitetom, koje će se postići primenom alata za samoocenjivanje po standardu ISO 9004.

Ovim alatom je utvrđen stepen zrelosti sistema menadžmenta, kao i ukupan pogled na performanse organizacije, ali i oblasti za inovacije i/ili poboljšavanja.

4. ANALIZA STANJA SISTEMA MENADŽMENTA KVALITETOM U PREDUZEĆU „AUTOCENTAR MARGETIĆ“

1. 5.2 Relevantne zainteresovane strane: Potrebe i očekivanja zainteresovanih strana su identifikovane. Preduzeće stalno istražuje potrebe kupaca/ korisnika i ocenjuje stepen njihovog zadovoljenja (ankete za ocenu zadovoljstva i registar žalbi korisnika). **Nivo zrelosti: 3.3**

2. 5.3 Eksterna i interna pitanja: Identifikovana su eksterna i interna pitanja koja mogu uticati na sposobnost organizacije za postizanje održivog uspeha. Preduzeće obezbeđuje prenošenje svih relevantnih informacija, eksterno i interno, u cilju smanjenja neizvesnosti i rizika, odnosno sprečavanja pojava neusaglašenosti. Iz toga proizilaze određene mere unapređenja. **Nivo zrelosti: 3.3**

3. 6.2 Misija, vizija, vrednosti i kultura organizacije: Rukovodstvo preduzeća je odgovorno za definisanje misije, vizije, strateških opredeljenja i ciljeva. Svi zaposleni su se obavezali i prihvatili razvijanje kulture kvaliteta, sve u skladu sa utvrđenom politikom kvaliteta. **Nivo zrelosti: 3.1**

4. 7.1 Liderstvo – opšte: Rukovodstvo demonstrira liderstvo i svoju posvećenost za uspostavljanje, održavanje i stalno unapređenje sistema menadžmenta kvalitetom kroz primenu procesnog pristupa i razmišljanja zasnovanog na rizicima što omogućava upravljanje svim procesima, njihovim ponašanjem i međusobnom interakcijom u cilju ostvarenja strateških ciljeva organizacije. **Nivo zrelosti: 3.4**

5. 7.2 Politika i strategija: Rukovodstvo preduzeća je definisalo politiku kvaliteta, kojom demonstrira svoju opredeljenost stalnom razvoju i unapređenju sistema menadžmenta kvalitetom i zadovoljenju kupaca/korisnika i drugih zainteresovanih strana. **Nivo zrelosti: 3.2**

6. 7.3 Ciljevi: Rukovodstvo ima glavnu odgovornost za postavljene ciljeve, stalno ih preispituje i podešava u skladu sa zahtevima korisnika i promenama uslova poslovanja. Na osnovu analize ostvarenja ciljeva, donose se, po potrebi, programi korektivnih mera. **Nivo zrelosti: 3.1**

7. 7.4 Komunikacija: Procesi komunikacije su definisani i omogućavaju adekvatnu, pravovremenu i kontinuiranu komunikaciju. Preduzeće komunicira sa svojim korisnicima od davanja informacija iz svog programa rada, preko ugovaranja poslova, do praćenja realizacije ugovorenih poslova. **Nivo zrelosti: 3.3**

8. 8.1 Menadžment procesima – opšte: Svi procesi su identifikovani i definisani, te predstavljeni u shemi međusobnih veza procesa. Oni su integrisani sa politikom, strategijom i ciljevima organizacije. **Nivo zrelosti: 3.1**

9. 8.2 Definisanje procesa: Procesi i njihove interakcije su definisani korišćenjem potreba i očekivanja identifikovanih zainteresovanih strana kao ulaznih vrednosti, te kako bi se osiguralo da njihove izlazne vrednosti zadovoljavaju potrebe i očekivanja korisnika i ostalih zainteresovanih strana. **Nivo zrelosti: 3.2**

10. 8.3 Odgovornost i ovlašćenja za procese: Odgovornosti i ovlašćenja definisane su samo za članove rukovodstva i predstavnika rukovodstva za kvalitet, ali ne i za vlasnike ostalih procesa koji se ne ubrajaju u rukovodstvo. **Nivo zrelosti: 2.1**

11. 8.4 Upravljanje procesima (upravljanje usklađenosti/povezivanjem procesa): Procesi i njihova interakcija su prikazani grafički i njima se upravlja kao sistemom. Po potrebi se sprovode korektivne/preventivne mere kojima se određuje: detaljan opis mere, mesto ili proces na koji se odnosi, nosioca zadatka i član ove timova za izvođenje mere. **Nivo zrelosti: 3.2**

12. 8.4 Upravljanje procesima (postizanje višeg nivoa performansi): Stalnost procesa unapređenja zasnovana je na obavezi svih učesnika u procesima rada da stalno, svakodnevno: planiraju procese iz sopstvenog područja rada, kvalitetno izvode procese na svom radnom mestu, kontrolišu kvalitet sopstvenih procesa i uočavaju eventualne neusaglašenosti i analiziraju efekte sopstvenih procesa i predlažu inovacije i druge mere unapređenja. **Nivo zrelosti: 3.1**

13. 8.4 Upravljanje procesima (održavanje postignutog nivoa): Detaljno je definisan način analize procesa sa indikatorima performansi koji podležu periodičnom praćenju i merenju. Rukovodstvo prati rezultate procesa rada u svrhu reagovanja odgovarajućom merom kada je to potrebno. **Nivo zrelosti: 3.5**

14. 9.1 Upravljanje resursima – opšte: Direktor preduzeća je odgovoran za planiranje i obezbeđivanje svih neophodnih resursa za poslovanje u celini i primenu i održavanje sistema menadžmenta kvalitetom. Efikasna i efektivna upotreba resursa nije adekvatno definisana. **Nivo zrelosti: 2.4**

15. 9.2 Ljudi: Uslužnom preduzeću kao što je ovo, glavnu karakteristiku predstavljaju ljudski resursi, njihova sposobnost i motivacija. Na svakom organizacionom nivou u preduzeću primenjuje se etički i društveno odgovorni pristup za sve zaposlene. **Nivo zrelosti: 3.1**

16. 9.3 Organizaciono znanje: U Planu poslovanja preduzećem se iskazuje i plan kadrova i obuka zaposlenih u cilju povišenja znanja, umeća i tehnika za unapređenje poslovanja. Osim činjenice da postoji planirana obuka zaposlenih, svi procesi razvoja organizacionog znanja su neformalni. **Nivo zrelosti: 1.2**

17. 9.4 Tehnologija: Pogodnosti za unapređenja u polju tehnološke opremljenosti preduzeća se procenjuju neformalno, pretežno od strane direktora i predstavnika rukovodstva za kvalitet. **Nivo zrelosti: 1.0**

18. 9.5 Infrastruktura i radna sredina: Vršiti se održavanje opreme, informacionog sistema, objekta i instalacija. Uslovi radne sredine, neophodni da se postigne usaglašenost sa zahtevima kvaliteta u procesu rada, u preduzeću obezbeđuju se na način, koji uzima u obzir uslove rada i uslove kvalitetnog funkcionisanja sistema. **Nivo zrelosti: 3.0**

19. 9.6 Eksterno nabavljeni resursi: Uzmajući u obzir delatnost preduzeća, odnos sa dobavljačima i drugim eksternim provajderima je od ključnog značaja. Shodno tome preduzeće je u konstantnim naporima da izgradi bliske odnose sa eksternim provajderima i besprekornu, izvesnu saradnju. **Nivo zrelosti: 3.0**

20. 9.7 Prirodni resursi: Ne postoji upravljanje prirodnim resursima. **Nivo zrelosti: 1.1**

21. 10.1 Analiza i vrednovanje performansi organizacije – opšte: Preduzeće prikuplja podatke, sa ciljem dobijanja

relevantnih informacija o stanju procesa rada i otklanjanja odstupanja od postavljene politike, strategije i ciljeva, kao važan deo procesa unapređenja procesa rada i poslovanja.

Nivo zrelosti: 3.0

22. 10.2 Indikatori performansi: KPI se definišu za sve procese koji su bitni za ostvarivanje planiranih rezultata na svim organizacionim nivoima. Oni se prikupljaju u svrhu pružanja relevantnih informacija neophodnih za procenu performansi i efektivno donošenje odluka. **Nivo zrelosti: 3.2**

23. 10.3 Analiza performansi: Imajući u vidu da kvalitet zavisi od svih faza procesa rada, proces izdvajanja, obrade i analize podataka se odnosi na sve funkcije i sva radna mesta preduzeća. Analizi podležu podaci o dobavljačima, ponudama i ugovorenim poslovima, kadrovskim izmenama i obuci kadrova, neusaglašenostima i podaci od kupaca/korisnika. **Nivo zrelosti: 3.1**

24. 10.4 Ocena performansi: Performanse se ocenjuju na osnovu potreba korisnika i drugih zainteresovanih strana, npr. kroz anketiranje za ocenu zadovoljstva korisnika, registar žalbi korisnika i izveštavanje o rezultatima analize realizacije radnih naloga prodaje i izvršenih usluga. **Nivo zrelosti: 3.2**

25. 10.5 Interne provere: Provere obavljaju kompetentni proverivači koji su zaposleni u preduzeću ili angažovani sa strane. Interna provera se obavlja najmanje jedanput godišnje i obuhvata celo preduzeće. Posle svake interne provere utvrđuje se da li postoje određene neusaglašenosti. **Nivo zrelosti: 3.2**

26. 10.6 Samoocenjivanje: Samoocenjivanje se ne sprovodi. **Nivo zrelosti: 1.0**

27. 10.7 Preispitivanje: Rukovodstvo preduzeća redovno preispituje sistem menadžmenta kvalitetom da bi proverilo njegovu efektivnost i efikasnost u skladu sa usvojenom politikom i ciljevima. Izlazni elementi preispitivanja su realne činjenice koje obuhvataju potrebne aktivnosti i mere poboljšavanja. **Nivo zrelosti: 3.3**

28. 11.1 Poboljšanje, učenje i inovacije – opšte: Poboljšavanja su zasnovana na otklanjanju uzroka utvrđenih ili potencijalnih neusaglašenosti koje utiču na efikasnije i efektivnije funkcionisanje sistema menadžmenta kvalitetom, a na osnovu procene rizika, preduzimaju se odgovarajuće mere. **Nivo zrelosti: 3.0**

29. 11.2 Poboljšanje: Stalnost procesa unapređenja zasnovana je na: obavezi svih učesnika u procesima rada da stalno, svakodnevno planiraju procese iz sopstvenog područja rada, kvalitetno izvode procese na svom radnom mestu, kontrolišu kvalitet sopstvenih procesa i uočavaju eventualne neusaglašenosti i analiziraju efekte sopstvenih procesa i predlažu inovacije i druge mere unapređenja. **Nivo zrelosti: 3.2**

30. 11.3 Učenje: Pored planiranih obuka zaposlenih, koje nisu toliko formalne, učenje je poprilično individualno i generiše se na reaktivan način iz sistematskih analiza problema. **Nivo zrelosti: 2.1**

31. 11.4 Inovacije: Preduzeće konstantno teži ka poboljšanju poslovanja putem inovacija. Do inovacija se pretežno dolazi putem sajmovi ili preporuka pouzdanih partnera. **Nivo zrelosti: 3.1**

5. MERE UNAPREĐENJA

1. 8.3 Odgovornost i ovlašćenja za procese: Rukovodstvo treba da kreira Plan preispitivanja odgovornosti i ovlašćenja za sve procese prilikom kog će da izvrši sve neophodne promene i dopune. **Nivo zrelosti pre/posle unapređenja: 2.1→3.1**

2. 9.1 Upravljanje resursima – opšte: Potrebno je u procese uvesti prilaz efektivnom i efikasnom načinu upotrebe resursa. Za početak bi preduzeće moglo napraviti plan za efektivni i efikasan način upotrebe resursa pojedinih procesa koji su od najveće važnosti za preduzeće, prvenstveno osnovnih procesa. **Nivo zrelosti pre/posle unapređenja: 2.4→3.1**

3. 9.3 Organizaciono znanje: U svrhu sveukupnog poboljšanja poslovanja neophodno je kontinualno učenje zaposlenih u organizaciji. Da bi se to obezbedilo neophodno je da rukovodstvo preduzeća uspostavi procese za detekciju i identifikaciju važnih informacija i osiguravanje delotvorne distribucije takvih informacija, u toku životnog ciklusa relevantnih usluga. **Nivo zrelosti pre/posle unapređenja: 1.2→2.0**

4. 9.4 Tehnologija: potrebno je da rukovodstvo kreira Plan tehnološkog razvoja u kom će se prvenstveno uspostaviti procesi za identifikaciju inovacija i tehnološkog razvoja unutar preduzeća. Kao i svi ostali procesi u preduzeću, tako i ovi, neophodno je da podržavaju odgovarajuće strategije usluga i stratešku orijentaciju poslovanja preduzeća. **Nivo zrelosti pre/posle unapređenja: 1.0→2.0**

5. 9.7 Prirodni resursi: Preduzeće trenutno ne upravlja prirodnim resursima, pošto nijedna energija ne potiče iz prirodnih, obnovljivih izvora. Potrebno je na redovnim sastancima pokrenuti ovu temu i osmisliti načine kao i mesta gde bi se mogli primeniti prirodni resursi, te intenzivno raditi na unapređenju poslovanja sa ove, ekološke strane. **Nivo zrelosti pre/posle unapređenja: 1.1→2.0**

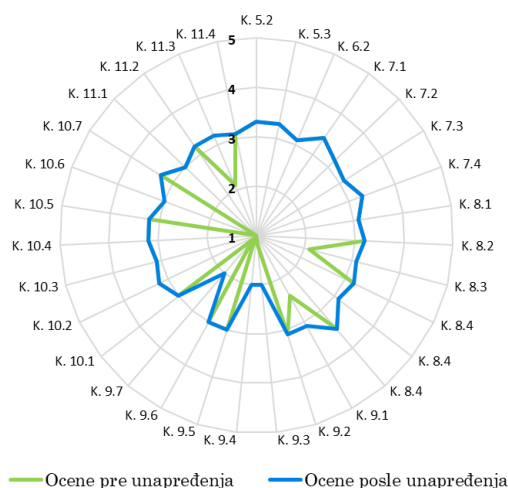
6. 10.6 Samoocenjivanje: Neophodno je uvesti praksu sprovođenja samoocenjivanja pomoću kog će preduzeće uvideti svoje nedostatke i mesta koja treba da se unaprede, kao i nivo svoje zrelosti. **Nivo zrelosti pre/posle poboljšanja: 1.0→3.0**

7. 11.3 Učenje: Rukovodstvo podstiče umrežavanje, povezivanje i interaktivnost u cilju razmene znanja. To će se postići putem zajedničkih sastanaka, koji će predstavljati formalniji način razmene informacija, i Viber grupe u kojoj će zaposleni neformalno, međusobno da razmenjuju saznanja i informacije. **Nivo zrelosti pre/posle poboljšanja: 2.1→3.2**

6. POLARNI DIJAGRAM

Prikazan je polarni dijagram poređenja ocena pre i posle unapređenja sistema menadžmenta kvalitetom, tj. ocena trenutnih nivoa organizacione zrelosti i ocena nakon mera unapređenja (**Dijagram 1**).

Sproveden Gantogram izvršenja aktivnosti za primenu mera unapređenja sistema menadžmenta kvalitetom daje rezultat od 12 meseci potrebnog optimalnog vremena za uvođenje tih mera.



Dijagram 1. Polarni dijagram

7. ZAKLJUČAK

Održivim uspehom uz samoocenjivanje sistema menadžmenta kvalitetom iz standarda ISO 9004, preduzeće „Autocentar Margetić” će otvoriti vrata mnogobrojnim poboljšanjima koja uz to dolaze. Poboljšanjima koja će obezbediti povećanje efektivnosti i efikasnosti poslovanja, kao i ukupnih prihoda preduzeća. Ovo zasigurno nije kraj putovanja preduzeća. Očigledno je da preduzeće teži ka kontinualnom poboljšanju. Sledeća stanica jeste integrisani sistem menadžmenta uz druge ISO standarde neophodne za vrhunsko poslovanje i upravljanje organizacijama svetske klase.

8. LITERATURA

- [1] <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1060597/FULLTEXT01.pdf> (Pristupljeno: 02.04.2021.)
- [2] <https://asq.org/quality-resources/total-quality-management> (Pristupljeno: 23.04.2021.)
- [3] <https://www.iso.org/about-us.html> (Pristupljeno: 10.05.2021.)
- [4] <https://www.iso.org/standards.html> (Pristupljeno: 17.05.2021.)
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/International_Organization_for_Standardization (Pristupljeno: 12.05.2021.)
- [6] <https://the9000store.com/what-are-iso-9000-standards/> (Pristupljeno: 21.05.2021.)
- [7] <https://asq.org/quality-resources/iso-9001> (Pristupljeno: 23.05.2021.)
- [8] <https://the9000store.com/what-are-iso-9000-standards/what-is-iso-9004/> (Pristupljeno: 03.06.2021.)
- [9] Alat za samoocenjivanje, (prevod obezbedio istraživački i tehnološki centar) Novi Sad. 2018.

Kratka biografija:



Tanja Margetić rođena je u Brčkom, BiH 1998. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranila 2020. godine, master akademske studije iz oblasti Kvalitet, efektivnost i logistika, Industrijsko inženjerstvo upisala iste godine.

Kontakt: tanja.tasa.margetic@gmail.com

ISTRAŽIVANJE PRIMENE UČENJA ZASNOVANOG NA IGRI U OBLASTI UPRAVLJANJA PROJEKTIMA NA PRIMERU IGRE „SCRUM TALE“**EXPLORING THE APPLICATION OF THE GAME – BASED LEARNING IN THE FIELD OF PROJECT MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF THE "SCRUM TALE" GAME**

Milena Savković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja rada jeste primena koncepta učenja kroz igru u visokom obrazovanju u oblasti upravljanja projektima. Poseban akcenat je stavljen na Agilni pristup u upravljanju projektima. U radu su analizirani efekti koje uvođenje igara u proces učenja ima na usvajanja znanja i razumevanje složene discipline upravljanja projektima.

Ključne reči: Upravljanje projektima, Učenje kroz igru, Gejmifikacija, Visoko obrazovanje

Abstract – The research topic of the paper is application of game – based learning concept in higher education in the field of project management. Special emphasis is on Agile project management. In paper was analyzed the effects that the introduction of games in the learning process has on the acquisition of knowledge and understanding of the complex discipline of project management.

Keywords: Project management, Game – based learning, Gamification, Higher education

1. UVOD

Mnogi studenti se susreću sa nedostatkom motivacije za učenje i problemom nerazumevanja gradiva, usled nemogućnosti da sebi adekvatno predstavljaju problem. Sve to utiče na njihov nivo stečenog znanja i veština kojima raspolažu po završetku školovanja. Kako bi se povećala efikasnost učenja i stopa usvajanja znanja, metode izvođenja nastave potrebno je obogatiti atraktivnim interaktivnim sadržajem, koji studente uključuje u nastavni proces, ne samo kao pasivne posmatračke već kao aktivne učesnike.

Postoje brojni načini da se obrazovanje, kakvo danas poznajemo, razvija, inovira i prilagođava potrebama novih generacija. Jedan od tih načina podrazumeva uključivanje i upotrebu igara ili njihovih elemenata u nastavnom procesu. Učenje kroz igru, kroz aktivno učešće može da motiviše studente, razvije kritički način razmišljanja i samim tim utiče pozitivno na usvajanje znanja i veština.

Zbog poteškoća koje se javljaju u razumevanju gradiva koje se obrađuje u domenu upravljanja projektima, na

visokoškolskim institucijama je uočena prilika i potreba za uvođenjem novih pristupa kako bi se poboljšali ishodi učenja.

U radu je predstavljen jedan od pristupa u obrazovanju, u domenu upravljanja projektima, koji daje dobre rezultate poslednjih godina, kao i dosadašnje aktivnosti u kojima je korišćen. Cilj rada jeste popularizacija učenja kroz igru, koje može, a i ne mora, uključivati korišćenje savremenih tehnologija, i predstavljanje njegov dosadašnjeg značaja u visokoškolskog obrazovanju u oblasti upravljanja projektima, kroz primere dobre prakse i sprovođenje studije slučaja.

2. TEORIJSKI OSVRT NA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA**2.3. Pojam i definicija projekta**

Sama reč projekat ili projekt potiče od latinske reči *proiectum* čije se značenje može prevesti kao “bačen unapred”. Pojam projekat predstavlja opis aktivnosti koje se ne obavljaju stalno, već povremeno i prema potrebi. Generalno se može reći da je projekat skup međusobno logički povezanih aktivnosti koje su ograničene vremenskim trajanjem, a usmerene su na ostvarenje postavljenih ciljeva. On ima svoju strukturu i ona podrazumeva logički povezane sve aktivnosti koje čine jedan projekat [1].

U literaturi postoje mnoge definicije projekta. U svetu je najviše prihvaćena definicija iz vodiča američkog Instituta za upravljanje projektima (Project Management Institute - PMI), koji je kod nas preveden kao *Vodič kroz korpus znanja za upravljanje projektima*, PMBOK® vodič iz 2008. godine: „Projekat je privremeni napor koji je preduzet da bi se proizveo jedinstven proizvod, usluga ili rezultat“ [2].

Iz ove definicije se može zaključiti da početak i kraj projekta treba da budu jasno definisani i da su sve projektne strukture privremenog karaktera. Takođe, mogu se prepoznati dve važne karakteristike projekta, a to su privremenost i jedinstvenost. Osim ovih karakteristika, koje se smatraju i osnovnim karakteristikama projekta, u literaturi se navode i mnoge druge karakteristike poput obima projekta, njegove neponovljivosti, složenosti i posebne pažnje koju je potrebno posvetiti organizaciji [3].

2.2 O upravljanju projektima

Sušтина upravljanja projektima obuhvata planiranje, organizovanje, praćenje i kontrolu svih aspekata projekta, kao i motivaciju svih učesnika u istom kako bi se postigli

NAPOMENA:

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

projektni ciljevi u okviru planiranog vremena, troškova i drugih određenih parametara. Iako je njegova spontana upotreba opisana od početka civilizacije, upravljanje projektima je tek u poslednjih nekoliko decenija dobilo važno mesto u teoriji i praksi, i postalo jedan od ključnih instrumenata kojim se može poboljšati pozicija preduzeća na lokalnom i globalnom tržištu.

Institut za upravljanje projektima definiše isti na sledeći način: „Upravljanje projektom znači primenu znanja, veština, alata i tehnika na projektne aktivnosti da bi se ispunili zahtevi projekta“ [2].

Vestland (kao što citira Stevanović) u definisanju upravljanja projektima ističe tri komponente [4]:

1. **znanje**: sa stručnim znanjem i iskustvom smanjuje se rizik i nesigurnost za upravljanje projektima;
2. **alati**: set različitih alata povećava efikasnost i potencijal za uspeh projekta;
3. **proces**: predstavljaju pomoć u prevazilaženju različitih izazova tokom izrade projekta i omogućavaju transparentnost u upravljanju projektom.

Svaki projekat od same ideje do konačnog završetka, prolazi kroz određeni broj faza. Faza je deo čitavog procesa koji je obuhvaćen projektom. Najčešće se projekat deli na sledeće faze: **pokretanje, planiranje, izvršenje, nadzor i kontrola, i završavanje projekta**. Vremensko razdoblje u kojem se kroz ove faze projekat dovodi do kraja, naziva se **životni ciklus projekta** [5].

2.2.1. Različiti pristupi upravljanju projektima

Jedan od veoma važnih faktora koji u velikoj meri utiče na uspešnost projekta jeste primenjena metodologija. Metodologija upravljanja projektom zapravo predstavlja okvir i proces koji određena organizacija nalaže ili preporučuje za upravljanje sopstvenim projektima [6]. Izabrana metodologija opredeljuje način realizacije samog projekta, pa je njen izbor jedan od najvažnijih koraka pre početka same realizacije projekta. Postoji dva osnovna načina na koje organizacija može da razvije metodologiju: kreiranjem sopstvene metodologije od početka ili usvajanjem već postojećeg standarda ili metodologije od drugih organizacija. Važno je uspostaviti takav pristup upravljanju projektima koji se uklapa sa zahtevima posla, procedura i kulturom organizacije, kao i veličinom, obimom, tehnološkim zahtevima projekta i kompleksnošću projekata te organizacije. Suština svake metodologije jeste prepoznavanje dobrih načina rada u upravljanju projektima, njihova identifikacija i primena na sve projekte organizacija [6].

Neophodno je naglasiti da postoji veći broj različitih metodologija upravljanja projektima koje se mogu primeniti, koje imaju određene sličnosti, ali i značajne razlike. Sve metodologije se mogu posmatrati sa stanovišta dva osnovna pristupa, a to su tradicionalni i moderni pristup. Dati pristupi imaju svoje karakteristične, prednosti i mane, pri čemu se razlikuju i okolnosti u kojima su imali bolje efekte. Kod većih projekata koji podrazumevaju jasno definisane aktivnosti i faze (npr. građevinski projekti ili implementacija novog operativnog sistema u kompaniji), bolja je primena tradicionalnog pristupa, baziranog na korišćenju neke od standardnih metodologija. Ovaj pristup karakterišu stroga pravila (dokumentovanje, izmene plana, za komunikaciju i

slično), veću ulogu projektnog menadžera i unapred definisan projektni plan koji se uglavnom do kraja ne menja. Sa druge strane, moderan ili agilni pristup je bolji za primenu kod razvojno – istraživačkih projekata, odnosno kod projekata koji nemaju tačno definisane zahteve, koji kraće traju i kod kojih se ne znaju tačno rezultati projekta [7].

2.2.2. Transformacija upravljanja projektima

Transformacija upravljanja projektima podrazumeva prelazak sa tradicionalnog na agilno upravljanje projektima. Primena agilnog upravljanja podrazumeva fokus na korisnika, njegove zahteve, potrebe i želje, kao i fleksibilnost poslovanja, uspešnu komunikaciju, saradnju i kontinuirano praćenje procesa. U odnosu na tradicionalni pristup, gde se aktivnosti sprovode po šablonu, agilni pristup podrazumeva jedinstvenost i specifičnost svakog projekta, a u skladu sa tim i primenu odgovarajućih metoda i okvira u odnosu na ciljeve i zahteve istog. Prilikom transformacije važan je i način na koji organizacija istu doživljava. Neophodan je pozitivan pristup, kao i konstantna spremnost organizacije na prilagođavanje promenama.

U poslovnom okruženju se često mogu videti situacije u kojima zaposleni nisu spremni na promene, čak i kada su svesni da one mogu biti korisne. Potrebno je uticati na način razmišljanja zaposlenih i predočiti značaj prilagođavanja promenama i praćenju trendova na tržištu. Iz tog razloga, neophodno je da zaposleni budu fleksibilni, spremni na učenje, a samim tim dolazi do ostvarenja veće koristi, kako za organizaciju, tako i u sferi njihovog profesionalno usavršavanja. Takođe, primena agilnog pristupa podrazumeva fokus na ono što je zaista bitno organizaciji, u odnosu na ono što ne donosi očekivanu korist. Kako bi se transformacija sproveda i kako bi zaposleni na adekvatan način znali šta se od njih očekuje, neohodna je podrška top menadžmenta u orijentisanju ka agilnom pristupu i sprovođenju rešenja na ovakav način, kao i predočavanje praktičnih primera sa pozitivnim efektima. Prednosti ovakvog načina funkcionisanja su sledeće: veća motivacija zaposlenih, kontinuirana kontrola i praćenje procesa, kreiranje radnog okruženja, fleksibilnost, kao i orijentacija ka krajnjem korisniku.

2.2.3. Prednosti agilnost pristupa upravljanju projektima

Agilni pristup pruža mnoge prednosti, što je i učinilo da se on danas sve više implementira u različitim sferama poslovanja, ne samo u softverskoj industriji. Potrebno je istaći nekoliko ključnih stvari koje su ukratko objašnjene u nastavku, kao ključne prednosti ovog pristupa. Prvo, a možda i najvažnije je da se naručiocu isporučuje proizvod, usluga ili rezultat koji mu je zaista potreban. Kod agilnih projekata, fokus je stavljen na pružanju vrednosti u obliku veoma uspešnih poslovnih rezultata. Agilni pristup podržava fleksibilan odgovor na zahteve našeg klijenta, odnosno da se njihovo mišljenje o tome šta im je zaista potrebno može menjati tokom napretka projekta. Druga prednost se ogleda podeljenosti celokupnog posla na manje celine (interacije), što omogućava lakše izvršenje kompleksnih projekata, konstantno praćenje napretka projekta i uočavanje

grešaka, a samim tim i njihovo rešavanje na vreme. Tim je motivisan da radi na osnovu čestih "malih" uspeha, a klijent je zadovoljan jer ima uvid u svoj proizvod ili uslugu, može da ga isproba i učestvuje u razvoju. Korišćenjem agilnog pristupa se može dobro odgovoriti na brze promene i izazove koji se javljaju na tržištu. Sve to ukazuje na ključnu stvar koja ovaj pristup čini posebnim, a to je visok kvalitet proizvoda i samog procesa, što kod tradicionalno vođenih projekata često nije slučaj. Takođe, može se postići veća produktivnost i smanjenje troškova, što je još jedna mnogih prednosti ovo pristupa [8].

2.2.4. Scrum – Agilni okvir za upravljanje projektima

Scrum je danas jedan od najprimenljivijih agilnih okvira, naročito u oblasti informacionih tehnologija. On se ne može definisati kao proces, tehnika ili konačni metod, već kao okvir u kojem je moguće koristiti različite procese i tehnike [9]. Scrum se zasniva na delimičnim i redovnim isporukama finalnog proizvoda, počevši od karakteristika koje su najvažnije za klijenta. Scrum se stoga preporučuje posebno za projekte gde je neophodno prikazivanje rezultata ranije, tokom procesa razvoja, ili gde se konstantno menjaju zahtevi, a konkurentnost, fleksibilnost i produktivnost su ključni [10].

Scrum okvir čine tri osnovne komponente. One definišu način rada u Scrum – u koji je zasnovan na (1) poštovanju uloga dodeljenih članovima projektnog tima, (2) nizu događaja (sastanaka) koji se održavaju tokom celog projekta i (3) artefaktima ili alatima.

3. UČENJE ZASNOVANO NA IGRI

Učenje zasnovano na igri (**GBL – Game based learning**) se odnosi na preuzimanje određenih elemenata iz igara i njihovu primenu na situacije iz realnog života radi samog angažovanja korisnika ovog pristupa učenju.

Osnovni koncept učenja kroz igru zasniva se na podučavanju putem **ponavljanja, neuspeha i postizanja ciljeva**. Glavna prednost koju ovaj koncept pruža je podsticanje na aktivno učenje, naspram pasivnog.

Pojam gejmfikacije se često poistovećuje sa učenjem zasnovanom na igri (**GBL**), iako između njih postoje određene razlike. Suštinski rečeno, gejmfikacija pretvara kompletan proces učenja u igru, a GBL koristi igre kao deo procesa učenja.

Gejmfikacija koristi već postojeći proces učenja i na njega primenjuje koncept igre, a GBL koristi igru i primenjuje je na sam proces učenja. Burke [11] definiše pojam gejmfikacije (*gamification*) kao krovni koncept za pristupe koji koriste elemente, mehanizme i tehnike za kreiranje igara, kako bi se osobe angažovale i motivisale da postignu svoje ciljeve.

4. PREGLED IGARA I ANALIZA EFEKATA UČENJA ZASNOVANOG NA IGRI

Elementi igara, celovite igre i igrački način razmišljanja se najviše koriste u kombinaciji sa tradicionalnim obrazovanjem. Ova kombinacija se odnosi na termin mešovito učenje (engl. *blended learning*), koje se danas često koristi u visokom obrazovanju u različitim oblastima znanja, ne samo u upravljanju projektima. To je pristup koji se pozicionira između online učenja i

tradicionalnog koncepta učenja, a nastao je kao direktna posledica napretka tehnologije. Akcenat je stavljen na aktivnosti u procesu učenja kroz igru iz razloga što one predstavljaju najvažniji segment mešovitog učenja, koje je danas široko korišćeno i daje velike efekte u visokom obrazovanju za upravljanje projektima. Kreiranje ovih igara vođeno je sa ciljem da se studentima pruži način na koji mogu lakše da razumeju složenu strukturu upravljanja projektima.

Korišćeni su različiti tipovi edukativnih igara, a kao najzastupljenije su simulacione igre (fizička ili online verzija), različite vrste društvenih igara sa korišćenjem modifikovanih špilova karata, tabli/ploča (eng. *board games*), figurica, kockica (igre na sreću) i razne druge igre koje mogu da se prilagode nastavi. Primeri nekih od aktivnosti koje se poslednjih godina koriste u visokom obrazovanju u domenu upravljanja projektima su navedeni u nastavku:

- *The Tower of Babel*;
- *Verdict of the Jury*;
- *Project Risk management Game*;
- *Detective Game - what killed the project ?*;
- *Earned Value Management Board Game*;
- *Leadership exercise: Dealing with difficult people*;
- *PM Galaxy® - Project Management Board Game* ;
- *ScrumTale*.

Analiziranjem već sprovedenih načina uključivanja pristupa učenja zasnovanog na igri u proces obrazovanja u oblasti upravljanja projektima, dolazimo do zaključka da one daju značajne efekte na razumevanje složenosti koje projekti uključuju. Kroz ovakav način učenja, studenti na jedan pre svega zanimljiv način usvajaju materiju, prolazeći kroz različite oblasti znanja i grupe procesa u upravljanju projektima. Buđenjem takmičarskog duha, posvećenost igri, a samim tim i procesu učenja je veća, kao i motivacija zbog želje za boljim rezultatima. Igre su često simulacionog karaktera i prikazuju realne situacije u kojima se primenjuje upravljanje projektima. Na taj način se složeno znanje o upravljanju projektima na lakši način približava studentima, koji uviđaju svrhu naučenog. Dolazi se do razmatranja uzroka i posledica postupaka u okviru upravljanja projektima, što je studentima koji se obrazuju za ovu oblast veoma važna stavka. Stvaranje takvog realnog okruženja predstavlja najveću prednost uključivanja igara u ovom domenu obrazovanja. Na samom kraju, obavezna je diskusija sa predavačem i ostalim učesnicima u igri, a ona je možda i najvažniji deo ovog procesa. Studenti uočavaju svoje greške, greške drugih učesnika, posledice tih grešaka, ostale mogućnosti i obrazloženja, putem kojih uče na osnovu svojih grešaka.

4.1. Studija slučaja na primeru simulacione igre ScrumTale za učenje Scrum okvira

U svrhu ovog istraživanja kreiran je upitnik koji ima za cilj uočavanje efekata koje pruža uključivanje igara na usvajanje znanja o Agilnom pristupu upravljanju projektima, konkretnije jednom od njegovih okvira koji nosi naziv Scrum. Grupu ispitanika čine studenti Master akademskih studija na Fakultetu tehničkih nauka, upisani 2020. godine na studijski program Projektni menadžment. Simulaciona igra za učenje Scrum okvira je sprovedena u

godini 2020. na nastavnom predmetu Agilne metode u upravljanju projektima. Ispitanici su u većem broju osobe ženskog pola, uzrasta od 20-30 godina, pri čemu 62,5% ispitanika nema iskustva u prethodnom radu sa projektima.

Rezultati istraživanja pokazuju da se većina ispitanika izjasnilo da je učešće u igri ScrumTale uticalo na povećanje njihovog angažovanja tokom nastave, motivacije za učenje, produktivnosti tokom nastave i učenja i stvaranje zanimljivih iskustava prilikom učenja. Takođe, ono sa čime su se ispitanici složili je da je igranje uticalo na lakše savladavanje i razumevanje rada u Scrum okviru, kao i da im je igra pomogla da bolje razumeju teorijski deo gradiva na predmetu i učinila učenje jednostavnijim. Kada su u pitanju Scrum elementi (uloge, događaji i artefakti), najveći broj ispitanika je rekao da im je igra ScrumTale najviše doprinela u razumevanju Scrum događaja (koji predstavljaju sastanke, odnosno rituale koji se sprovode tokom iteracija u ovom okviru).

Kada govorimo o važnim veštinama za savremeno upravljanje projektima, rezultati upitnika pokazuju da je igra najviše doprinela razvoju kreativnosti, timskog rada, inovativnosti, komunikacionih i prezentacionih veština, i liderskim i saradničkim veštinama.

Jedna od zanimljivosti koja proizilazi iz ovog istraživanja nam ukazuje na to da su se studenti izjasnili da smatraju da se igre najbolje kombinuju sa tradicionalnim načinima izvođenja nastave, kao i da je učenje zasnovano na igri pogodan pristup kako za nastavu koja se izvodi na daljinu, tako i za onu koja se izvodi u prostorijama fakulteta.

Od ukupnog broja ispitanika (24 osobe), 75% je ocenilo zadovoljstvo igrom ScrumTale sa najvišom ocenom.

Buduće mogućnosti za unapređenje bi trebalo biti usmerene na odabir adekvatnih kolaboracionih i konferencijskih alata, kao i detaljno upoznavanje sa istima pre početka igre. Takođe, uočeno je da bi kompleksnost igre bila na manjen nivou kada bi se smanjio broj timova, odnosno povećao broj članova svakog tima.

4. ZAKLJUČAK

Prema svemu prethodno navedenom u radu, dolazi se do zaključka da studenti kroz koncept igre lakše usvajaju znanja o upravljanju projektima. Takođe, značajno je napomenuti da je igre najbolje kombinovati sa tradicionalnim načinom učenja, jer to rešenje stvara najbolje efekte u razumevanju gradiva. Primenom principa i strukture igre, postiže se aktivno uključivanje studenata u nastavu, stvara se atmosfera bez pritiska koja podstiče želju za učenjem.

Glavni nedostatak tradicionalnog obrazovanja u upravljanju projektima, kao i svakog drugog, jeste motivacija za učenje i razumevanje nastavnih materijala. Vežbe koje u sebi sadrže elemente igre predstavljaju jedinstvene alate za učenje koji pomažu u formiranju projektnog razmišljanja, osporavanju različitih pretpostavki i pogleda na projektni prilaz. Diskusija i sabiranje ishoda učenja nakon realizacije igre, pokazala se kao najbitniji deo celokupnog procesa, jer studenti dobijaju povratne informacije od nastavnika i razmatraju određene pogrešne postupke u toku igre.

Cilj ovog pristupa učenju je da se onima koji uče omogući stvarno projektno okruženje, u kojem mogu da prave greške, pokušaju više puta da urade isti zadatak, informišu se o rešavanju određenih problema putem povratnih informacija koje dobijaju od nastavnika.

Igra im omogućava praktični deo koji predstavlja jedan od najvećih nedostataka tradicionalnog obrazovanja, a neophodan je za razumevanje i usvajanje znanja u upravljanju projektima.

5. LITERATURA

- [1] V. Majstorović, *Projektni menadžment*. Mostar: Sveučilište u Mostaru, 2010.
- [2] Project Management Institute, *Vodič kroz korpus znanja za upravljanje projektima*, 4th ed. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2008.
- [3] J. R. Adams, S. E. Brandt, and M. D. Martin, "Managing by Project Management," 1979.
- [4] V. Stevanović, "Studiozna analiza upravljanja informaciono tehnološkim projektima," Beograd, 2018.
- [5] N. Radaković and S. Morača, *Predavanja iz predmeta: OSNOVE UPRAVLJANJA PROJEKTIMA (Radni materijal)*. 2017.
- [6] J. M. Nicholas and H. Steyn, *Project management for business, engineering, and technology: principles and practice*. Elsevier, 2008.
- [7] K. Ilić and S. Morača, "Analiza faktora uspešnosti projekta," *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka*, Novi Sad, 2019.
- [8] C. G. Cobb, *The project manager's guide to mastering Agile: Principles and practices for an adaptive approach*. John Wiley & Sons., 2015.
- [9] K. Schwaber and J. Sutherland, "The Scrum Guide The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game," 2020.
- [10] A. Martel, "Agile 101: Practical Project Management," 2016.
- [11] B. Hussein, "A Blended Learning Approach to Teaching Project Management: A Model for Active Participation and Involvement: Insights from Norway," *Education Sciences*, vol. 5, no. 2, Apr. 2015, doi: 10.3390/educsci5020104.

Kratka biografija:



Milena Savković rođena je u Smederevu 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta – Projektnog menadžmenta, odbranila je 2021. god.
kontakt: milena.savkovic@uns.ac.rs

„SOĆA SERVIS AD“ KAO USLUŽNA TEHNIČKA PODRŠKA I DISTRIBUTER DELOVA**„SOĆA SERVICE HA“ AS TECHNICAL SUPPORT AND SPARE PART DISTRIBUTOR**

Bogdan Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – LOGISTIKA

Kratak sadržaj – Rad se bavi analizom saradnje između grupacije "Electrolux" koja se bavi proizvodnjom, visoke klase, aparata bele tehnike i firme "Soća servis AD" iz Novog Sada. "Soća servis AD" uslužno grupaciji "Electrolux" organizuje servisnu mrežu i distribuciju delova na teritoriji Republike Srbije. Korišćenjem odgovarajućih metoda menadžmenta ustanovljena je slaba tačka sistema i shodno tome sprovedena je mera koja treba da poveća efikasnost sistema i zadovoljstvo korisnika.

Ključne reči: tehnička podrška, aplikacija, delovi

Abstract – The paper deals with analysis of cooperation between "Electrolux" group and company called "Soća service HA". The company organizes technical support and spare part distribution for the "Electrolux" group in the Republic of Serbia. Weak link in the system was detected using the appropriate methods of management. Accordingly, adequate action was taken with goal to increase system efficiency and customer satisfaction.

Keywords: technical support, app, spare parts

1. UVOD

Izuzetno važna stvar kod proizvoda u 21. veku jeste nešto što se stručno naziva dodatna vrednost. To je sve ono što dodaje vrednost proizvodu, a nije nešto što je njegov tehnički sastavni deo. Kada su u pitanju tehnički uređaji, u ovom slučaju aparati bele tehnike, izuzetno važna dodatna vrednost jeste tehnička podrška. Tehnička podrška podrazumeva servisnu mrežu i distribuciju rezervnih delova.

Firma "Soća servis AD" bavi se servisiranjem aparata bele tehnike i distribucijom rezervnih delova preko 30 godina i ima kapacitet da organizuje jednu servisnu mrežu ove veličine. Svi partner servisi već decenijama sarađuju sa centralnim servisom i odnos na relaciji centralni servis – partner servis je mnogo bolji i stvari se rešavaju efikasnije i sa interesom pružanja što kvalitetnije usluge.

U radu je prikazana istorija preduzeća, analiza postojećeg stanja kao i mere unapređenja servisne mreže koje su se definisale na osnovu sprovedenih odgovarajućih metoda menadžmenta. Tehnička podrška spada u takozvane "after sale" aktivnosti i vrsta tehničke podrške zavisi od toga za koji proizvod se organizuje.

NAPOMENA:

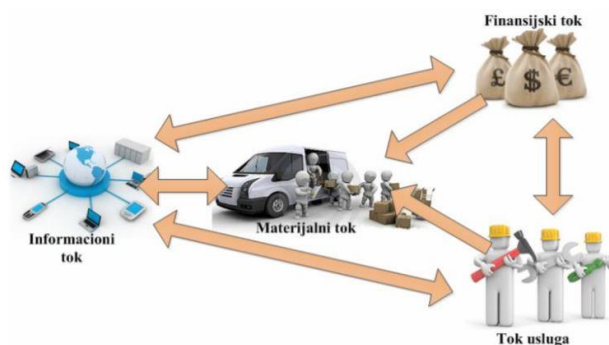
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Milisavljević, vanred. prof.

Kreiranje servisne mreže podrazumeva organizovanje partner servisa širom teritorije Republike Srbije koji će biti ovlašćeni da popravljaju uređaje za vreme trajanja garantnog perioda. Kako bi ovlašćen servis bio u mogućnosti da odgovara na reklamacije, potrebna mu je stabilna distribucija delova kako bi svi zakonski rokovi bili ispoštovani.

2. LOGISTIKA

Zadatak logistike jeste integracija materijalnih, informacionih i energetske tokova u poslovnim, proizvodnim, uslužnim i vojnim organizacijama. Ona je savremena poslovna funkcija kojom se identifikuje, obezbeđuje, prate i kontrolišu neophodni resursi u najširem značenju te reči. Logistika konkretno podržava postupak upravljanja tako što u integralnom obliku obezbeđuje kvalitativnu (po vrstama), kvantitativnu (po količini) i terminsku (po rokovima) raspoloživost elemenata sistema kojima se upravlja [1].

Ne postoji univerzalna definicija i može se čak i raspravljati o tome da li je logistika primenjena ili prava naučna disciplina. Ali u mnogim radovima se sreće definicija "7R", koja glasi: "Osigurati dostupnost pravog proizvoda, u pravoj količini, u pravom stanju, na pravom mestu, u pravo vreme, za pravog kupca i po pravoj ceni". Ako su ova pravila ispunjena, smatra se da je cilj logističkih aktivnosti ispunjen. Tipove tokova možemo videti i na grafičkom prikazu (slika 1).

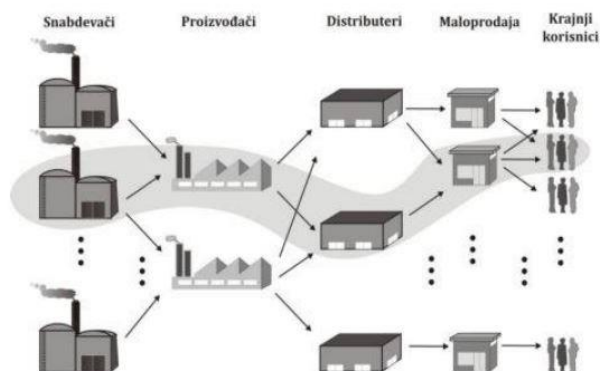


SLIKA 1 TIPOVI TOKOVA

Osnovni cilj logistike se često definiše upravo kroz "7R":

- pravi proizvod ("right product")
- pravo mesto ("right place")
- prava cena ("right price")
- pravi kupac ("right customer")
- pravi uslovi ("right condition")
- pravo vreme ("right time")
- prava količina ("right quantity")

“7R” se smatra sveobuhvatnom definicijom u savremenom menadžmentu logistike, koja uključuje i kvalitet i cenu, kao i zahteve kupaca. Ispod (slika 2) možemo videti grafički prikaz mreže tokova.



SLIKA 2 MREŽA TOKOVA

Kao veoma važan deo efikasnog funkcionisanja preduzeća, naročito proizvodnog tipa, izdvaja se funkcija integralne systemske podrške – logistika. Integralnost ove funkcije ogleda se u pristupu i organizovanju skupa aktivnosti rukovanja materijalom, pružanja usluga, komuniciranja, rukovanja zalihama i transportom, na relaciji dobavljač – preduzeće – korisnik [2, 3].

3. TRANSPORT

Prvi ljudski načini transporta bili su hodanje i plivanje. Pripitomljavanje životinja uvodi novi način polaganja tereta transporta na snažnija stvorenja, omogućavajući vuču težih opterećenja, ili da ljudi jašu životinje radi veće brzine i dužine trajanja. Izumi kao što su točak i sanke pomogli su da se životinjski prevoz efikasnije iskoristi kroz uvođenje vozila.

Takođe vođeni transport, uključujući plovila na vesla i jedra, datiraju unazad od pamtiveka, i bila su jedini efikasan način za transport velikih količina preko velikih udaljenosti pre industrijske revolucije. Prvi oblici drumskog transporta bili su konji (pripitomljeni u 4. ili 3. milenijumu p.n.e.), volovi (od oko 8000 godina p.n.e.) ili ljudi nose robu preko prljavih staza koje su često pratile staze divljači. Popločani putevi su izgrađeni od strane mnogih ranih civilizacija, uključujući Mesopotamiju i civilizaciju doline Inda. Persijska i Rimski imperija pravile su drumove od kamenih ploča da bi omogućile vojskama da putuju veoma brzo.

Duboki trupovi puta lomljenog kamena ispod osiguravaju da su putevi stalno suvi. Srednjovekovni kalifat je kasnije pravio katranski asfaltirane puteve. Prvi plovni objekti su kanui napravljeni od balvana. Rani vođeni transport bio je ostvarivan pomoću brodova koji su bilo pokretani veslima ili su koristili vetar za pogon, ili kombinacija ta dva pristupa. Važnost vode je dovela do toga, da je većina gradova koji su rasli kao mesta za trgovinu bili locirani na rekama ili blizu mora, često na ukrštanjima vodenih tokova.

Sve do industrijske revolucije, transport je ostao spor i skup, te su proizvodnja i korišćenje bili locirani što bliže jedno drugom. Najčešća funkcija transporta jeste prevoz

putnika i robe. Ipak, postoje i ostale vrste upotrebe, poput strateške i taktičke relokacije oružanih snaga tokom rata, ili civilne mobilne konstrukcije ili opreme za hitnu pomoć. Transport dovodi do velikog korišćenja energije i njime se troši najveći deo svetske nafte. Ovo uzrokuje zagađenje vazduha, uključujući azotne okside i prašinu, te je takođe značajan doprinosilac globalnom zagrevanju usled emisije ugljen-dioksida za koji je transport najbrže rastući emisijski sektor.

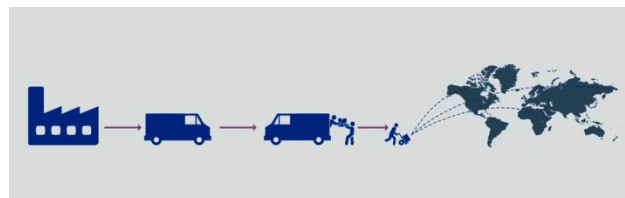
Prema podsektoru, drumski promet je najveći uzrok globalnom zagrevanju. Zakoni o zaštiti životne sredine u razvijenijim zemljama redukovali su individualne emisije vozila; ipak, ovo je nadoknađeno povećanjem broja vozila i upotrebom svakog vozila. Dodatni načini značajnog smanjenja emisije ugljenika drumskih vozila se izučavaju. Korišćenje energije i emisije variraju uveliko između načina, uzrokujući da ekolozi pozivaju na prelaz sa vazdušnog i drumskog prometa na železnički transport i onaj kojim upravlja čovek, kao i na povećanu elektrifikaciju transporta i efikasnost energije.

Drugi uticaji na životnu sredinu transportnih sistema obuhvataju saobraćajne gužve i automobilske orijentisane širenje gradova, što zauzima prirodna staništa i poljoprivredna zemljišta. Smanjenjem emisije transporta globalno, pretpostavlja se da bi se ostvario značajan pozitivan učinak na kvalitet vazduha Zemlje, te smanjenje učestalosti kiselih kiša, smoga i klimatskih promena.

4. DISTRIBUCIJA

Distribucionni kanal (slika 3) se definiše kao put u kojem dobra i usluge putuju u jednom pravcu (na primer od proizvođača do krajnjeg potrošača) i put prema kojem finansijska sredstva za kupljena dobra putuju u suprotnom pravcu. Prema tome, proces distribucije se sastoji od određenih faza bez kojih je nemoguće zadovoljiti potrebe kako dobavljača, tako i potrošača [5]. Faze se zasnivaju na:

- narudžbi i isporuci robe
- skladištenju
- upravljanju zalihama
- manipulaciji robe
- transport



SLIKA 3 GRAFIČKI PRIKAZ PROCESA

4.1. NARUDŽBA I ISPORUKA ROBE

Narudžba robe se temelji na potražnji jedne strane koja ima finansijska sredstva za njeno ostvarivanje – kupac, te na ponudi iste te robe od strane dobavljača. Kao početna faza ključna je komponenta u procesu distribucije, jer uslovljava zadovoljenje kupca s potraživanim dobrima s jedne strane i samog dobavljača preko naplate datih dobara sa druge strane. Kako bi se ostvarila što učinkovitija fizička distribucija i servis isporuke,

esencijalno je posvetiti pažnju sledećim koracima. Kupci žele u što je moguće kraćem roku da dobiju naručene proizvode stoga je nužno skratiti vreme od naručivanja do isporuke robe.

Dobavljač mora efikasno planirati isporuku gde su ključni činioci organizacija i vođenje evidencije kako bi se minimalizovali troškovi dostave, ali i ispunili ugovoreni uslovi s kupcima. Bitna komponenta koja olakšava definisanje uslova isporuke jeste uspostavljanje što boljih kanala komunikacije između kupaca i dobavljača pre same narudžbine.

4.2. Skladištenje

Skladišta su izgrađeni objekti ili pripremljeni prostori za čuvanje robe od trenutka njenog preuzimanja do vremena upotrebe i otpreme. S logističkog gledišta "skladište je čvor ili tačka na logističkoj mreži na kojem se roba pre svega prihvata ili prosleđuje u nekom drugom smeru unutar mreže".

Zadaci skladišne službe su brojni, a među njima se ističu prijem robe, smeštaj i čuvanje, izdavanje i otprema robe. Razlozi postojanja skladišta su: skladištenje sirovina, skladištenje poluproizvoda, skladištenje gotovih proizvoda, skladištenje alata i skladištenje delova za održavanje opreme.

4.3. Upravljanje zalihama

Upravljanje zalihama ima za svrhu da odredi optimalan nivo zaliha, minimalan nivo zaliha i time povezane troškove. Danas je raširena praksa "just in time" koja potrebu za skladištenjem svodi na minimum. Zalihe su materijali, poluproizvodi ili gotovi proizvodi koji se skladište kako se ne bi prekinuo ciklus proizvodnje i prodje. Zalihe se skladište iz različitih razloga: finansijski, veća potražnja za tim proizvodom i nesigurna ponuda koja bi mogla onemogućiti poslovni ciklus.

4.4. Manipulacija robom

Manipulacija robe označava sve stavke koje uključuju pakovanje, paletizaciju i kontejnerizaciju robe. Trošak rukovanja proizvodima uključuje i trošak pakovanja proizvoda radi zaštite. Način na koji je proizvod zapakovan uslovljen je samom vrstom proizvoda odnosno njegovom postojanošću i načinom prevoza. Prilikom rešavanja reklamacija za vreme trajanja garantnog perioda postoje određeni uslovi koji moraju da se ispune kako bi rad mogao da se naplati fabrici. Potrebno je imati sliku dokaza kupovine sa datumom, sliku fabričke nalepnice, sliku radnog naloga. Dakle, sistem zahteva organizaciju, rukovođenje i konstantnu kontrolu [4].

5. SNIMAK STANJA

Prvobitno servisna mreža je funkcionisala na poprilično staromodan način. Lista ovlašćenih servisa je bila ispisana na garantnom listu prilikom kupovine aparata.

Kupci bi sami prijavljivali kvarove najbližem ovlašćenom servisu i ovlašćen servis bi rešavao reklamacije bez neke prevelike kontrole od strane centralnog servisa.

5.1. Analiza poslovanja

Korišćenjem odgovarajućih metoda menadžmenta izvršena je analiza poslovanja. Prvo je primenjena metoda pod nazivom "Ishikawa" dijagram kako bismo utvrdili uzročno – posledične veze. Nakon toga je primenjena metoda "brainstormin" kako bismo došli do ideja kako bi se problem mogao rešiti.

Mnoge ideje su se izrodile prilikom izvođenja metode "brainstorming", ali rukovodstvo se odlučilo da se krene u realizaciju ideje kreiranje "Soća" web aplikacije za organizovanje i kontrolisanje servisne mreže.

6. MERA UNAPREĐENJA

Ideja je da aplikacija obuhvati sve elemente servisne mreže i da predstavlja platform komunikacije centralnog servisa i partner servisa, platform za finansijski obračun, poručivanje delova, pregleda biltena i sve ostalo. Svaki partner servis bi imao svoje korisničko ime i shodno tome imao bi ograničena ovlašćenja u korišćenju aplikacije. Dakle, partner servis bi mogao da otvori radni nalog, isključivo na svoje korisničko ime, da ga ažurira (dodaje podatke stranke, podatke aparata, tehničko mišljenje, slike fabričke nalepnice i dokaza kupovine i dr.), poručuje delove, šalje zahteve za zamenu, zaključuje radne naloge i da pravi povratnice za delove koji su poslali, a iz nekog razloga nisu iskorišćeni. Soća servis koristi interno informacioni poslovni system poi menu "PVP Gold". Kako bi distribucija delova mogla da funkcioniše, neophodno je da aplikacija komunicira sa poslovnim sistemom. Aplikacija je zamišljena tako da sadrži sve neophodne elemente koji su potrebni sa poslovnju saradnju između centralnog servisa i partner servisa. Čak je zamišljena mogućnost i trebovanja robe za poslove van garancije. Željani način funkcionisanja aplikacije je detaljno objašnjen u radu.

6.1. Finansijska analiza

U ovoj tački predstavljeni su troškovi izrade aplikacije (tabela 1) i njenog kontinualnog održavanja. Poslovi koje obavljaju IT stručnjaci se naplaćuju na osnovu broja radnih sati koji su potrebni za obavljanje posla. Kada je u pitanju izrada "Soća" aplikacije, potrebno je ukupno 270 radnih sati.

TABELA 1 TROŠKOVI IZRADA "SOĆA" APLIKACIJE

Редни број	Активност	Број сати потребан за израду	Цена радног сата изражен у РСД	Трошак изражен у РСД
	"Frontend" - Vue.js	120	2.380,00	285.600,00
1.	Креирање пројекта			
2.	Креирање компоненти			
3.	Креирања путања ("routes")			
	"Backend" - Laravel (REST API)	150	2.380,00	357.000,00
4.	Креирање пројекта			
5.	Креирање базе			
6.	Креирање модела			
7.	Креирање табела у бази			
8.	Креирање контролора са методама			
9.	Подешавање "CORS"-а			
	УКУПНО			642.600,00

Takođe, što se tiče troškova održavanja aplikacije (tabela 2), na godišnjem nivou je potrebno 24 radna sata, kao i troškovi zakupa hostinga i domena. Sve je detaljno prikazano u radu.

TABELA 2 TROŠKOVI ODRŽAVANJA "SOČA" APLIKACIJE

Редни број	Активност	Период	Трошак изражен у РСД
1.	Редовно одржавање апликације	на годишњем нивоу	57.120,00
2.	Закуп домена	на годишњем нивоу	6.000,00
3.	"Hosting"	на годишњем нивоу	6.000,00
	УКУПНО		69.120,00

7. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad detaljno smo se upoznali sa teorijskim osnovama logistike, transporta i distribucije – a sve to u cilju, kako bismo mogli kasnije da se bavimo suštinom ovog rada. Takođe, detaljno smo se upoznali sa preduzećem "Soća servis AD" iz Novog Sada, kao i sa grupacijom "Electrolux" koja je svetski gigant u proizvodnji aparata bele tehnike, visoke klase. U tački broj pet se počinje sa konkretnom pričom o temi rada, a to je tehnička podrška grupaciji "Electrolux" na teritoriji Republike Srbije, koju uslužno vrši "Soća servis AD".

Prvobitno sve je bilo poprilično staromodno i neefikasno, jer je bilo potrebno vreme da se stvari "uhodaju" i da se definišu kritične tačke procesa. Iz priloženog o preduzeću "Soća servis AD" i "Electrolux" grupaciji, lako se može zaključiti da je saradnja plodonosna, jer i jedni i drugi gaje aspiracije prema kvalitetu. Kako usluge, tako i proizvoda. "Soća servis AD" je kroz svoju istoriju prošao sve što tržište bele tehnike može da ponudi i definitivno se svrstava u iskusne i ustaljene firme u svojoj branši.

Takođe, istorija proizvođača "Electrolux" je izuzetno zanimljiva i bogata i ono što je najbitnije, zasnovana je na inovativnosti i konstantnom unapređenju.

Ista je situacija i sa brendom "AEG" koji predstavlja još višu klasu proizvoda. Kompanija "Zanussi" je pravi primer kako naporan rad može da donese velike stvari. Ovakav vid saradnje je izuzetno redak, jer proizvođači uglavnom teže ka tome da otvore svoja predstavništva i da sami uvoze delove i organizuju servisnu mrežu. Ono što je sigurno, jeste da vid saradnje kakvu imaju dve pomenute firme doprinosi značajno u povećanju kvaliteta pružanja usluge potrošačima.

Analizom poslovanja tj. korišćenjem metode "Ishikawa" i "brainstormin" uspeli smo da analiziramo kompletnu saradnju, da uočimo nedostatke, posledice, uzročnike tih nedostataka i naravno najveći problem, a to je nedostatak kontrole nad servisnom mrežom. Sve te podatke smo iskoristili i obradili prilikom primene metode "brainstorming". Iz pomenute metode izrodili su se predlozi koji bi mogli da reše nedostatak koji je uočen. Zajedničkom diskusijom učesnika, odlučeno je da mera unapređenja bude kreiranje "web" aplikacije koja će obuhvatiti sve elemente servisne mreže.

U tački broj šest možemo videti detaljno objašnjeno planirano funkcionisanje aplikacije. Aplikacija obuhvata sve opcije koje su potrebne prilikom pružanja usluge servisiranja aparata u garanciji, kao i van garancije. Radni nalog, tehnička dokumentacija, korpu za poručivanje delova, biltene proizvođača, statute radnih naloga i mnoge druge opcije. Finansijska analiza za ovu meru unapređenja je prilično specifična, jer se jako teško može izračunati njena isplativost.

Ono što iz analize lako možemo zaključiti jeste da je centralni servis u značajnoj meri smanjio finansijska sredstva zarobljena u delovima, zbog ne ažurnosti partner servisa u obrađivanju radnih naloga. Inicijalna investicija jeste veća, ali troškovi održavanja su relativno mali i bez bilo kakvih finansijskih parametara se lako može zaključiti da količina novčanih sredstava koja bi se naplatila od proizvođača za radne naloge koji bi se inače "izgubili" bi isplatila investiciju pravljenja aplikacije. "Soća servis AD" i grupacija "Electrolux" planiraju da nastave svoju plodonosnu saradnju i u budućnosti, sa jasnim ciljem konstantnog unapređenja kvaliteta, kako samih proizvoda, tako i usluge koja se pruža.

8. LITERATURA

[1] Dr Dragoljub Šević, Dr Nebojša Brkljač (2019.), Povratna i zelena logistika, materijal sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad

[2] Dragutin Stanivuković (2003.), Logistika – upravljanje lancem snabdevanja, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad

[3] Vlajić J., Vidović M. (2005.), Lanci snabdevanja – definisanje performanse, Međunarodni časopis Transport i logistika, Beograd

[4] Prof. Dr Milan Sretenović (1996.), Mehanizacija pretovara – pretovarne mašine i projektovanje pretovarnih procesa, Univerzitet u Beogradu

[5] Zdenko Segeltija (2006.), Distribucija, Ekonomski fakultet u Osijeku

Kratka biografija:



Bogdan Bogdanović rođen je u Novom Sadu 1996. godine. Osnovne studije na fakultetu tehničkih nauka iz oblasti inženjerski menadžment – menadžment kvaliteta i logistike je završio 2019. godine.

Kontakt: bogdan@soca.rs

UPOREDNA ANALIZA ASPEKATA RADNE MOTIVACIJE ZAPOSLENIH U ORGANIZACIJAMA**COMPARATIVE ANALYSIS OF ASPECTS OF WORK MOTIVATION OF EMPLOYEES IN ORGANIZATIONS**

Tamara Ristić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Fokus ovog rada jeste na utvrđivanju razlika i upoređivanju aspekata radne motivacije zaposlenih i njihove motivacije u različitim organizacijama i kako ti aspekti utiču na zaposlene..

Ključne reči: Motivacija, zadovoljstvo zaposlenih, motivišuća komunikacija, menadžment

Abstract – The focus of this paper is on identifying differences and comparing aspects of work motivation of employees and their motivation in different organizations and how these affect employees.

Keywords: Motivation, employee satisfactions, motivating communication, management

1. UVOD

U današnje vreme, zadovoljni i motivisani zaposleni predstavljaju najvažniji resurs svake poslovne organizacije i od presudne su važnosti za menadžment ljudskih resursa. Za menadžment ljudskih resursa bitno je da poznaje svoje zaposlene kako bi znao šta ih motiviše, demotiviše i šta utiče na njihovo zadovoljstvo poslom. Veoma je važna i motivišuća komunikacija, jer uz pomoć takve komunikacije menadžer može da omogućiti da se zaposleni osećaju dobro u organizaciji, olakša rešavanje problema i konflikta i smanji njihovu pojavu, izgradi poverenje, a naravno i da poveća zadovoljstvo zaposlenih i sam kvalitet njihovog rada. Zadovoljstvo zaposlenih, njihova motivacija i potrebe, glavna su briga uspešnih menadžera ljudskih resursa, jer oni shvataju da su zaposleni glavno sredstvo za ostvarivanje konkurentске prednosti u poslovanju.

U okviru svake uspešne kompanije, postoji osoba ili dobro uigran tim ljudi koji će znati na pravi način da motiviše, usmeri i organizuje zaposlene, kako bi se stvorilo zdravo okruženje sa zadovoljnim zaposlenima i ostvarili najviši korporativni ciljevi.

2. MOTIVACIJA ZAPOSLENIH

Motivacija određuje količinu napora koju čovek ulaže u određenu aktivnost. Napor, zajedno sa sposobnostima određuje učinak u toj aktivnosti, a postignuti učinak dovodi do različitih ishoda ili nagrada [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Leposava Grubić Nešić, red.prof.

Motivacija zaposlenih je jedna od politika menadžera da povećaju delotvornost upravljanja poslom među zaposlenima u organizaciji [2].

Motivacija zaposlenih postaje temelj savremenog menadžmenta ljudskih resursa jer se jedino izgradnjom kvalitetnog motivacionog sistema može pomoći organizaciji da poveća svoju konkurentsku prednost [3].

Da bi menadžeri mogli uticati na motivaciju zaposlenih, moraju poznavati motivaciju i teorije motivacije koje daju odgovore na to šta je motivacija, kako se razvija i jača i šta na nju deluje [4]. Pod motivatorima se najčešće podrazumevaju sredstva kojima se uspostavljaju ili ubrzavaju, koče ili aktiviraju, slabe ili pojačavaju određene aktivnosti vezane za čovekovu radnu delatnost. Uloga motivatora je da usmere radnu energiju u željenom pravcu radi postizanja određenog cilja [5].

2.1. Motivacione metode

U današnje vreme postoji mnogo načina za motivisanje zaposlenih. Kompanije globalno koriste različite strategije i pristupe kako bi uspešno poboljšale motivaciju zaposlenih. Međutim, čini se da je najbolji motivator za zaposlene nešto što je zaista važno u njihovim životima [6]. Osnajivanje daje zaposlenima osećaj kontrole, efikasnosti i uticaja. Motivacija postignuća proizilazi iz potrebe za postignućem. To je potreba za uspehom koja ukazuje na želju da se dostigne i ostvari izvrsnost.

Napredovanje kao motivator, ukazuje na razne mogućnosti napredovanja na višu poziciju, povećanje plate, kao i drugih beneficija u kompaniji.

Motivacija rasta je sasvim slična motivaciji za napredovanje, jer predstavlja jedan od motivatora koji utiče da se zaposleni zadrže u kompaniji. Sam rad doprinosi motivaciji zaposlenih.

Ako je glavni cilj motivisati zaposlene, onda je najbolje napraviti zanimljiv posao i pustiti ih da se angažuju. Veoma je važno da se napor zaposlenih prizna i nagradi [7].

3. MOTIVIŠUĆA KOMUNIKACIJA

Motivišuća komunikacija je složen proces koji može da pokrene zaposlene, ukoliko je upotrebljena na pravi način. Menadžeri ponekad nisu svesni koliko je važan način na koji je nešto izgovoreno i kako to utiče na zaposlene.

Svaki zaposleni je individua za sebe, različito reaguje na zahteve, predloge, pohvale i kritike.

Ukoliko je menadžer ljudskih resursa sposoban da prepozna ove razlike, kao i njihove uzroke, mnogo

olakšava i unepređuje komunikaciju sa zaposlenima i povećava mogućnost za ostvarivanje boljih rezultata u poslovanju i saradnji.

Istraživanja su pokazala da čovek 70 – 80% svog radnog vremena provodi u komunikaciji: u pisanju (9%), u čitanju (16%), u slušanju (45%) i u razgovoru sa drugim ljudima (30%) [8].

Ako to imamo u vidu, onda možemo da kažemo da je komunikacija jedan od značajnih instrumenata za razvoj organizacije, ali isto tako i rešavanje problema u organizaciji.

4. ZADOVOLJSTVO ZAPOSLENIH

Jedan od najznačajnijih pokazatelja motivacije za rad jeste upravo zadovoljstvo poslom. različiti stavovi koje ljudi imaju prema svom poslu, nazivaju se zadovoljstvo poslom [9].

Najvažniji među svim stavovima zaposlenih jeste stav prema njihovom poslu, koji se naziva zadovoljstvo poslom. To je složen stav koji uključuje određene pretpostavke i verovanja o tom poslu, osećanja prema poslu i ocenu posla.

Razlike u zadovoljstvu poslom se mogu prepoznati u odnosu na osobine ličnosti zaposlenih, socio-demografske karakteristike, posao koji obavljaju, nivoom zadovoljstva životom uopšte [10]. Zadovoljstvo zaposlenih predstavlja veoma složen fenomen. Na zadovoljstvo zaposlenih utiče čitav spektar raznovrsnih faktora koji su međusobno povezani. Takođe, faktori zadovoljstva variraju prema organizacijama, prema njihovom okruženju, društvenom sistemu, itd.

4.1 Posledice nezadovoljstva poslom

Nezadovoljni zaposleni sa sobom donose brojne posledice, neke od glavnih mogućih posledica su:

1. **Apsentizam:** istraživanja su pokazala da su zaposleni koji nisu zadovoljni poslom, više težili apsentizmu nego oni koji su bili zadovoljni.
2. **Kašnjenje:** uglavnom se misli da je nezadovoljstvo povezano sa hroničnom usporenošću. Naravno, postoje i drugi faktori koji utiču na kašnjenje. Ipak, neki faktori nezadovoljstva, poput slabe povezanosti sa poslom, imaju uticaja nakašnjenje.
3. **Fluktuacija:** istraživanja su pokazala sa velikom konzistentnošću, da nezadovoljni radnici češće odustaju u odnosu na druge. Pored nezadovoljstva poslom, jedan od najvažnijih faktora jeste taj da postoje druge poslovne ponude, pa iz tog razloga zaposleni napuštaju organizaciju.
4. **Sindikalne aktivnosti:** povećana aktivnost u sindikatima se uvek smatrala kao posledica nezadovoljstva poslom.
5. **Neprijateljske akcije:** postoji verovanje da će ekstremno nezadovoljni radnici pokrenuti neprijateljske akcije prema svojim nadređenima ili protiv kolega. Te akcije uključuju sabotazu mašina ili proizvodnje, krađe, vandalizam, itd. Ekstremniji primeri su namerno uništavanje baze podataka ili sabotaza porudžbina. Teško je istraživati ovakvo ponašanje, jer često zaposleni i nadređeni odbijaju da govore o tome [11].

4.2. Merenje zadovoljstva poslom

Zadovoljstvo zaposlenih označava zadovoljstvo poslom i pozicijom. Može se definisati kao kombinacija afektivnih reakcija na različite percepcije o tome šta zaposleni želi da ostvari na poslu koji obavlja u poređenju sa onim što on zaista dobija.

Merenje zadovoljstva poslom je u stvari merenje reakcija na posao. Do sada je razvijeno nekoliko tehnika: rejting skale i upitnici, tehnika kritičnog incidenta, intervju i sastanci konfrontacije [12].

Zadovoljstvo koje zaposleni osećaju kada su zadovoljni svojim poslom i uslovima rada, predstavlja jedan od osnovnih parametara za merenje uspeha organizacije.

Merenje zadovoljstva zaposlenih u jednoj organizaciji podrazumeva prethodno utvrđivanje oblasti zadovoljstva [13].

5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

5.1. Predmet istraživanja

U okviru ovog istraživačkog rada ispitana je motivišuća komunikacija kod zaposlenih, važnost prisustva motivatora/demotivatora, kao i samo zadovoljstvo poslom u IT kompaniji u razvoju i u farmaceutske kompaniji koja na našem tržištu posluje već dugi niz godina.

IT kompanija je relativno nova na tržištu, dok je farmaceutska kompanija prisutna na našem tržištu preko 50 godina.

Za ispitivanje su korišćeni odgovarajući upitnici. U ispitivanju je učestvovalo 35 zaposlenih iz IT kompanije i 47 zaposlenih iz farmaceutske kompanije.

Predmet ovog rada jeste motivisanje zaposlenih u funkciji poboljšanja uspešnosti poslovanja, kao i efikasnog ostvarenja ciljeva organizacije i sopstvenih ciljeva kroz njih.

Takođe, izvršeno je poređenje u motivaciji i zadovoljstvu zaposlenih u dva različita sektora, odnosno tradicionalnom i savremenom načinu poslovanja.

Istraživani su činioци koji su zaposlenima više ili manje važni, šta ih to motiviše da bi produktivnost i efikasnost njihovog rada bila veća, tj. utvrđivanje nivoa i strukture motivacije za rad zaposlenih.

5.2. Cilj rada

Cilj ovog istraživačkog rada jeste ustanoviti postojanje motivacije i zadovoljstva zaposlenih u preduzećima, da li su zaposleni zadovoljni, šta ih motiviše s obzirom na njihove stavove prema poslu i uporediti motivaciju i zadovoljstvo kod zaposlenih u ova dva sektora. Utvrditi razlike u motivaciji i načinu motivisanja zaposlenih u ova dva sektora, prednosti i mane ove dve industrije.

5.3. Hipoteze

Na osnovu prethodno utvrđenog cilja, hipoteze ovog istraživačkog rada su sledeće:

OH1: Postoji razlika u zadovoljstvu poslom između zaposlenih u dve ispitane organizacije.

OH2: Postoji razlika u motivatorima i demotivatorima u dve organizacije.

OH3: Postoji razlika u motivišućoj komunikaciji između dve organizacije.

OH4: Postoji razlika u odnosu zaposlenih prema organizaciji.

5.4. Metode istraživanja

Istraživanje u IT kompaniji je obavljeno u Novom Sadu, u periodu od 1. do 27. februara 2020. godine, a istraživanje u farmaceutskoj kompaniji je obavljeno u periodu od 12. do 30. juna 2021. godine u Vršcu. Zaposleni su dobili 6 anonimnih upitnika, gde su im postavljena pitanja na temu zadovoljstva poslom, motivišuće komunikacije, demotivatora, motivatora, potencijalnih motivatora i demotivatora.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NJIHOVA ANALIZA

Istraživanje je obavljeno na osnovu odgovora ispitanika koji su zaposleni u ovim preduzećima.

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, može se zaključiti da se oni razlikuju u IT kompaniji i u farmaceutskoj kompaniji. Zaposlenima u IT kompaniji zadovoljniji su poslom, nego zaposleni u farmaceutskoj kompaniji. Takođe, zaposleni u IT kompaniji istakli su da im je važno prisustvo motivatora, ali im je i važnija motivišuća komunikacija, u odnosu na ispitanike iz farmaceutske kompanije. Ova IT kompanija je još uvek u razvoju i menadžent kompanije poslove i eventualne probleme rešava u „hodu“. Još uvek nisu jasno podeljeni sektori, pa tako neki sektor obavlja više, različitih poslova. Sektor ljudskih resursa obavlja i poslove marketinga, ali na osnovu rezultata može se zaključiti da kompanija dobro funkcioniše i na ovaj način, ali svakako su neke promene i unapređenja dobrodošla.

Sa druge strane, farmaceutska kompanija posluje na tradicionalan način, pa tako, mada postoji sektor za ljudske resurse, on još uvek posluje u vidu kadrovske službe.

Važno imati na umu samu razliku u poslovanju ove dve kompanije. IT svet je u procvatu i samo poslovanje je fleksibilnije, dok je farmaceutska industrija manje fleksibilna.

7. ZAKLJUČAK I MERE UNAPREĐENJA

U savremenom globalnom poslovanju, preduzeća svoju konkurentsku prednost mogu graditi na samo jednom resursu, a to su zaposleni, njihova motivacija, znanja, veštine i talenti.

Od izuzetne važnosti za menadžere je da znaju pravilno da motivišu svoje zaposlene. To može biti veoma komplikovano, jer je ponekad vrlo teško odrediti šta je to što zaposlenog pokreće na rad i šta ga čini zadovoljnim.

Kako bi se održala visoka produktivnost zaposlenih, potrebno je posebno obratiti pažnju na motivišuću komunikaciju. Efikasna motivišuća komunikacija razvija se samo u onim preduzećima u kojima menadžer ume da stvori osećaj sigurnosti i poverenja kod zaposlenih. Kao što je već naznačeno, važno je imati na umu samu razliku u poslovanju ove dve kompanije. IT svet je u procvatu i samo poslovanje je fleksibilnije, dok je farmaceutska industrija manje fleksibilna, kao i svaka proizvodnja gde su rokovi, dnevne norme i redovne isporuke od posebnog značaja za uspeh. Samim tim, u IT kompanijama je lakše povećati zadovoljstvo zaposlenih. Moguće je organizovati na primer rad od kuće, lakše uklapanje različitih timova, dok je u farmaceutskoj kompaniji gde je zaposlen veliki

broj ljudi, teže uticati na zadovoljstvo zaposlenih. Zato je veoma bitno da kompanija ima kvalitetan sektor za ljudske resurse koji će znati da upravlja ovim nedostacima i eventualnim poteškoćama.

Takođe, zaposleni u IT-u, svesni su potražnje za kvalitetnim radnicima u IT svetu i brže će napustiti kompaniju. Zbog toga je veoma važno da HR menadžer ume da prepozna i zadrži talentovane pojedince u svojoj organizaciji.

Osnovna preporuka je da IT bolje podeli sektore i zadatke. Takođe, potrebno je zadržati dobre rezultate u sektorima gde je uočeno da su zaposleni zadovoljni, a u isto vreme odabrati prave ljude, ulagati u njihovo znanje, prepoznati njihove veštine i sposobnosti i stvoriti u njima želju da ostanu deo uspešnog tima.

S obzirom da je IT oblast takva da se procesi rada stalno menjaju i unapređuju, uvela bih mogućnost stručnog usavršavanja zaposlenih, posetu konferencijama, obukama, treninzima gde bi zaposleni mogli da unaprede svoje znanje i veštine. To bi za zaposlene bio vid nagrade, koji bi ih motivisao da stvaraju još bolje rezultate u poslu.

Što se tiče farmaceutske kompanije, potrebno je da unapredi sektor za ljudske resurse i više pažnje posveti zadovoljstvu svojih zaposlenih. Kako je u velikim kompanijama, ponekad teško ispratiti očekivanja svih zaposlenih, moj predlog je da predstavnici svakog sektora prođu kroz obuku, kako bi mogli da prate svoje zaposlene.

Takođe, kao jednu od mera poboljšanja za farmaceutsku kompaniju predložila bih bolje međusobno upoznavanje zaposlenih. S obzirom da se radi o velikoj kompaniji, nekoliko puta godišnje moglo bi da se organizuje okupljanje svih zaposlenih. Na taj način bi se zaposleni bolje upoznali, poboljšali bi komunikaciju, što bi doprinelo većem zadovoljstvu i osećaju pripadnosti odorganizaciji.

Potrebno je uvesti i neka opštija unapređenja koja je potrebno primeniti u obe kompanije. Svakako, s obzirom da je IT kompaniji zaposleni mnogo manji broj radnika nego u farmaceutskoj kompaniji, biće lakše da se sprovedu predložena unapređenja.

Smatram, da bi menadžeri trebali da povećaju stepen komunikacije sa zaposlenima, da bliže pojašne ciljeve, zadatke i pravila poslovanja u preduzeću, da više uključe zaposlene u donošenje poslovnih odluka, češće uvažavaju poslovne predloge i sugestije zaposlenih. Iz tog razloga bih organizovala treninge za menadžere radi poboljšanja veština i sposobnosti komunikacije sa zaposlenima.

Za bolju motivaciju zaposlenih predložila bih posvećivanje pažnje svakom zaposlenom pojedinačno. Ako bi menadžer izdvojio vreme da porazgovara sa svakim zaposlenim posebno, učinilo bi da se zaposleni oseća vrednim i važnim članom kolektiva. Takođe, potrebno je i direktno pohvaliti zaposlenog za dobro urađen posao. Tako bi se zaposleni osetio cenjeno i motivisalo bi i druge zaposlene da učine isto i više se trude u radu.

Takođe, umesto zapošljavanja nekog novog, unapredila bih nekoga ko je već zaposlen u kompaniji. To bi podiglo motivaciju i produktivnost zaposlenih.

Isto tako, pokušala bih kroz razne akcije i izlete da probudimo svest zaposlenima o timskom radu. Tako bi zaposleni mogli da se relaksiraju, zabave, upoznaju međusobno i probudili u njima osećaj pripadnosti organizaciji. Na taj način zaposleni bi bili opušteniji na radnom mestu, a samim tim i zadovoljniji.

8. LITERATURA

- [1] Maslow, H. A. , „Motivation and personality“, New York, 1954.
- [2] O.A., & Hammed, T.A. , „Influence of work motivation, leadership effectiveness and time management on employees' performance in some selected industries in Ibadan“, Nigeria, 2009.
- [3] Čukić, B., „Motivisanje ulogama i ljudski resursi“, Novi Sad, 2006.
- [4] Daft. L. R., „Menagement“, Forth Worth, TX, The Dryden Press, 1997.
- [5] Pajević, D. , „Psihologija rada“, Beograd: Liber, 2006.
- [6] Gleeson, B., „The best way to motivate employees and get results“, London, 2016.
- [7] Tomić, D., „Demotivatori i njihov uticaj na organizaciono ponašanje – Master rad“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2019.
- [8] Kaser, K., „Advertising and sales promotion“, South – Western, Mason, 2013.
- [9] Grinberg, R., Baron, Dž., „Organizaciono ponašanje“, Beograd, 1998.
- [10] Grubić – Nešić, L. „Razvoj ljudskih resursa“, Novi Sad 2005.
- [11] Otić, M., „Uporedna analiza radne motivacije različitih sektora organizacije“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2019.
- [12] Bahtijarević – Šiber, F., „Menadžment ljudskih potencijala“, Zagreb, 1999.
- [13] Tanasijević, Z., „Zadovoljstvo zaposlenih“, Kragujevac, 2006

Kratka biografija:



Tamara Ristić rođena je u Vršcu 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka na smeru Menadžment ljudskih resursa odbranila je 2021. godine.

UNAPREĐENJE ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH I KORISNIKA USLUGA U UNIKREDIT BANCİ**IMPROVING SATISFACTION OF EMPLOYEES AND SERVICE USERS IN UNICREDIT BANK**

Srđan Vasiljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – *Predmet ovog rada jeste istraživanje zadovoljstva zaposlenih i korisnika usluga u Unikredit banci. U radu je pomoću ankete prikazana analiza stanja, izneti problemi, a zatim predložene mere unapređenja.*

Ključne reči: Logistika

Abstract – *The subject of this paper is a survey of employee and service user satisfaction at Unicredit Bank. The paper presents an analysis of the situation, presents problems, and then proposes measures for improvement.*

Keywords: Logistics

1. UVOD

Da bi organizacija uspela u poslovanju, mora da razume želje i potrebe kupaca, jer od zadovoljstva samih kupaca zavisi i uspeh poslovanja. Iz tog razloga neophodno je da organizacije prate i mere zadovoljstvo svojih korisnika. Tržište ima veliki broj potrošača, ali isto tako i proizvođača, istih ili sličnih proizvoda, koji se bore za iste potrošače na tržištu. Postoji više načina da organizacija ostvari uspeh na tržištu, a to su traženje novih ideja i šansi da se bude nešto drugačiji od ostalih, da se napravi efikasniji i efektivniji način koji je bolji od postojećeg, i samim tim se obezbedi zadovoljstvo klijenata, koji su svakoj organizaciji na prvom mestu.

Istraživanje koje je sprovedeno u ovom radu odnosi se na prikupljanje podataka o zadovoljstvu korisnika i zaposlenih uslugom "Unikredit banke", koja se nalazi u Novom Sadu, i glavni cilj je da prilikom analiziranja podataka utvrdimo koje mere unapređenja je moguće sprovesti.

U okviru rada prikazana su dva dela: teorijski deo, i istraživački deo. Teorijski deo je fokusiran na oblast logistike, a istraživački deo rada se odnosi na zadovoljstvo korisnika bankarskim uslugama, kao i zadovoljstvo zaposlenih.

2. LOGISTIKA

Logistika je veoma stara oblast poslovanja, i prisutna je kroz celu istoriju još pre pojave nauke. Počeci primene logistike su u vezi sa ratnim osvajanjima, i pronalaženjem

novih trgovačkih puteva. U početku se smatrala vrlo skupom aktivnošću za snabdevanje vojnih formacija hranom, raznim materijalima, oružjem, oruđem.

Logistika je proces upravljanja transportom, zalihama, skladištenjem i informacijama o dobrima i materijalima od izvora (mesta proizvodnje) do mesta finalne potrošnje. To je oblast koja je prisutna kroz celu ljudsku istoriju, i njene aktivnosti se mogu pratiti od samog nastanka i razvoja ljudske civilizacije, pa sve do danas. U literaturi se sreću različita tumačenja pojma logistika. Prema jednom pristupu reč „logistika“ potiče od francuske reči „loger“ što znači nastaniti se, noćiti pod vedrim nebom, a u vojnoj terminologiji označava kretanje, snabdevanje i smeštaj vojnih jedinica. Prema drugom pristupu, reč „logistika“ potiče od grčke reči „logos“ koja u prevodu znači : um, govor, moć mišljenja, odnosno starogrčku reč „logistikós“ pri čemu ima isto značenje: proračun ili zaključivanje na matematički način (računanje pomoću slova, razumno procenjivanje) [1].

Glavni cilj logistike se odnosi na [2]:

- ispunjenje zahtevanog kvaliteta proizvoda
- ispunjenje zahtevanog proizvoda
- ispunjenje zahteva na pravom mestu
- ispunjenja zahteva u pravo vreme
- ispunjenje zahteva po minimalnoj ceni.

3. OPŠTE INFORMACIJE, UNIKREDIT BANKA

Banka je poslovna organizacija koja nudi finansijske usluge za profit. Usluge banke uključuju primanje depozita novca, davanje novca iz depozita, procesovanje novčanih transakcija, kao i usluge kreditiranja. Imaju veoma značajnu ulogu u ekonomiji, jer omogućuju građanima i kompanijama da investiraju i tako ostvare prihod od kamata, uz minimalan rizik.

Osnovna uloga banke i njenih konkurenata jeste da pružaju finansijske usluge. U savremenim uslovima bankarske usluge postaju značajan deo svakog privrednog posla, a banka nezaobilazni činilac svakog ozbiljnog ekonomskog poduhvata. Savremene banke nisu više samo finansijske institucije koje se bave držanjem depozita i odobravanjem kredita, već svoju delatnost proširuju na razne druge finansijske usluge [3].

3.1 Unikredit banka

Unikredit je italijanska kompanija za bankarske i finansijske usluge. Njena mreža obuhvata 50 tržišta u 17

NAPOMENA:

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

zemalja. Strateška pozicija u zapadnoj i istočnoj Evropi daje jedan od najvećih tržišnih udela u regionu. Unikredit grupa je nastala spajanjem nekoliko italijanskih bankarskih grupa 1998.godine, i prvobitno ime ove kompanije bilo je “Unicredito Italijano”. Zvaničan sajt banke je: (www.unikreditgroup.eu).

Unikredit je banka koja pruža sve vrste usluga i proizvoda kako za fizička lica, tako i za mikro, mala, srednja i velika preduzeća. Pružanje finansijskih usluga i podrška preduzećima, malim i srednjim kompanijama, preduzetnicima i građanima je osigurana. Bankarski savetnici imaju individualni pristup svakom klijentu i pružaju im uslugu koja je specijalno kreirana da odgovori na njihove potrebe i standarde.

3.2 Glavni cilj Unikredit banke

Glavni cilj ove banke jeste to da predstavlja jednu od vodećih banaka, koja je usmerena na realne potrebe svojih klijenata, građenje odnosa sa klijentima i posvećenje pažnje njihovim potrebama. U nameri da dostigne ovaj cilj, banka je posvećena razumevanju potreba pojedinaca, kako bi se obezbedili konkretni odgovori i korist, odgovarajući na izazove sa kojima se klijenti suočavaju. U Unikreditu ovo se zove “ **Banka za sve što vam je važno**” – ovo ne predstavlja slogan, već je reč o onome što predstavlja njihov brend.

Misija - “Mi verujemo da je budućnost našeg uspeha određena direktno našom sposobnošću da gradimo bliske veze sa svakim od naših klijenata i zadobijanjem njihovog poverenja obezbedimo konkretne odgovore koji odgovaraju na pitanja koja se tiču njihovih realnih potreba.”

4. ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA KORISNIKA

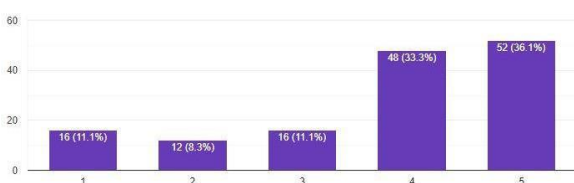
Istraživanje koje je sprovedeno u radu je u Unikredit banci koja se nalazi na teritoriji grada Novog Sada, gde su ispitanici na licu mesta popunjavali upitnike kako bi banka došla do potrebnih informacija.

Upitnik je sačinjen na odgovarajući način tako da su pitanja bila kratko i jasno formulisana. Svi ispitanici su dobrovoljno i anonimno izvršili popunjavanje upitnika u prostorijama banke. Tip skale je Likertova skala i sastoji se od pet mogućih odgovora:

- 5- potpuno se slažem,
- 4- delimično se slažem,
- 3- nemam mišljenje,
- 2- delimično se ne slažem,
- 1-uopšte se ne slažem.

Primer glasanja ispitanika:

10. Da li su zaposleni uvek ljubazni u kontaktu sa Vama?
144 responses



Slika 1. Istraživanje zadovoljstva korisnika

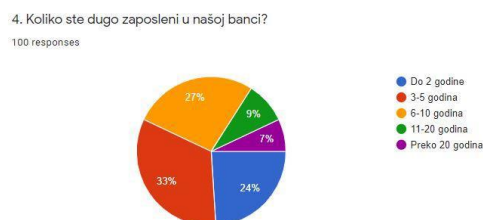
4.1 Istraživanje zadovoljstva zaposlenih

Pored navedene ankete o zadovoljstvu korisnika, odlučeno je da se sprovede i anketa o zadovoljstvu zaposlenih u Unikredit banci, kako bi se utvrdilo da li je potrebno izvršiti dodatna unapređenja, koja bi uticala na samo poslovanje i dodatno sticanje poverenja samih klijenata.

Ovo istraživanje sprovedeno je takođe u istoj Unikredit banci koja se nalazi na teritoriji grada Novog Sada, gde su zaposleni na licu mesta popunjavali upitnike i na taj način banka je došla do potrebnih informacija. Upitnik je sačinjen na odgovarajući način tako da su pitanja bila jasno formulisana. Svi zaposleni su anonimno izvršili popunjavanje ankete u prostorijama banke.

Kao i u anketi zadovoljstva korisnika uslugama Unikredit banke i ovde se koristio tip Likertove skale. U nastavku će biti prikazan grafikon a rezultati su predstavljeni u procentima.

Primer istraživanja zadovoljstva zaposlenih:



Slika 2. Istraživanje zadovoljstva zaposlenih

5. SWOT ANALIZA

Prilikom rada SWOT analize preduzeća treba stalno imati na umu kako se i da li se određene slabosti preduzeća ili pretnje iz okoline mogu pretvoriti u snage ili šanse koje preduzeće može iskoristiti za postizanje konkurentske prednosti na tržištu.

SWOT analiza predstavlja analizu okruženja, i omogućava nam da sagledamo snage, slabosti, šanse i pretnje, kao i da se utvrde i analiziraju njihove međusobne povezanosti. SWOT predstavlja analizu pomoću koje se vrši interna analiza preduzeća (snage i slabosti), kao i eksterne faktore (šanse i pretnje) iz okruženja. (slika3):



SLIKA 3 SWOT ANALIZA

Na sledećoj tabeli biće prikazana SWOT analiza, koja predstavlja snage, slabosti, šanse i pretnje Unikredit banke.

SNAGE	SLABOSTI
- Razvijeni IT kanali (web sajt, e-mailovi koji pružaju sve informacije) - Dobro obučeni zaposleni - Izgrađen brend banke - Openljivost banke sa najnovijim tehnologijama - Dodatne usluge koje banka nudi svojim korisnicima	- Banka ne radi vikendom - Nezadovoljstvo određenog broja zaposlenih uslovima rada - Nedovoljna brzina rada zaposlenih - Nedovoljna mogućnost za napredovanja i usavršavanja zaposlenih - Nedovoljno dobra komunikacija zaposlenog sa klijentima banke
ŠANSE	PRETNJE
- Uvođenje novih tehnologija - Osvajanje novih klijenata - Dodatne reklame putem stranica društvenih mreža - Unapređenje mogućnosti za razvoj i napredak zaposlenih u preduzeću - Uvođenje novih usluga za naše klijente	- Jaka konkurencija - Napuštanje posla dugogodišnjih radnika banke - Odlazak klijenata kod konkurencije - Nezadovoljstvo klijenata uslugama banke

TABELA 1 SWOT ANALIZA UNIKREDIT BANKE

6. BRAINSTORMING ANALIZA

Da bi dodatno unapredili poslovanje u Unikredit banci odlučeno je da se sprovede i brainstorming analiza. Brainstorming je tehnika koja pruža mogućnost za obuhvatanje najvećeg broja stvarnih pretnji, i primenom brainstorming analize podstiče se grupna kreativnost i generiše veliki broj različitih ideja koje predstavljaju rešenje određenog problema. Kako bi se primenila brainstorming tehnika, okupljeni su zaposleni na sastanku nakon radnog vremena u poslovnoj kacerariji naše ekspoziture.

Primena ove tehnike je veoma korisna jer ona zahteva učešće samih zaposlenih i doprinosi većoj produktivnosti rada, kao i jednakosti svih učesnika. Brainstorming analiza je sprovedena tako što je na sastanku svaki zaposlen zapisivao svoje predloge ideja kako da se unapredi poslovanje banke. Kada su svi dali svoje predloge, svi predlozi se stavljaju u jednu tabelu i predstavljaju se svim zaposlenima. Nakon toga zaposleni bi komentarisali predložene ideje koje se nalaze u tabeli, i zajedno odlučuju koji predlozi su prioritetni za primenu. Posle odlučivanja prioritetnih predloga za unapređenje preduzimaju se potrebne akcije pristupanju rešavanja ideja za unapređenje. U našem slučaju banka se odlučila da primeni 5 prioritetnih ideja za unapređenje poslovanja koji su dati u narednoj (tabeli 2).

Ideje za unapređenje poslovanja banke primenom brainstorming tehnike
1. Poboljšanje radnog vremena banke
2. Unapređenje brzine rada zaposlenih u ekspoziturama
3. Poboljšanje komunikacije zaposlenih sa klijentima banke
4. Uvođenje novih usluga za klijente banke
5. Mogućnost usavršavanja zaposlenih

TABELA 2 IDEJE ZA UNAPREĐENJE BANKE PRIMENOM BRAINSTORMING ANALIZE

Smatra se da bi banka realizacijom navedenih ideja mogla značajno da unapredi svoje poslovanje. Sledeći korak bi bio utvrđivanje mera koje su najefikasnije za sprovođenje, kao i akcija koje je potrebno preduzeti da bi se pristupilo

rešavanju navedenih predloga za unapređenje. Takođe potrebno je pratiti da li nakon primene preduzetih akcija ima unapređenja, odnosno da li se otklonio određeni problem.

Predlozi ideja za rešavanje problema
Proširenje radnog vremena banke subotom, i uvođenje dvokratnog radnog vremena
Pohađanje raznih kureva za unapređenje brzine rada zaposlenih u ekspoziturama
Poboljšanje interne i eksterne komunikacije
Uvođenje dodatnih unapređenja u vidu zapošljavanja novih zaposlenih
Novčane nagrade i besplatno stručno usavršavanje

TABELA 3 PREDLOZI IDEJA ZA REŠAVANJE PROBLEMA

7. MERE UNAPREĐENJA

7.1 Povišenje zadovoljstva zaposlenih

Zadovoljstvo zaposlenih predstavlja glavni faktor postizanja visokih radnih performansi i pružanju usluga što direktno utiče na povećanje produktivnosti svake organizacije. Kao predlog za povišenje zadovoljstva zaposlenih Unikredit banka bi zaposlenima omogućila da učestvuju u istraživanju zadovoljstva zaposlenih od strane banke, gde bi na svakih 6 meseci zaposleni popunjavali određene upitnike i imali mogućnost da iskažu svoja mišljenja vezano za radne uslove, procese u okviru organizacije, nagrade, komunikaciju, kao i mnoge druge aspekte. Na osnovu dobijenih rezultata identifikovale bi se oblasti koje je potrebno poboljšati, i preduzimale bi se određene mere za rešavanje potencijalnih problema koji bi doveli do povećavanja zadovoljstva svih zaposlenih.

7.2 Povišenje zadovoljstva korisnika

Kada govorimo o zadovoljstvu korisnika jedna od glavnih tema bila bi komunikacija zaposlenih sa korisnicima. Bankarstvo se ne može zamisliti bez komunikacije između korisnika i banke jer na taj način se dolazi do potrebnih informacija koje se koriste za planiranje poslovnih aktivnosti. Informacije predstavljaju ključni faktor uspešnosti. Prilikom komunikacije sa korisnicima bankarski službenik pored pritiska izazvanog dinamikom posla i količine posla mora biti vedar i nasmejan kako bi na ljubazan način razumeo klijenta i kako bi mogao da mu pomogne na pravi način. Jako je važno ostvariti dobru komunikaciju sa korisnicima jer se na taj način ostvaruje zadovoljstvo sa obe strane. Koliko dobro zaposleni ostvaruje komunikaciju sa svojim klijentima zavisi i koliko će banka biti uspešna u svom poslovanju.

Jedan od načina za unapređenje **interne** komunikacije jeste anketiranje zaposlenih, obaveštavanja zaposlenih o novinama u radu, česti skupovi zaposlenih, kao i redovni sastanci sa zaposlenima i menadžerima. Takođe svim zaposlenima treba omogućiti da mogu da prenesu svoje ideje menadžmentu, jer se veoma često dešava da zaposleni imaju dobre ideje i rešenja kako unaprediti funkcionisanje banke, ali te ideje ne mogu stići do top menadžmenta. Prilikom anketiranja zaposlenih se može doći do prikupljanja informacija o stavovima i mišljenju zaposlenih.

Kako bi se unapredila **eksterna** komunikacija sa klijentima potrebna su redovna istraživanja, i njih bi

banka sprovodila u vidu intervjuisanja i anketiranja korisnika bankarskih usluga. U tom slučaju banka bi na svojim web sajtovima omogućila da klijenti mogu da popunjavaju ankete, gde bi dobijali informacije o potrebama i zadovoljstvu klijenata. Tako bi imali u vidu šta klijenti trenutno misle o poslovanju banke i koje korektivne akcije je potrebno preduzeti.

7.3 Adekvatno radno vreme banke

Kako smo već naveli radno vreme Unikredit banke na teritoriji Novog Sada je od 08:00 časova do 16:00 časova radnim danima, dok su subota i nedelja neradni dani. Navedeno radno vreme može da predstavlja jedan od problema sa kojim se susreću klijenti banke jer ne mogu svi klijenti zbog svog radnog vremena da obavljaju poslove u banci.

Da bi se izbegao problem sa radnim vremenom, kako bi povećali bi zadovoljstvo klijenata koji bi uspevali da završe svoje poslove u bankama i kako bi se stvarala lojalnost što i predstavlja jedan od glavnih ciljeva poslovanja banke, jedan od predloga bi mogao biti da banka svoje radno vreme proširi i na rad subotom prepodne. Radno vreme subotom bi bilo u periodu od 09:00 časova do 13:00 časova, tako da klijenti koji ne mogu radnim danima da obavljaju svoje platne poslove u banci to bi mogli da urade i subotom. Na taj način bi ostvarili zadovoljstvo svih klijenata što bi dovelo do još uspešnijeg poslovanja banke.

Takođe još jedan predlog za poboljšanje radnog vremena Unikredit banke na teritoriji Novog Sada bilo bi uvođenje dvokratnog radnog vremena. To znači da bi banka u prepodnevnom časovniku radila 08:00 časova do 13:00 časova, i u popodnevnom časovniku od 16:00 časova do 19:00 časova, i na taj način bi postigli da klijenti koji su u mogućnosti svoje platne poslove mogu da obavljaju u prepodnevnom časovniku, a klijenti koji su zaposleni, svoje platne poslove bi mogli da obavljaju u poslepodnevnom časovniku.

Neophodno je da banka treba da obavesti svoje klijente o preduzetim akcijama o promeni radnog vremena, da obavesti svoje klijente putem e-mail pošte, ili tekstualnom porukom na telefon. Pored toga, na sajtu banke svakako je neophodno istaći promene u radnom vremenu koje su od velike koristi za naše klijente. Na ovaj način banka bi mogla da unapredi svoje poslovanje, kao i da postigne da usluži veći broj svojih klijenata. Zaposleni bi mogli dovoljno svoje pažnje da posvete klijentu i da odgovore na sva njihova pitanja, a klijenti bi bili zadovoljniji.

8. ZAKLJUČAK

Pre svega, sam cilj istraživanja se odnosio na utvrđivanje nivoa zadovoljstva korisnika uslugama Unikredit banke na teritoriji Novog Sada. Pored zadovoljstva klijenata sprovedena je i anketa o zadovoljstvu zaposlenih u Unikredit banci. Oba istraživanja sprovedena su na osnovu anketa gde su korisnici i zaposleni odgovarali na pitanja. Takođe u radu su urađene Swot i Brainstorming analize koje su omogućile da banka dodatno unapredi svoje poslovanje. Nakon sprovedenih mera unapređenja smatra se da će banka dodatno unaprediti svoje poslovanje.

U današnje vreme kada je borba na tržištu za klijentima velika, kada su klijenti više informisani u odnosu na ranije godine i kada imaju više saznanja o novim tehnologijama, banke koje imaju mogućnost predviđanja potreba i želja svojih korisnika će brže donositi prave odluke i bolje upravljati rizicima. Tako će moći uspostaviti dugoročnije odnose sa svojim korisnicima

9. LITERATURA:

- [1] Vujaklija, M., Leksikon stranih reči i izraza, 1975.
- [2] Alan Midžić, Logistika, Bihać, 2014.
- [3] Miroljub Hadžić, Bankarstvo, Poslovno bankarstvo, Univerzitet Singidinum Beograd 2013.

Kratka biografija:



Srđan Vasiljević rođen je u Loznici 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Logistike, Zadovoljstvo zaposlenih i korisnika uslugom Uncredit Banke, odbranio je 2021. god.
Kontakt: srdjanvasiljevic77@gmail.com

ANALIZA PRIMENE AGILNOG PRISTUPA PROJEKTNOM MENADŽMENTU U SAVREMENOM POSLOVANJU**ANALYSIS OF AGILE APPROACH TO PROJECT MANAGEMENT IN MODERN BUSINESS**

Miljan Đumić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Savremene poslovne strategije orijentisane su na stvaranje i zadržavanje vrednosti i prepoznaju važnost odnosa između upravljanja projektima i organizacije i upravljanja preduzećem. Kako bi sistem u celosti zadovoljio svrhu, neophodno je da se uskladi niz faktora koji obuhvataju radne procese, sisteme planiranja i izveštavanja i analize. U okviru rada biće analizirane prednosti ali i ograničenja savremenih oblika primene agilnog pristupa projektnom menadžmentu, a u cilju dobijanja što preciznijih informacija urađeno je i istraživanje.

Ključne reči: projektni menadžment, agilni pristup, savremeno poslovanje

Abstract – Modern business strategies are focused on creating and retaining value and recognize the importance of the relationship between project management and the organization and management of the company. In order for the system to fully meet its purpose, it is necessary to align a number of factors that include work processes, planning and reporting and analysis systems. The paper will analyze the advantages and limitations of modern forms of application of the agile approach to project management, and in order to obtain the most accurate information, research has been done.

Keywords: project management, agile approach, modern business

1. REZIME

Agilni pristup je skup metoda razvoja softvera zasnovanih na iteraciji i postupni proces razvoja, gde zahtevi i razvoj evoluiraju kroz saradnju između samoorganizujućih, višefunkcionalnih timova koji omogućavaju brzu isporuku visokokvalitetnog softvera koji zadovoljava potrebe klijenta, a takođe se i prilagođava promenama u zahtevima.

Iako tradicionalne metodologije razvoja softvera, kao što su strukturirani i objektno orijentisani pristupi zasnovani na životnom ciklusu, i dalje dominiraju razvojem sistema nekoliko decenija i mnoga su istraživanja sprovedena u tradicionalnim metodologijama, Agilni razvoj softvera donosi svoj sopstveni skup novih izazova koji se bave

zadovoljenjem klijenta u smislu rane i kontinuirane isporuke softvera/proizvoda/usluge.

1.1. Cilj i predmet istraživanja

Cilj rada jeste da se istraži primena agilnog pristupa projektnom menadžmentu i različitih individualnih i organizacionih ishoda rada (opšte zadovoljstvo radom, percipirane prednosti rada, mogućnosti karijere i produktivnosti). U tom smislu će u radu biti identifikovani i opisani glavni faktori koji govore u prilog tome da agilni pristup razvoju poboljšava proces razvoja softvera kako bi se udovoljilo dinamičnim poslovnim okruženjima. Takođe će biti urađeno poređenje agilnih metodologija razvoja sa tradicionalnim metodologijama razvoja sistema i analiza trenutnog stanja usvajanja agilnih metodologija.

2. AGILNI PRISTUP RAZVOJU SOFTVERA U POREĐENJU SA TRADICIONALNIM

Agilni pristup razvoju softvera (engl. *Agile software development - ASD*) je glavna paradigma u polju softverskog inženjerstva koje je industrija široko prihvatila, a tokom protekle decenije sprovedena su mnoga istraživanja o agilnim metodologijama razvoja.

Tradicionalni pristup razvoju softverskih metodologija prati generičku inženjersku paradigmu zahteva, dizajna, gradnje i održavanja. Ove metodologije se nazivaju i vodopadima zasnovanim na klasičnoj paradigmi razvoja softvera. Takođe su poznata pod mnogim drugim imenima poput vođenih planom, vođenih dokumentacijom, teške metodologije i dizajn unapred [1].

Ključna pitanja	Tradicionalni pristup	Agilni pristup
Životni ciklus razvoja	Linearno; Model vodopada životnog ciklusa, spirala ili neka varijacija	Iterativni; Evolutivni model isporuke
Stil razvoja	Predvidljiv	Prilagodljiv
Zahtevi	Rano se mogu saznati, uglavnom stabilni; Jasno definisani i dokumentovani	Hitna promena, brza promena, nepoznata - Otkrivena tokom projekta

NAPOMENA:

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

Arhitektura	Teška arhitektura za trenutne i buduće zahteve	YAGNI pravilo – “You aren’t going to need it” („Neće vam trebati“)
Menadžment	Procesno orijentisan; komanda i kontrola	Orijentisan na ljude; liderstvo i saradnja
Dokumentacija	Teška / detaljna eksplicitna znanja	Laka (zamenjena komunikacijom licem u lice); Prećutno znanje
Cilj	Predvidljivost i optimizacija	Istraživanje ili adaptacija
Članovi tima	Distribuirani timovi specijalista; Pristup eksternim znanjima i adekvatnim veštinama; planski orijentisani	Agilni, upućeni, zajednički i saradnički nastrojani
Organizacija tima	Pre-strukturirani timovi	Timovi koji se samoorganizuju
Uključenost klijenta	Niska uključenost; pasivnost	Klijent na licu mesta i smatra se članom tima; Aktivno / proaktivno
Organizaciona kultura	Kultura komandovanja i upravljanja	Kultura liderstva i saradnje
Proces razvoja softvera	Univerzalni pristup i rešenje za obezbeđivanje predvidljivosti i visoke sigurnosti	Fleksibilan pristup prilagođen kolektivnom razumevanju kontekstualnih potreba kako bi se omogućio brži razvoj
Merenje uspešnosti	Usklađenost sa planom	Isporučena poslovna vrednost

Tabela 2: Tradicionalne i agilne perspektive razvoja softvera [2]

Pojedini autori iz oblasti projektnog menadžmenta su došli do zaključka da su se tokom njihovog iskustva u razvoju projekata zahtevi često menjali za 25% ili više. Zbog stalnih promena u tehnologiji i poslovnim okruženju, izazov je za tradicionalni projektni menadžment da stvori kompletan set zahteva unapred [3]. Pojedini autori ističu i da je jedan od problema

tradicionalnog projektnog menadžmenta nesposobnost da se odgovori na promene koje često određuju uspeh ili neuspeh softverskog proizvoda.

3. INOVATIVNE AGILNE METODOLOGIJE

Postoji najmanje desetak inovativnih agilnih metodologija koje dele vrednosti i principe, ali se razlikuju u svojim naglascima. Stručnjaci često kombinuju različite pristupe, a u narednom delu teksta tabelarno su upoređeni oblici koji su najpopularniji i konteksti u kojima svaki najbolje funkcioniše.

Okvir	Planirano olakšanje
Scrum	• Čitav obim posla podeljen je na razvoj kratkih ciklusa - Sprintova. • Trajanje Srinta je od dve do četiri nedelje. • Tim treba striktno da poštuje plan rada za svaki Sprint. • Ljudi uključeni u projekat imaju unapred definisane uloge.
Kanban	• Razvoj je zasnovan na vizuelizaciji radnog toka. • Trenutni rad (rad u toku) je prioritet. • Ne postoje vremenski ograničeni razvojni ciklusi. • Tim može promeniti plan rada u bilo kom trenutku.
Hybrid	• Agilni pristup i vodopad se dopunjuju. • Agilan razvoj softvera se održava pod uslovima Vodopada (fiksni rok, predviđeni budžet i temeljna procena rizika).
Bimodal	• Postoje dva odvojena načina rada - tradicionalni (režim 1) i agilni (režim 2). • Dva odvojena tima rade na projektima sa dva različita cilja. • Tim Mode 1 održava infrastrukturu IT sistema. • Tim Mode 2 isporučuje inovativne aplikacije. • Važna je saradnja među timovima.
Lean	• Okvir promoviše brzi razvoj softvera sa manje napora, vremena i troškova. • Razvojni ciklus je što kraći. • Rano isporučeni proizvod se kontinuirano poboljšava. • Tim je neovisan i ima širi spektar odgovornosti od onih u Scrum-u, Bimodalu i Hibrid-u. • Programeri takođe mogu da formulišu koncept proizvoda.

XP	• Fokus je na tehničkim aspektima razvoja softvera. • XP uvodi inženjerske prakse usmerene na pomoć programerima da napišu jasan kod. • Razvoj proizvoda uključuje dosledne faze: pisanje jezgra, testiranje, analiza, projektovanje i kontinuirana integracija koda. • Komunikacija licem u lice unutar tima i uključivanje klijenta u razvoj je presudno.
-----------	--

Tabela 3: Ključne karakteristike agilnih metodologija [4]

Agilni razvoj softvera je krovni termin za širok spektar okvira i tehnika, koji dele iste principe i vrednosti. Svaka od njih ima svoja područja upotrebe i karakteristične osobine. Najpopularniji okviri su *Scrum*, *Kanban*, *Hibrid*, *Lean*, *Bimodal* i *XP*. U tabeli 3. prikazane su njihove ključne karakteristike.

3. SCRUM

Scrum je okvir koji pomaže ljudima, timovima i organizacijama da generišu vrednost kroz prilagodljiva rešenja za složene probleme.

Ukratko, Scrum zahteva Scrum Master-a da podstakne okruženje u kome:

1. Vlasnik proizvoda nalaže rad za složeni problem u zaostale proizvode.
2. Scrum tim pretvara izbor dela u Povećanje vrednosti tokom Sprints.
3. Scrum tim i njegove zainteresovane strane pregledaju rezultate i prilagođavaju se za sledeći sprint.
4. Ponavljanje [5].

Scrum je jednostavan i namerno nepotpun, definišući samo delove potrebne za primenu Scrum teorije; zasnovan je na kolektivnoj inteligenciji ljudi koji ga koriste. Umesto da ljudima daju detaljna uputstva, pravila Scrum-a vode njihove odnose i interakcije.

U okviru se mogu koristiti različiti procesi, tehnike i metode. Scrum se obavlja oko postojećih praksi ili ih čini nepotrebnim. Scrum čini vidljivom relativnu efikasnost trenutnog upravljanja, okruženja i radnih tehnika, tako da se mogu izvršiti poboljšanja.

Teorija skruma

Scrum je zasnovan na empirizmu i vitkom razmišljanju. Empirizam tvrdi da znanje potiče iz iskustva i donošenja odluka na osnovu onoga što se primećuje. *Lean* razmišljanje smanjuje otpad i fokusira se na najvažnije.

Scrum koristi iterativni, inkrementalni pristup za optimizaciju predvidljivosti i kontrolu rizika; angažuje grupe ljudi koji zajedno imaju sve veštine i stručnost da obave posao i dele ili steknu takve veštine po potrebi.

Scrum kombinuje četiri formalna događaja za inspekciju i adaptaciju u okviru događaja koji sadrži Sprint. Ovi događaji funkcionišu jer primenjuju empirijske Scrum-

ove stubove transparentnosti, inspekcije i prilagođavanja [5].

Transparentnost

Proces i rad koji nastaju moraju biti vidljivi onima koji izvode posao, kao i onima koji ga primaju. Sa Scrum-om, važne odluke se zasnivaju na percepciji stanja njegova tri formalna artefakta. Artefakti koji imaju malu transparentnost mogu dovesti do odluka koje umanjuju vrednost i povećavaju rizik. Transparentnost omogućava inspekciju. Inspekcija bez transparentnosti obmanjuje i rasipa [5].

Inspekcija

Scrum artefakti i napredak ka dogovorenim ciljevima moraju se često i marljivo pregledavati kako bi se otkrile potencijalno neželjene razlike ili problemi. Da bi pomogao u inspekciji, Scrum pruža ritam u vidu svojih pet događaja.

Inspekcija omogućava prilagođavanje. Inspekcija bez adaptacije smatra se besmislenom. Scrum događaji su dizajnirani da izazovu promene.

Adaptacija

Ako bilo koji aspekti procesa odstupaju od prihvatljivih granica ili ako je dobijeni proizvod neprihvatljiv, postupak koji se primenjuje ili materijali koji se proizvode moraju se prilagoditi. Prilagođavanje se mora izvršiti što je pre moguće kako bi se smanjilo dalje odstupanje.

Prilagođavanje postaje teže kada ljudi koji su uključeni nisu osnaženi ili samoupravni. Očekuje se da će Scrum tim prilagoditi trenutak kada sazna nešto novo kroz inspekciju.

Scrum vrednosti

Uspešna upotreba Scrum-a zavisi od toga da ljudi postanu veštiji u životu pet vrednosti:

posvećenost, fokus, otvorenost, poštovanje i hrabrost

Scrum tim se obavezuje da će postići svoje ciljeve i pružiti podršku jedni drugima. Njihov primarni fokus je rad na Sprintu kako bi postigli najbolji mogući napredak ka tim ciljevima. Scrum tim i njegove zainteresovane strane otvoreni su prema radu i izazovima. Članovi Scrum tima poštuju jedni druge kako bi bili sposobni, nezavisni ljudi i kao takvi ih poštuju ljudi sa kojima rade. Članovi Scrum tima imaju hrabrosti da urade pravu stvar i rade na teškim problemima.

3.1. Sprint

Sprintovi su otkucaji srca Scruma, gde se ideje pretvaraju u vrednost.

To su događaji fiksne dužine od jednog meseca ili manje radi postizanja doslednosti. Novi Sprint započinje odmah nakon zaključenja prethodnog Sprints.

Sav posao neophodan za postizanje cilja proizvoda, uključujući planiranje sprinta, dnevne skrome, pregled sprinta i retrospektivu sprinta, odvija se u okviru Sprints.

Tokom Sprints:

- Ne prave se promene koje bi ugrozile cilj Sprints;

- Kvalitet se ne smanjuje;
- Zaostatak proizvoda se doraduje po potrebi; i,
- Obim se može razjasniti i ponovo pregovarati sa vlasnikom proizvoda [5].

Sprintovi omogućavaju predvidljivost osiguravajući inspekciju i prilagođavanje napretka ka cilju proizvoda najmanje svakog kalendarskog meseca. Kada je horizont Sprinta predugačak, cilj Sprinta može postati nevaljan, složenost može porasti i rizik. Mogu se koristiti kraći sprintovi da bi se stvorilo više ciklusa učenja i ograničio rizik troškova i napora na kraći vremenski okvir. Svaki Sprint može se smatrati kratkim projektom.

Postoje razne prakse za predviđanje napretka, poput *burn-downs*, *burn-ups*, ili kumulativnih tokova. Iako su se pokazale korisnim, one ne zamenjuju važnost empirizma. U složenim okruženjima nije poznato šta će se dogoditi. Samo ono što se već dogodilo može se koristiti za donošenje odluka koje gledaju u budućnost.

Sprint može biti otkazan ako Sprint cilj zastareva. Samo Vlasnik proizvoda ima ovlašćenje da otkáže Sprint [5].

Sprint cilj, proizvodi zaostalih proizvoda odabrani za Sprint, kao i plan za njihovo isporučivanje, zajedno se nazivaju *Sprint Backlog*. Planiranje sprinta je vremenski ograničeno na najviše osam sati za jednomesečni sprint. Za kraće Sprintove, događaj je obično kraći.

4. KANBAN

Još jedan uobičajeni okvir za upravljanje projektima je Kanban. Dosadašnja istraživanja iz oblasti agilnih metodologija govore u prilog tome da 43% kompanija koriste Kanban kao jedan od okvira za upravljanje projektima. Poreklo iz vizuelnog sistema karata koji se koristi u Toyotinoj proizvodnji kao metoda kontrole proizvodnje, Kanban je jednostavan, ali moćan pristup razvoju softverskih proizvoda. Prevedeno kao vizuelni signal sa japanskog, Kanban se fokusira na vizualizaciju toka posla i daje prioritet radu u toku (engl. *work in progress* - WIP), ograničavajući njegov obim kako bi ga efikasno prilagodio kapacitetima tima. Čim se zadatak završi, tim može uzeti sledeću stavku. Dakle, razvojni proces nudi veću fleksibilnost u planiranju, brži preokret, jasne ciljeve i transparentnost.

5. ZAKLJUČAK

U tradicionalnom upravljanju projektima, metrike se pretežno koriste da pokažu koliko pažljivo projekat prati troškove i raspored. Međutim, to su uglavnom procene odvojene od stvarnosti i ono što nedostaje je merenje efikasnosti. Zbog toga je u agilnom pristupu fokus na rezultatima, optimizaciji performansi i donošenju odluka na osnovu podataka. Na primer, kada se optimizuje radni proces i meri učinak tima, agilni pristup projektnom menadžmentu pruža metrike kao što su vreme izvođenja, vreme ciklusa, starenje u toku, protok itd.

Scrum je dominantna agilna metodologija koja diktira tok procesa. Koristi ga veliki broj kompanija, a mali procenat kompanija ga kombinuje sa drugim tehnikama. Scrum ima za cilj da održi snažnu saradnju između ljudi koji rade na složenim proizvodima, a detalji se menjaju ili dodaju. Zasnovan je na sistematskim interakcijama između tri glavne uloge sa definisanom odgovornošću: Scrum Master, vlasnik proizvoda i tim.

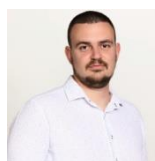
Pored Scrum metodologije koja je naprimerjivanja, primenom *Kanban* metodologije timovi mogu da izdaju mala izdanja i prilagođavaju se promenljivim prioritetima. Za razliku od Scruma, ne postoje Sprintovi sa njihovim unapred definisanim ciljevima. Kanban je usredsređen na obavljanje sitnih delova kako se pojave. Na primer, ako tester pronađe greške u proizvodu, programeri pokušavaju da ih odmah isprave.

Kanban, na primer, dobro funkcioniše nakon glavnog izdanja proizvoda i odgovara ažuriranju i održavanju. U praksi se neretko kombinuje Scrum sa Kanban tehnikama, koristeći takozvani *Scrumban*, umesto originalnih okvira.

6. LITERATURA

- [1] Boehm, B. (2002). Get ready for agile methods, withcare. *Computer*, 35(1), 64-69.
- [2] Moniruzzaman, A.B.M. & Hossain, S.A.(2013). Comparative Study on Agile Software Development Methodologies, *Global Journal of Computer Science and Technology Volume XIII Issue VII Version I*
- [3] Cho, J. (2008). Issues and Challenges of Agile Software Development with Scrum, *Issues in Information Systems*, 9(2), 188-195
- [4] <https://www.altexsoft.com/whitepapers/agile-project-management-best-practices-and-methodologies/>; pristupljeno: 22.07.2021.
- [5] Schwaber, K.&Sutherland, J.(2020). The Scrum Guide - The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game

Kratka biografija:



Miljan Đumić rođen je u Novom Sadu 1996. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta – Motivacija i demotivacija zaposlenih u zdravstvenj organizaciji odbranio je 2020.god.
kontakt: miljandjumić1996@gmail.com

**UNAPREĐENJE SKLADIŠNOG POSLOVANJA U KOMPANIJI CARLSBERG
ČELAREVO****IMPROVEMENT OF WAREHOUSING BUSINESS IN THE COMPANY
CARLSBERG ČELAREVO**

Lana Mitić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT,
KVALITET I LOGISTIKA**

Kratak sadržaj – Na primeru organizacije CARLSBERG SRBIJA D.O.O., ČELAREVO, izvršena je analiza procesa skladištenja. Primenom odgovarajućih metoda i tehnika, identifikovani su i analizirani najznačajniji nedostaci u navedenom procesu i na osnovu dobijenih rezultata analize, predložene su mere unapređenja.

Ključne reči: Logistika, skladištenje

Abstract – On the example of the organization CARLSBERG SERBIA DOO, ČELAREVO, an analysis of the storage process was performed. By applying appropriate methods and techniques, the most significant shortcomings in the mentioned process have been identified and analyzed, and based on the obtained results of the analysis, improvement measures have been proposed.

Keywords: Logistics, warehousing

1. UVOD

Ovaj rad sadrži teorijske osnove tj uopštenu terminologiju i definicije logistike i skladišnog poslovanja, informacije o preduzeću u kojem se sprovodila analiza skladišnog poslovanja, opis metoda koje su se koristile u radu tj Ishikawa metoda, snimak stanja i prikaz problema-spisak uočenih nedostataka u skladištu kao i njihov opis za koje su dati predlozi rešenja primenom metode, vremenski okvir tj gantogram sprovođenja mera unapređenja i finansijska analiza troškova predloženih rešenja i ostvarenih efekata.

2. LOGISTIKA I SKLADIŠNO POSLOVANJE**2.1. Logistika**

Logistika predstavlja proces strateškog upravljanja nabavkom, kretanjem i skladištenjem materijala i gotove robe kroz organizaciju i njene marketinške kanale, na najekonomičniji, najefikasniji i najprofitabilniji način za organizaciju i kupca.

Logistika uključuje sve poslovne funkcije i discipline koje se bave koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom

pogledu. Sastav logistike je skup elemenata tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i pravne oblasti radi optimizacije tokova materijala, roba, informacija, energije i ljudi na određenom području sa ciljem ostvarenja najvećih ekonomskih efekata [1].

Kontrola troškova je veoma važan segment poslovnog upravljanja, pa zato treba voditi računa i o logističkim troškovima. U zadnje dve decenije mnoga preduzeća ulažu velike napore da ih redukuju, povećavajući efikasnost logističkog upravljanja. Efikasan sistem planiranja, upravljanja i kontrole logističkog sistema je bitan preduslov, koji opredeljuje ne samo racionalnost već i konkurentnost i profitabilnost preduzeća u savremenim uslovima. Držanje logističkih troškova pod kontrolom pruža velike mogućnosti za uštede u poslovanju preduzeća, tj. u ukupnim troškovima. Snižanjem logističkih troškova osvaja se konkurentna prednost na tržištu [2].

2.2. Skladišno poslovanje

Skladišno poslovanje podrazumeva skup poslova koji se odnose na prihvatanje, čuvanje i izdavanje nabavljene (proizvedene) robe.

Skladište u širem smislu znači prostor izgrađen u celini, delimično izgrađen ili neizgrađen, ograničen ili ne ograničen, pokriven ili nepokriven, koji se upotrebljava za smeštaj robnih fondova preduzeća. Skladište u užem smislu podrazumeva samo onaj ograđen i pokriven prostor sa inventarom za manipulaciju, koji služi isključivo u svrhu uskladištenja i čuvanja robe od svih uticaja koji bi mogli dovesti do gubitaka na njoj. Skladište je posebno opremljena prostorija u kojoj se obavlja prijem, smeštaj, čuvanje, pakovanje, uzorkovanje, klasiranje, sortiranje, obeležavanje, utvrđivanje kvaliteta i izdavanje sirovina, poluproizvoda, gotovih proizvoda, ambalaže, sitnog inventara, kao i priprema ovih dobara za otpremu u proizvodne pogone, prodavnice ili kupcima [3].

**3. O PREDUZEĆU CARLSBERG SRBIJA
DOO**

Naziv preduzeća: CARLSBERG SRBIJA D.O.O., ČELAREVO

Datum osnivanja: 31.12.1998.

Adresa: Bačka Palanka-Čelarevo, Proleterska 17

Delatnost: Proizvodnja piva

Broj zaposlenih u Carlsberg Srbiji: oko 500

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Brkljač, docent.

Proizvodi Carlsberg pivate su Lav, Lav Premium, Twist (breskva, jagoda, limun), Tuborg, Carlsberg, Merak, Somersby, Budweiser, Erdinger, Guinness, San Miguel fresca, Grimbergen, Holsten, Zrenjaninsko, Kronenbourg 1664 Blanc [4].

4. METODOLOGIJA RADA

U daljem radu je korišćena metoda Ishikawa tj dijagram uzrok-posledica kako se još naziva metoda riblja kost, za otkrivanje uzroka problema/posledice. Ova metoda pomaže u boljem sagledavanju uzročno-posledičnih veza, analizi kao i definisanju rešenja za dati problem. Takođe, nakon predloga mera unapređenja je dat gantogram, kako bi se video vremenski okvir ostvarenja mera unapređenja tj aktivnosti.

4.1. Ishikawa metoda

Ishikawa dijagram je alat koji pomaže u identifikaciji, razvrstavanju i prikazivanju mogućih uzroka određenog problema, karakteristike kvaliteta i aspekata. Dijagram grafički prikazuje relacije između određene posledice i svih faktora koji na nju utiču. Ovaj dijagram je izumeo Kaoro Ishikawa i često se zbog izgleda još zove i dijagram riblje kosti.

Više potencijalnih uzroka se grupiše u glavne kategorije i podkategorije, tako da njihov vizuelni prikaz podseća na riblju kost [5].

4.2. Gantogram

Gantogrami omogućavaju grafičko i vremensko planiranje odvijanja određenih poslova, odnosno grafički prikaz odvijanja određenih zadataka u vremenu.

Gantogrami se veoma uspešno koriste za globalno planiranje realizacije projekta, ali znatno više kod operativnog planiranja i praćenja realizacije dela ili faze projekta. Gantogram se formira tako što se na horizontalnoj osi predstavlja vreme u određenim vremenskim jedinicama, a na vertikalnoj osi predstavljaju se zadaci ili aktivnosti [6].

5. SNIMAK STANJA I PRIKAZ PROBLEMA U MAGACINU PIVA

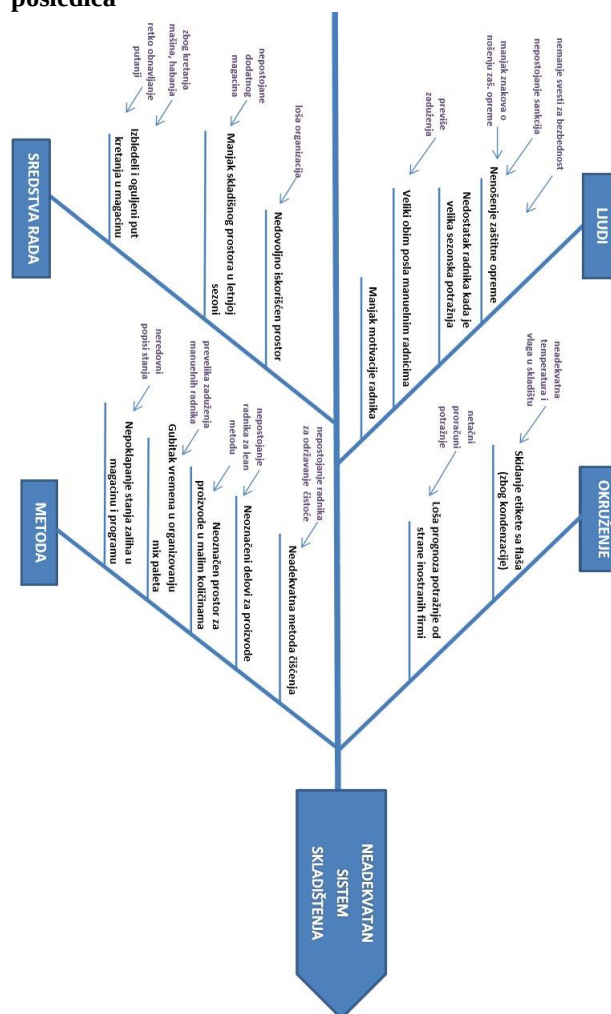
Nakon snimka stanja uočeni su sledeći uzroci problema neefikasnosti procesa skladištenja u organizaciji:

1. nedovoljno iskorišćen prostor u delu sa rafovima stavka „čišćenje,“ iz 5S metode se ne poštuje (podloške na podu, prašina, celofani i mala količina stakla)
2. izbleđeli i oguljeni put kretanja u magacinu
3. nedovoljno označeni rafovi i zone sa proizvodima
4. neodgovornost radnika po pitanju nošenja zaštitne opreme
5. mali broj radnika u sred sezone kada je velika potražnja
6. veliki obim posla manuelnim radnicima
7. nedovoljno mesta za skladištenje u letnjoj sezoni
8. gubitak vremena u organizovanju mix paleta različitih proizvoda za maloprodajne klijente
9. neoznačen prostor za proizvode kojih je ostalo u malim količinama.

11. nepoklapanje stanja u programu i fizičkog stanja zaliha u magacinu
12. skidanje etiketa sa flaša zbog kondenzacije
13. manjak motivacije radnika usled velikog obima posla
14. kod loših procena potreba na tržištu ističu rokovi piva i gubi se vreme pri istakanju istog

6. ANALIZA PROBLEMA I PREDLOG MERA UNAPREĐENJA

6.1. Analiza problema primenom dijagrama uzrok-posledica



SLIKA 1: DIJAGRAM UZROK-POSLEDICA ZA NEADEKVATAN SISTEM SKLADIŠTENJA

6.2. Mere unapređenja

Nakon sagledavanja dijagrama uzrok-posledica, dati su predlozi rešenja uzroka tj problema.

- ✓ Predlog rešenja problema nenošenja zaštitne opreme:

Po pitanju neodgovornosti radnika oko nošenja zaštitne opreme potrebno je povećati safety walk (sigurnosna šetnja je kada linijski rukovodilac ili nadzor nadgleda rad koji se odvija, pregleda radno mesto i razgovara sa osobljem o bezbednosnim performansama na osnovu njihovih zapažanja) sa 20 na 40 puta godišnje, dakle jednom nedeljno i tokom te vizite beležiti near miss (mogućnosti povrede na radu) sa opisom koja se mera ne poštuje i zašto. Safety walk bi obavljalo lice iz ljudskih resursa sa šefom magacina.

Ako radnik dobije 2 near miss-a treba da sledi usmena opomena od strane osoblja koje vrši kontrolu.

U slučaju da ostvare 3 near miss-a, treba da sledi opomena od strane ljudskih resursa i opomena o prekidu ugovora o radu u slučaju da se još jednom ne poštuje mera.

Takođe je neophodno postaviti još vizuelnih znakova o obaveznom nošenju zaštitne opreme na svakoj raskrsnici i svakom ulazu u visini očiju kako bi bili uočljiviji.

- ✓ Predlog rešenja problema nedostatka radnika kada je velika sezonska potražnja:

Kada je centar sezone i velika potražnja treba zaposliti sezonske radnike, npr. studente preko zadruga koji će obavljati posao sve dok je potrebno. Takođe, oni moraju proći kratku obuku o zaštiti na radu pre početka rada. Oni bi radili od juna do avgusta i poželjno je zaposliti za svaku smenu po 3 radnika.

- ✓ Predlog rešenja problema prevelikog obima posla manuelnim radnicima:

Zapošljavanjem radnika za održavanje čistoće se smanjuje obim posla manuelnim radnicima. Među njima je preporučljivo podeliti zaduženja da jedan manuelni radnik bude zadužen za prepakivanje robe u toku smene, drugi za stikerisanje, treći za sklapanje mix paleta i ručno manipulisane robom.

Ako jedan radnik ne postiže sam neki od poslova, sledeći koji je završio sa svojim zaduženjima treba da pomogne. Npr. kada radnik završi sa prepakivanjem robe, odlazi kod radnika koji manipuliše robom i pravi mix paleta da zajedno rade, kako ne bi bilo praznog hoda.

- ✓ Predlog rešenja manjka motivacije radnika:

Da bi se podigao nivo motivacije radnika, na osnovu truda, učinka i posvećenosti radnika koje meri sektor ljudskih resursa, uvesti nagrade za radnike meseca u vidu bonusa na platu. Poželjno je organizovati periodične team buildinge, npr. 4 puta godišnje, kako bi se podigao nivo timskog učešća i motivacija.

- ✓ Predlog rešenja skidanja etiketa sa flaša zbog kondenzacije:

Problem razlike u temperaturama u proizvodnji i magacinu koji dovodi do kondenzacije i vlaženja flaša piva, koji ima posledicu skidanja etiketa sa flaša je moguće rešiti postavkom termometra unutar magacina koji će tačno meriti temperaturu i vlažnost. Radnici u svakoj smeni trebaju kontrolisati i unositi u tabelu iznose temperature, kako bi mogli pratiti stanje. Takođe je neophodno postaviti klime koje regulišu temperaturu i vlažnost vazduha i ventilaciju, kako bi se kondenzacija sprečila.

- ✓ Predlog rešenja za loše proračune potražnje od strane inostranih firmi:

Da ne bi došlo do loše proračunate potražnje od strane inostranih firmi, neophodno je angažovati radnike koji će što približnije odrediti odnose potrebe i potražnje na tržištu za datim proizvodima. Dakle, potrebno je zaposliti 2 radnika u sektoru marketinga, koji će se baviti proračunom potražnje i istraživanjem tržišta.

- ✓ Predlog rešenja za nedovoljno iskorišćen prostor u magacinu:

Dodati u delu magacina sa rafovima još jedan red rafova u sredini kako bi bila bolja iskorišćenost prostora. Nakon premeravanja ima dovoljno prostora za prolazak viljuškarista i više prostora za skladištenje robe.

- ✓ Predlog rešenja manjka skladišnog prostora u letnjoj sezoni:

Svake letnje sezone se javlja potreba za dodatnim skladištem. Predlog rešenja bi bio da se postavi montažni magacin od 500 kvadrata u dvorištu kompanije, jer tamo ima dovoljno prostora. To bi olakšalo dosta manipulaciju robom i organizovanje isporuka.

- ✓ Predlog rešenja izbledele i oguljene put kretanja u magacinu:

S obzirom da se putanja u magacinu često izgubi i izbledi, zahteva se periodično obnavljanje putanja i obeležavanje. To radi eksterna firma zadužena za iscertavanje bezbednosnih putanja jednom ili dva puta godišnje. Kada putanja izbledi potrebno je nabaviti trake za pod u žutoj boji za prvu pomoć dok se putanje ne obnove od strane stručne firme. Trake bi lepili radnici održavanja čistoće po već postojećim trakama koje su izbledele, nakon što prethodno pripreme podlogu (očiste je od prašine i otpada), radi boljeg prijanjanja.

- ✓ Predlog rešenja za neadekvatnu metodu čišćenja:

Da bi se rešilo čišćenje neophodno je angažovati po jednog radnika za svaku smenu, koji će biti zadužen za održavanje čistoće magacina. Njegova zaduženja bi bila isključivo skupljanje otpada koji se našao u magacinu tokom rada (podloške, celofani, staklo), čišćenje podova mašinom za čišćenje koja već postoji u okviru fabrike. Angažovanjem radnika za održavanje čistoće se smanjuje obim posla manuelnim radnicima, koji su već prebukirani sa zaduženjima.

- ✓ Predlog rešenja za neoznačene delove sa proizvodima:

U okviru sektora za logistiku, zaposliti 2 radnika koji će biti „method and time“ specijalisti. Oni će organizovati gde koji proizvod treba da stoji, izrađivati layout u wordu ili excelu sa njihovim pozicijama i na osnovu toga obeležavati svaki deo magacina, zone, rafove. U svakoj zoni će pisati koji se proizvod tu nalazi kao i njihova boja radi lakše prepoznatljivosti. Layout za svaku zonu je neophodno odštampati, plastificirati i okačiti na vidno mesto. Kod rafova na početku u visini očiju gde stoji i znak za obavezno korišćenje zaštitne opreme. Svaki red rafova mora imati naziv proizvoda sa njihovom karakterističnom bojom.

- ✓ Predlog rešenja za neoznačen prostor za proizvode u malim količinama:

Odrediti jednu zonu u drugom delu magacina i označiti je za proizvode kojih je ostalo u malim količinama. Zonu na osnovu vizuelne analize trebaju odrediti „method and time“ specijalisti koje je neophodno zaposliti.

- ✓ Predlog rešenja gubitak vremena u organizovanju mix paleta:

Mix paleta bi rešavao manuelni radnik koji bi bio zadužen samo za sklapanje mix paleta, kako bi stigao da postigne zadati cilj. On bi bio raspoređen samo za ovu vrstu posla i time bi imao više vremena.

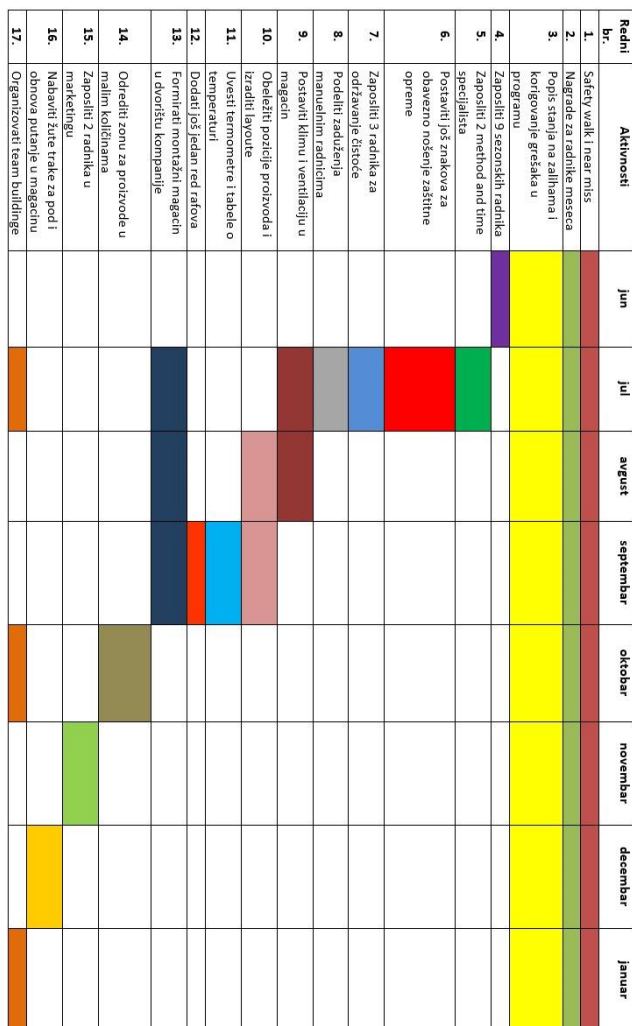
- ✓ Predlog rešenja nepoklapanja stanja zaliha u magacinu i programu:

Da ne bi došlo do nepoklapanja stanja zaliha u programu i fizičkog stanja zaliha u magacinu, potrebno je da magacioner vrši popis stavki nakon svake smene (3 smene) gde se poredi fizičko stanje u magacinu po pitanju zaliha i stanje u programu SAP. Ukoliko ima nepravilnosti, greška se odmah otklanja, tako da se stanje

u programu i u magacinu nakon svake smene u potpunosti poklapa.

7. GANTOGRAM SPROVOĐENJA MERA UNAPREĐENJA

Gantogram je prikazan na slici 2.



SLIKA 2: GANTOGRAM SPROVOĐENJA MERA

8. FINANSIJSKA ANALIZA TROŠKOVA PREDLOŽENIH REŠENJA I OSTVARENIH EFEKATA

Analiza je prikazana u Tabeli 1.

9. ZAKLJUČAK

Ovim doprinosom, odnosno unapređenjem skladištenja, odvijanje poslova u skladištu i distribuciji robe trebalo bi doprineti bolje, brže, produktivnije procese rada preduzeća.

Tako bi firma Carlsberg Čelarevo, nakon nekog vremena mogla vratiti investicije uložene u unapređenje, te ostvariti dobit i biti konkurentnija na tržištu, ali i daljim napredovanjem postati lider na tržištu.

Redni br.	Rešenja	Obrascloženje	Suma RSD
1.	Safety walk i near miss	/	0
2.	Nagrade za radnike meseca	4 radnika meseca x 10 000 din bonusa na platu = 40 000 din 40 000 din x 8 meseci = 320 000 din	320 000
3.	Popis stanja na zalihama i korigovanje grešaka u programu	/	0
4.	Zaposliti 9 sezonskih radnika	9 radnika x 32 000 din/mesec = 288 000 din/mes 288 000 din x 4 meseca (jun, jul, avg, sept.) = 1 152 000 din 2 radnika x 70 000 din = 140 000 din 8 meseci x 140 000 din = 1 120 000 din	1 152 000 1 120 000 0
5.	Postaviti još znakova za obavezno nošenje zaštitne opreme	/	0
6.	Zaposliti 3 radnika za održavanje čistote	3 radnika x 40 000 din = 120 000 din 8 meseci x 120 000 din = 960 000 din	960 000
7.	Podeliti zaduženja manuelnim radnicima	/	0
8.	Postaviti klimu i odvlaživač vazduha u magacin	6 odvlaživača (marka FRAL FD 520) x 80 000 din = 480 000 din 6 klima x 90 000 din sa ugradnjom = 540 000 din 480 000 + 540 000 = 1 020 000 din	1 020 000
9.	Postaviti pozicije proizvoda i izraditi layoute	Materijal 5000 din (lepilne trake, papir, plastifikacija) 3 termometra x 800 din = 2 400 din 400 000 din sa montažom	5 000 2 400 400 000
10.	Uvesti termometre i tabele o temperaturi	1 kvadrat = 17 500 din 500 kvadrata x 17 500 din = 8 750 000 din (sa montažom)	8 750 000
11.	Dodati još jedan red raftova	/	0
12.	Formirati montažni magacin u dvorištu kompanije	2 radnika x 70 000 din = 140 000 din 140 000 din x 8 meseci = 1 120 000 din 350 din x 100 kom = 35 000 din	1 120 000 35 000 0
13.	Određiti zonu za proizvode u malim količinama	/	0
14.	Zaposliti 2 radnika u marketingu	/	0
15.	Nabaviti žute trake za pod i obnova putanje u magacinu	/	0
16.	Organizovati team buildinge	/	0
17.			
Ukupno:			14 894 400

TABELA 1: FINANSIJSKA ANALIZA SPROVOĐENJA MERA UNAPREĐENJA

10. LITERATURA

- [1] <https://bestlogistika.blogspot.com/2008/07/definicije-logistike.html>
- [2] <https://www.industrija.rs/vesti/clanak/logistika-neizbezna-karika-u-poslovanju>
- [3] <http://www.vps.ns.ac.rs/Materijal/mat10952.pdf>
- [4] <https://carlsbergsrbija.rs/>
- [5] http://www.masfak.ni.ac.rs/images/upload/Upis/MAS_pripemna_n/uvod_u_m_-_pripemna/5._Alati_kvaliteta-Ishikawa_metoda.pdf
- [6] <http://men.fon.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2019/10/Strukturni-dijagrami-Gantogram-Planiranje-Compatibility-Mode.pdf>

Kratka biografija:



Lana Mitić rođena je u Novom Sadu 1995. god. Diplomirala na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerski menadžment – logistika 2019. godine.

**MOTIVACIJE ZAPOSLENIH UOBRAZOVNIM USTANOVAMA NA TERITORIJI
OPŠTINE BEČEJ****MOTIVATIONS OF EMPLOYEES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON TERRITORY
OF THE MUNICIPALITY OF BECEJ**

Dragana Vukašinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj: *Predmet istraživanja u ovom radu jestu faktori motivacije obrazovnih institucija na teritoriji Opštine Bečej. Jasno su prikazani podsticajni faktori zaposlenih i oni koji ih demotiviraju. Predmet istraživanja su takođe mere poboljšanja motivacije.*

Ključne reči: *motivacija, faktori motivacije, zadovoljstvo poslom, sigurnost*

Abstract: *The subject of research in this paper are the factors of motivation of educational institutions in the territory of the Municipality of Becej. The incentive factors of employees and those that demotivate them are clearly shown. The subject of research is also measures to improve motivation.*

Keywords: *Motivation, motivation factors, job satisfaction, security*

1. UVOD

Glavni stub u napredovanju preduzeća u svim aspektima rada jesu ljudski resursi. Ljudi sve više nadograđuju svoja znanja i sve više se prilagođavaju neizvesnim situacijama da takvi uslovi rada postaju svakodnevnica jednom zaposlenom radniku. Poslovi su sve složeniji, radna atmosfera sve više turbulentna a ljudski resursi su ti koji svaki problem i svaku neizvesnu situaciju rešavaju kako svojom inteligencijom tako i svojom spretnošću i snalažljivošću.

Organizacije svesne toga da im je glavni faktor uspešnosti preduzeća sam čovek počinju sve više da se bave ljudskim resursima i motivacionim faktorima koji će da podstaknu čoveka da radi više, produktivnije, umešnije a samim tim i da zadovolji sopstvene potrebe.

Svesni toga da zadovoljan čovek može jednoj organizaciji da pruži mnogo više od onoga koji nije zadovoljan svojim životom menadžeri preduzeća su počeli mnogo aktivnije da se bave motivacijom za rad i istraživanjem faktora koji utiču na povećane motivacije kod zaposlenih.

Istraživanjem se došlo do raznih saznanja od kojih su neka da motivacija ne utiče samo na zaposlenog radnika i posao.

2. MOTIVACIJA I NJEN ZNAČAJ

Reč motivacija potiče od reči *motivatore* što znači pokretati, vršiti podsticaj.

Motivacija određuje količinu napora koju čovek ulaže u određenu aktivnost. Napor zajedno sa sposobnostima određuje učinak u toj aktivnosti, a postignuti učinak dovodi do različitih ishoda ili nagrada.

Motivacija je ono što tera ljude da rade sa određenim sposobnostima i znanjem. Bez motivacije čovek ne može biti aktivan. Menadžeti motivaciju koriste kao kontrolni alat ljudske aktivnosti u željenom pravcu. Taj proces se naziva motivacija [1].

Proučavanjem radne motivacije podrazumeva sagledavanje niza aspekata koji su u podjednako i veoma individualizovanoj meri odgovorni za čovekovo ponašanje na radu. Pored sociološkog i psihološkog aspekta veoma značajnu ulogu ima i ekonomski aspekt razvoja, kao i stepeni tehnološkog i organizacionog nivoa koji su veoma često u direktnoj povezanosti sa motivacijom za rad. Dinamika kojom se odlikuje organizacija je istovremeno i osnovna karakteristika ljudskog ponašanja. Motivacija je proces koji se razvija i menja u zavisnosti od godina, socio-ekonomskih uslova, individualnog razvoja i ostalih spoljašnjih i unutrašnjih uzročnika. Mogućnost za promene u organizaciji postoje u svakom trenutku, kao i čoveku i njegovom ponašanju [2].

3. MOTIVACIONI FAKTORI

Frederik Hercberg razlikuje: higijenske faktore i motivacione faktore.

Higijenski faktori se obično nazivaju ekstrinzičnim faktorima. To su određene dimenzije radnog konteksta, kao na primer politika uprave preduzeća, stil rukovođenja, uslovi rada, plata.

Ovi faktori su dugo smatrani bitnim za motivaciju zaposlenih. Međutim, baš kao što i nedostatak higijene izaziva bolest, ali i kao što samo prisustvo higijenskih uslova ne proizvodi samo po sebi zdravlje, tako i nepostojanje odgovarajuće "higijene radnog mesta" nezadovoljstvo, ali njihovo prisustvo samo po sebi neće izazvati zadovoljstvo.

Motivacioni faktori: Za razliku od higijenskih faktora **motivacioni faktori**, koji se obično nazivaju intrinzični faktori, su potrebe višeg nivoa koje utiču na motivaciju kada su ispunjene, ali je i ne smanjuju kada nisu ispunjene.

To su postizanje rezultata, priznanje, rad kao izazov sposobnostima, odgovornost i napredovanje [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Leposava Grubić Nešić, red.prof.

4. STRATEGIJE MOTIVISANJA

Danas se u savremenom svetu koristi veliki broj utemeljenih strategija motivisanja. Menadžeri koriste različite strategije da bi motivisali ljude na rad. Svaka strategija ima za cilj da zadovolji potrebe članova organizacije, kroz odgovarajuće organizaciono ponašanje. Međutim, veoma je teško reći koja je od strategija najefikasnija, jer svaka pokazuje određene efekte u različitim organizacionim situacijama.

Strategije se mogu podeliti u dve grupe:

1. Materijalne strategije motivisanja
2. Nematerijalne strategije motivisanja

5. MOTIVATORI

Reč „**motivatori**” ima više terminoloških značenja, kao recimo: stimulatori, podsticaji i slično, a zajedničko im je samo jedno, da su to sredstva kojima se neposredno aktiviraju ili zaustavljaju, ubrzavaju ili usporavaju određene aktivnosti ljudi u procesu rada. **Uloga motivatora** nije da prouzrokuje neku aktivnost, već da tu aktivnost u prvom redu aktivira i usmeri u željenom pravcu, radi postizanja odgovarajućeg cilja.

Između motiva i motivatora postoje izvesne razlike. Motivi su u prvom redu potrebe, a motivatori sredstva za zadovoljenje tih potreba. Na primer: žed je motiv, a voda je motivator za zadovoljenje te potrebe. U čovekovoj sredini deluje mnoštvo motivatora. Svi se mogu klasifikovati na pozitivne i negativne. Pozitivni omogućuju opstanak čoveka (voda, vazduh, hrana), dok negativni deluju suprotno – ometaju i usporavaju čovekovu aktivnost.

U nastavku ću objasniti neke od glavnih motivatora koji će biti predmet analize i u istraživačkom radu.

Zarada: zarada obuhvata sve materijalne nagrade koje poslodavac daje zaposlenima u zamenu za uloženi rad. Sistem zarada obuhvata dva oblika zarada [3]:

- Direktne i
- indirektne.

Direktni oblici zarade obuhvataju elemente zarade koje zaposleni primaju u gotovini: osnovna plata, povećanje osnovne plate radi održavanja kupovne moći i zarade koje zavise od performansi. Indirektni oblici zarade obuhvataju beneficije i pogodnosti.

Dobri uslovi rada: Nekada zarada kao zarada bude važna ali ne toliko koliko uslovi rada budu bili primarni faktor za motivaciju zaposlenog radnika. Pod uslovima rada mislimo fiksno radno vreme, sigurnost na poslu, radne pauze, dobra organizacija na poslu, postovanje slobodnog radnog vremena.

Neretko čujemo da nam visoka zarada ne pruža veliku satisfakciju kada nemamo slobodno vreme na koje bi isti taj novac imali da usmerimo. Često ljudi imaju novac ali ne i slobodno vreme da ga utroše.

U tim slučajevima novac izlazi iz primarne potrebe pa zaposleni ispred visokih primanja stavljaju mogućnost za više slobodnog vremena koje će utrošiti u private svrhe. Ukoliko su tehnološki uslovi za rad ispunjeni da se na radnom mestu osećamo sigurno i bezbedno takođe povećava motivaciju zaposlenih da se zadrže na random

mestu na kome se trenutno nalaze. Mnogi ljudi radni dan na poslu provedu bez značajnog vremena za odmor u vidu pauza te u tim slučajevima potreba za boljim uslovima rada preovladava potrebu za višom zaradom. Savremena sredstva za rad, kao i adekvatna oprema kojom se zaposleni služe prilikom obavljanja svojih aktivnosti takođe spadaju u dobre uslove rada. Kada zaposleni radnici rade na ispravnim i modernim mašinama, alatima, kada koriste adekvatne programe i koriste savremenu tehnologiju to dodatno pozitivno utiče na motivaciju čoveka.

Mogućnost napredovanja na poslu: ovaj vid motivacije na radu je, takođe, vrlo čest i uglavnom se odnosi na mlađu populaciju. Mnoge osobe žele da napreduju zbog povećanja zarade ali postoji i ona grupa ljudi koja je željna napredovanja zbog statusa u društvu, zbog izazovnijih poslova koje nosi radno mesto višeg hijerarhijskog nivoa, mnogi imaju želju da budu drugima nadređeni te je to jedini razlog zbog koga im je unapređenje najbitniji motiv za rad.

Mogućnost razvoja karijere u smislu sticanja novih znanja i mogućnosti da se profesionalno čovek nadogradi. S tim u vezi mnogi zaposleni radnici se ne zaustavljaju na nivou znanja koji su do sada stekli. Postoje oni ljudi koji ne uče primarno da bi stekli visoku zaradu već sebe nadograđuju zbog znanja i novih veština koje učenjem stiču. Mnogima nije dovoljno da u svojoj struci budu dobri nego najbolji te se čitav radni vek trude da razviju svoju karijeru do samog vrhunca.

Dobra atmosfera na radnom mestu: Mnogi ljudi se vode tim da ne vredi u životu imati ni visoku zaradu ni visoko pozicioniran položaj na random mestu ako klima u kojoj čovek radi i stvara nije "zdrava". Šta pozdrazuje zdrava klima? Zdrava klima je ona u kojoj nema negativne energije koja crpi sve ono dobro u čoveku što ga podstiče da stvara.

Mogućnost samostalnog odlučivanja: U mnogi organizacijama se zaposleni radnici susreću sa situacijom da ne mogu samostalno da odlučuju o svojim radnim zadacima. Često se dešava da ljudi izgube motivaciju za rad kada ne mogu da započetu akciju sprovedu samostalno do kraja. Zavisnost od nečijeg mišljenja i strah da se u datom momentu reaguje po sopstvenom nahođenju dovodi zaposlenog radnika u situaciju da potraži neko drugo radno mesto.

6. EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE

Predmet istraživanja

Kako bi se odgovorilo potrebama ovog rada sprovedeno je istraživanje u javnom sektoru, konkretno obrazovnim ustanovama na teritoriji opštine Bečej. Nakon istraživanja dolazimo do saznanja koji je stepen motivacije kod ljudi koji su zaposleni u obrazovnim institucijama na teritoriji opštine Bečej kao i koji su to glavni vidovi motivacije zaposlenih u ovim ustanovama.

Predmet ovog istraživanja jeste motivacija zaposlenih u obrazovnim institucijama na teritoriji opštine Bečej.

Cilj istraživanja

Svima nam je poznato da je motivacija jedan od glavnih faktora zadovoljenja potreba zaposlenih radnika koje direktno utiču na sam rad zaposlenih.

U kojoj meri će zaposleni radnik biti produktivan u svom kolektivu u direktnoj je vezi sa stepenom motivisanosti zaposlenog za rad.

Što je zaposleni radnik u organizaciji u kojoj radi zadovoljniji, što je prisutna veća motivacija za rad učinak je veći i osećaj emotivnog ispunjenja zaposlenog radnika je takođe u porastu.

Što je motivacija zaposlenog veća rezultati rada su bogatiji, radnik je efikasniji i produktivniji što samim tim dovodi do toga da se stvara pozitivna klima u okolini radnika.

Metode istraživanja

Istraživanje se sprovodilo u četiri škole na teritoriji opštine Bečej, Osnovna Škola „Sever Đurkić“, Osnovna Škola „Zdravko Gložanski“, srednja „Tehnička škola“ i „Ekonomsko-trgovinska škola“.

Istraživanje je sprovedeno anketiranjem zaposlenih u navedenim obrazovnim institucijama na teritoriji opštine Bečej različitog starosnog doba kao i različitog pola. U istraživanju je učestvovalo 80 zaposlenih u 4 različite škole. Podeljeni su anketni upitnici zaposlenima u aprilu mesecu 2021.godine.

Upitnik se sastoji od dve grupe pitanja.

U prvu grupu spadaju pitanja koja se odnose na opšte podatke zaposlenih kao što su pol, stručna sprema, godine starosti...

Druga grupa pitanja se odnosi na stepen zadovoljstva zaposlenog radnika poslom koji obavljaju kao i faktorima motivacije koji utiču na stepen njihovog zadovoljstva. Važno je navesti da je upitnik anoniman te je sloboda zaposlenih da odgovore na upitnik tim veća.

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NJIHOVA ANALIZA

H1: Visina zarade je glavni motivacioni faktor uglavnom kod mlađe populacije.

Situacija u obrazovnim institucijama koje su u državnoj svojini je takva da postoji velika mogućnost da zaposleni radnik dobije zaposlenje na neodređeno vreme ili popularnije rečeno da dobije posao za stalno.

Postoji jedan problem a to je visina zarade u tim institucijama. Rezultati ankete nam pokazuju da je radna snaga u ovakvim institucijama visoko kvalifikovana.

To su ljudi uglavnom sa sedmim stepenom stručne sprema. Ljudi koji su iste kvalifikacione sposobnosti u privatnom sektoru najčešće imaju znatno veću zaradu nego što je slučaj u javnom sektoru. U privatnom sektoru je posao dinamičniji, nesigurniji i često mnogo stresniji ali su primanja veća.

Ljudi mlađeg životnog doba teže ka napretku, puni su elana da nešto stvore, da napreduju i njima taj napor koji iziskuje rad u privatnom sektoru ne pada toliko teško kao starijoj populaciji. Iz ankete kada posmatramo procenat ljudi koji imaju do 40 godina vidimo da se skoro poklapa sa procentom kada se postavljaju pitanja vezana za novac kao motivacioni faktor.

Jasno se vidi da se procenat osoba koji predstavljaju stariju populaciju poklapa sa procentom sigurnosti i

stalnog zaposlenja pre nego novčanog faktora motivacije. Samim tim smo utvrdili da je ova hipoteza potvrđena.

H2: Za populaciju od 40 godina i na više glavni motivacioni faktor je sigurnost i stalno zaposlenje.

Ljudi koji predju 50 godina života uglavnom nisu više tolerantni na stresne situacije kao što su bili dok su bili mlađi. Oni teže ka tome da rade u organizacijama čiji radni zadaci nisu toliko dinamični, čije aktivnosti nisu podložne promenama. ne vole da menjaju radno okruženje. Vole da njihovi poslovi budu ustaljeni, da se ponavljaju i ne očekuju mnogo iznenađenja povodom njihovih izvršenja. Njihova ambicija za radom i za stvaranjem se sa godinama polako gasi i jedini cilj im je da rade u mirnom okruženju bez stresnih situacija. Spremni su da odreknu i visoke zarade i da rade za mnogo manja primanja i rado svoj možda bolji ekonomski plasman kompenzuju za mirnije radno mesto i manje stresne poslove.

U dobijenim rezultatima vidimo da se procenat ljudi starijeg doba poklapa sa procentom ljudi koji su zaposleni za stalno i samim tim vidimo da se isti ti procenti poklapaju sa procentima koji se odnose na sigurnost kao motivacioni faktor pa prema tome na osnovu dobijenih rezultata možemo da kažemo da je i ova hipoteza potvrđena.

H3: Populacija od 40 godina i više su manje spremni za promenu radnih mesta i slabije se prilagođavaju novim tehnikama i tehnologijama.

Sledeća postavljena hipoteza se nadovezuje na prethodne dve. Mlađa populacija teži ka pohvalama, priznanjima, željni su dodatnih znanja, usavršavanja. Puni su elana za novim spoznajama, spremni su da šire svoje znanje i da ga nadograđuju u mnogim sferama. Nasuprot mlađima starija populacija je sve to obavila onda kada je za to bilo vreme. Svako dodatno stručno usavršavanje za većinu njih predstavlja stress, pojavljuje se strah od nepoznatog, strah od neuspeha. Možemo da konstatujemo samo da je i ova postavljena hipoteza potvrđena.

H4: Mlađe populacije pre biraju veći napor i zahtevnije radno mesto u zamenu za bolji položaj na poslu, lakše se prilagođavaju promenama i spremni su za usavršavanja

Mlađe populacije imaju više motiva da ne budu zaposleni ceo život u jednoj organizaciji. U nezvaničnim podacima, usmenog tipa, koje sam sakupila kroz razgovor sa mlađim kolegama došla sam do informacija da ih monotona radna mesta bez dinamike i neizvesnosti ne ispunjavaju. Oni su završetkom studija napunili svoje glave teorijskim znanjem koji su željni da testiraju na konkretnim poslovima u raznim okolnostima. Ne plaše se nepoznatog, šta više nepoznato im je izazov. Uglavnom mlađa populacija koja se našla u javnim obrazovnim institucijama kao zaposleni radnik su tu čisto da uvere sebe da to mogu ali su spremni da iskoriste prvu priliku da za veći novac pređu u organizacije koje su zahtevnije, neizvesnije, gde su poslovi stresniji i mnogo naporniji. S druge strane mlađa populacija nije tolerantna na uticaj politizacije koji je moramo se složiti sa tim oduvek prisutan u javnom sektoru.

Oni imaju taj bunt u sebi koji sa sobom nose tem lade godine i ne pristaju tako lako da ih neko drugi usmerava kako će, šta će i na koji način nešto da rade.

Željani su visokog položaja kako u društvu tako i u organizacijama u kojima rade. Borbeno dolaze do tog položaja i stresne situacije im nisu prepreka da nastave da istražuju i pronalaze sebe. Ne pada im teško ni prekonormni rad ni mnogo teži uslovi rada kada znaju da će im se isti isplatiti, da li u vidu novca ili u vidu priznanja, ili pak u vidu boljeg položaja u organizaciji. Rezultati istraživanja nam pokazuju da se odnos mlađe populacije zaposlene u obrazovnim ustanovama na teritoriji opštine Bečej i mogućnost stručnog usavršavanja kao motivacionog faktora poklapa te možemo da tvrdimo da je i ova hipoteza potvrđena.

8. ZAKLJUČAK

Iz celokupnog istraživanja rađenog u obrazovnim institucijama na teritoriji opštine Bečej a koje su u državnom vlasništvu možemo doneti sledeće zaključke:

Glavni motivacioni faktor zaposlenima u javnim obrazovnim institucijama na teritoriji opštine Bečej jeste novac ali zaposleni radnici starijeg životnog doba taj faktor stavljaju iza sigurnosti tj zaposlenja na neodređeno vreme. Zaposlenim radnicima starije životne dobi je mnogo važniji mir i dobri međuljudski odnosi na radnim mestima i to da imaju fiksno radno vreme bez mnogo ispadanja iz tog ustanovljenog okvira. Nisu podložni stresnim situacijama kao ni učenjima novih tehnika rada i samim tim izmenama svoj kalupa koji primenjuju u svome radu.

Za posao u obrazovnim institucijama karakteristično je to da su radne aktivnosti manje više ustaljene i uobičajene. Zaposleni radnici starije životne dobi ne primećuju konkurenciju u kolektivu jer su sigurni. Nemaju neizvesnost da li će ostati bez posla jer konkretno u obrazovnim institucijama kada osoba zaposlena na neodređeno vreme dobije otkaz kao tehnološki višak to ne znači da ona ostaje bez zaposlenja, to samo znači da će joj se ponuditi isto radno mesto u nekoj drugoj obrazovnoj instituciji.

Mlađoj poulaciji zaposlenje na određeno vreme pak ne predstavlja problem koliko su nezadovoljni time što ne postoji mogućnost da se napreduje jer situacija u obrazovnim institucijama funkcioniše na takav način da potreba za zaposlenjem dolazi tek nakon odlaska u penziju profesora. Mladi zaposleni u obrazovnim institucijama koje su u državnoj svojini na teritoriji opštine Bečej uglavnom su nezadovoljni visinom zarade.

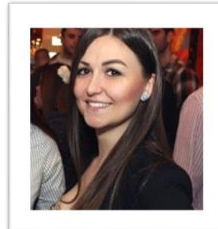
Mladi zaposleni u ustanovama ovog tipa nisu tolerantni na političke momente i nisu spremni da prate svojim radom političke trendove koje im često nameće sistem. Ne žele da zavise ni od koga i svoj pravac žele da grade isključivo na svojim radnim sposobnostima i veštinama i ne dozvoljavaju da ih bilo ko drugi vrednuje po nekom drugom osnovu. Ne pristaju na ograničenja kao ni na sticanje poslovnih šansi na osnovu poznanstava i drugih vidova prilika za zaposlenje.

Još jedna karakteristična pojava koja se događa u institucijama ovoga tipa jeste ta da često mlađa populacija očekuje od starijih kolega pohvale za uloženi trud i da ih doživljavaju kao mentore i obraćaju im se sa strahopoštovanjem ali da neretko doživljavaju razočarenje kada primete da njihov trud ne vrednuju onoliko koliko taj njihov uloženi napor zaslužuje.

9. LITERATURA

- [1] Abraham H. Maslov (1982) „Motivacija i ličnost”, Nolit Beograd
- [2] Grubić-Nešić L. (2014) „Razvoj ljudskih resursa” , Novi Sad: FTN izdavaštvo
- [3] Janjić, Đ. Ilić,Đ. (2019) „Zadovoljstvo poslom ako merilo subjektivnog uspeha u karijeri,” Visoka škola za poslovnu ekonomiju i preduzetništvo Beograd
- [4] Batijarević, F. (1999) „Menadžment ljudskih potencijala” Zagreb: Golden marketing.

Kratka biografija:



Dragana Vukašinović rođena je 1991. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu je završila u OŠ „Zdravko Gložanski” u Bečeju. Srednju školu je završila u „Ekonomsko-trgovinskoj školi” takođe, u Bečeju smer poslovni administrator. Završila je Ekonomski fakultet u Subotici smer Menadžment. Master studije završila na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Menadžment ljudskih resursa.

**PRIMENJENI MODEL PRIHVATANJA TEHNOLOGIJE: ISTRAŽIVANJE UTICAJA
FAKTORA MOTIVACIJE ZA KORIŠĆENJE TEHNOLOGIJE ZA KUPOVINU NA
INTERNETU KOD GENERACIJE Z****APPLIED TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL: RESEARCHING THE IMPACT OF
MOTIVATIONAL FACTORS FOR USING ONLINE SHOPPING TECHNOLOGY ON
GENERATION Z**

Petar Masleša, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INDUSTRIJSKI MARKETING I
INŽENJERSTVO MEDIJA**

Keywords: *Technology acceptance model, online shopping, generation Z, digital marketing*

Kratak sadržaj – Druga decenija 21. veka obeležila je digitalna transformacija mnogih procesa, između ostalog i kupovine. Kupovina preko interneta donela je mnogo novina u poslovanju i stvorila mnoge mogućnosti kada je poslovanje na internetu u pitanju. Donela je i nove implikacije kad su navike i ponašanje potrošača u pitanju. Kako je u toku smena generacija u radnoj snazi, ali i među potrošačima, važno je istražiti kako se nova generacija, generacija Z, ponaša kao potrošač i korisnik modernih platformi za kupovinu. Istraživanje u ovom radu bavi se problemom kako pripadnici generacije Z percipiraju tehnologiju za kupovinu preko interneta kroz model prihvatanja tehnologije. Predmet rada su pripadnici generacije Z, odnosno uticaj faktora motivacije koji utiču na odluku o korišćenju tehnologije za kupovinu na internetu. Cilj rada je da pokaže kako motivacioni faktori utiču na odluku o korišćenju određene platforme kroz prizmu digitalnog marketinga i elektronskog komerca.

Ključne reči: Model prihvatanja tehnologije, kupovina preko interneta, generacija Z, digitalni marketing

Abstract – The second decade of the 21st century was marked by the digital transformation of many processes, including purchasing. Online shopping has brought many innovations in business and created many opportunities when it comes to online business. It has also brought new implications when it comes to consumer habits and behavior. As the generation shift in the workforce is underway, but also among consumers, it is important to explore how the new generation, Generation Z, behaves as a consumer and user of modern shopping platforms. The research in this paper deals with the problem of how Generation Z perceives technology for online shopping through the technology acceptance model. The subjects of the paper are members of Generation Z, and the influence of motivational factors that influence the decision to use the selected technology for online shopping. The aim of this paper is to show how motivational factors influence the decision to use a certain platform through the prism of digital marketing and e-commerce.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Đorđe Čelić.

1. UVOD

Razvoj tehnologije olakšao je mnoge aspekte svakodnevnog života uključujući i kupovinu gotovo svih proizvoda dostupnih na tržištu. Kao i u kupovini u fizičkim prodavnicama, u internet kupovini su se vremenom pojavili šabloni, mapirale se navike, preferencije i putanja koju kupci prolaze i smatraju povoljnom kako bi na kraju te putanje izvršili krajnji cilj – kupovinu.

Još jedan izazov sa kojim su se online biznisi susreli jeste smena generacija kupaca koja je sa sobom donela i promene u navikama, ponašanju i iskustvima, gde generacija predstavlja kohortu ljudi rođenih u istom vremenskom rasponu, koji dele životno doba, i životnu fazu i koji su oblikovani konkretnim vremenskim periodom (događaji, trendovi, razvojni potencijali i prilike) [1].

Marketinški i prodajni principi u procesu kupovine su isti, ali došlo je do modifikacije mnogih elemenata kako bi se lakše prilagodili digitalnom okruženju i navikama koje se javljaju kao šabloni. Nepohodno je mapirati sve promene i modifikacije u navedenom okruženju kako bi odговорili na zahtev sve veće potrebe za personalizacijom procesa jer je to jedan od elemenata koji je pokazao najveći stepen uspešnosti kad je prodaja onlajn u pitanju.

2. DEFINISANJE OSNOVNIH POJMOVA

Da bi se bolje razumelo istraživanje, važno je definisati pojmove i elemente koji će biti predmet istraživanja.

2.1. Elektronska trgovina ili elektronski komerc

Elektronski komerc (E-komerc) podrazumeva svaku elektronski podržanu transakciju između organizacije i eksternih stejkholdera [2]. Najprostije rečeno, e-komerc omogućava izvršavanje transakcija informacija između dve ili više strana koristeći internet [3].

Postoji nekoliko načina na koji načina na koji se može posmatrati elektronski komerc, a jedna od najvažnijih jeste ona na osnovu vrste ekonomskih subjekata između kojih se dešavaju transakcije [4]:

- *Business-to-Business* (B2B)
- *Business-to-Consumer* (B2C)
- *Business-to-Employee* (B2E)
- *Business-to-Government* (B2G)
- *Business-to-Manager* (B2M)
- *Consumer-to-Business* (C2B)
- *Consumer-to-Consumer* (C2C)
- *Government-to-Business* (G2B)
- *Government-to-Citizen* (G2C)
- *Government-to-Government* (G2G)
- *Peers-to-Peers* (P2P)

Pri čemu su B2B i B2C dve najrasprostranjenije i najpopularnije vrste elektronske trgovine.

2.2. B2C Elektronski komerc

B2C e-komerc je online transakcija između organizacija, pravnih lica, i fizičkih lica, odnosno krajnjih kupaca i/ili korisnika. B2C e-komerc je ne samo preneo veliki deo naše svakodnevne u online okruženje već je i privukao dosta istraživača u cilju saznanja šta je to što podstiče tržište da kupuje online [5].

Ova vrsta e-komerc je takođe i ekonomski, tehnološki i kulturni pokretač danas, kako je potreba za jedinstvenom ponudom potrebna kako bi se istakli među konkurencijom koja sve veća na internetu [6].

Već je pomenuto da se pojavio novi pojam u B2C e-komercu, a to je Business-to-Individual (B2I), gde se nastoji napraviti personalizovano iskustvo za svakog individualca u cilju preciznije poruke, ponude i na kraju povećanja konverzija.

2.3. Digitalni marketing i digitalni marketing u elektronskom komercu

Digitalni marketing je nezamenljivi deo procesa online prodaje kako predstavlja ulazni i srednji deo prodajnog levka ili funnel-a. Levak predstavlja upravo putanju koju potencijalni kupci prolaze od izaganja inicijalne promotivne poruke do momenata nakon kupovine kada se kupac nalazi u post-prodajnom delu levka gde se konvertuje u ambasadora brenda.

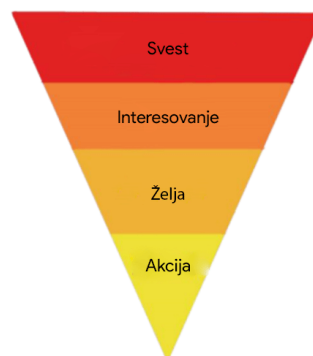
Digitalni marketing je nezamenljivi deo procesa online prodaje kako predstavlja ulazni i srednji deo prodajnog levka ili funnel-a.

Povezanost digitalnog marketinga sa e-komercem najjednostavnije može da se prikaže kroz AIDA model u formi levka, gde faze levka predstavljaju različite faze AIDA modela.

Na početku je hvatanje pažnje potencijalnog kupca, i najveći broj potencijalnih kupaca upravo tu fazu iskusi. Procenat tog broja bude zainteresovano i prelazi u drugu fazu AIDA modela, odnosno drugi nivo levka. Još manji broj dođe do treće faze koja predstavlja želju, a najmanji broj bude dovoljno stimulisan da izvrši akciju i konvertuje se, kako je prikazano na Slici 1 [7].

2.4. Model prihvatanja tehnologije - TAM

Koncept se zasniva na teoriji da sposobnosti i elementi sistema izazivaju stimulus kod individue koje pokreću određene motivacione faktore za korišćenje posmatranog sistema, a od tih motivacionih faktora i subjektivne percepcije sistema i njegovih performansi direktno zavisi namera i konkretnog korišćenje sistema.



Slika 1. AIDA model u formi levka [7]

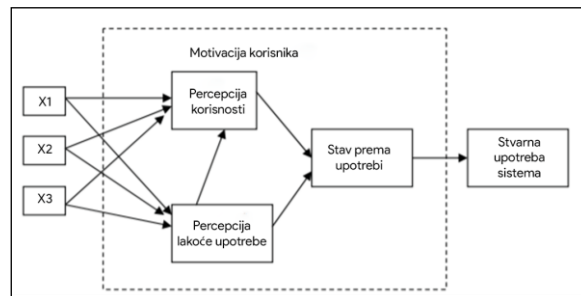
Teorija pretpostavlja prihvatanje informacionog sistema od strane individue mereći dva osnovna faktora [8]:

1. Percipiranu lakoću upotrebe sistema
2. Percipiranu korisnost sistema

Gde se percipirana lakoća upotrebe sistema definiše kao stepen do kog individua veruje da bi se korišćenje određenog informacionog sistema odvijalo bez fizičkog i mentalnog napora.

Percipirana korisnost sistema se definiše kao stepen do kog individua veruje da će korišćenje određenog informacionog sistema poboljšati njegove/njene performanse.

Percipirana korisnost i percipirana lakoća upotrebe informacionog sistema prema Dejvisu zavise, kako je inicijalno prikazano u konceptualnom modelu, zavise od karakteristika, performansi, i sličnih elemenata sistema, koji su definisani u modelu optimizacije stope konverzije kako je prikazano na Slici 2.



Slika 2. Model prihvatanja tehnologije TAM [8]

2.5. Generacija Z

Pojam generacije Z, vezuje za generaciju koja došla nakon razvoja World Wide Web-a i koji su odrastali sa ovim fenomenom. Postoji više različitih gornjih granica, uglavnom se definiše da su to ljudi rođeni sredinom 1990-ih godina, dvadesetog veka.

Negde postoji čak i donja granica, koja kaže da su to ljudi rođeni od pomenute gornje granice do 2010. godine ili 2012. godine. Razlike u definisanju jasnog intervala koji će biti prihvaćen jeste momenat prihvatanja tehnologije i razvoja društava u svetu.

Internet je mnogo ranije bio prihvaćen na zapadu nego u istočnoj Evropi i stoga, ne postoji jedna jasna definicija ove generacije.

Najviše autora i istraživača se slaže da su to ljudi rođeni između 1995. godine i 1997. godine, pa ćemo zarad svrhe ovog istraživanja i ovog rada prihvatiti definiciju da su

pripadnici generacije Z ljudi rođeni u periodu između 1996. godine i 2012. godine [9].

Mnogi istraživači su se dotakli teme generacije Z na radnom mestu, kako će to biti jedan od izazova u budućnosti kada postanu radna snaga, međutim ne treba zanemariti ni aspekt posmatranja generacije Z kao kupaca. Kao i prethodne generacije i generacija Z ima svoje karakteristike kao kupovna snaga koje su jedinstvene za nju. Stejsi Vud je istraživanjem došla do 4 trenda koja definišu generaciju Z kao potrošački entitet [10]:

- Inovacije
- Pogodnost
- Bezbednost
- Eskapizam

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanjem pripadnika generacije Z, pronađeno je da su oni digitalno pismeni i da su odrasli uz tehnologiju pa im je koncept korišćenja tehnologije daleko od nepoznatog. Naprotiv, baš zato što su odrastali i sazrevali paralelno uz napredak tehnologije, vrlo su fluentni u korišćenju tehnologije.

Takođe, istraživanja su pokazala da pripadnici generacije Z, za razliku od prethodnika, ne poznaju alternativu internetu za određene aktivnosti, te da ne percipiraju internet i sve što je danas moguće uraditi preko interneta kao pogodnost i korisnu stvar.

Na osnovu ovih tvrdnji postavljaju se sledeće hipoteze:

H1: Pripadnici generacije Z tehnologiju za onlajn kupovinu percipiraju kao laku za upotrebu.

H2: Pripadnici generacije Z ne percipiraju tehnologiju za onlajn kupovinu kao korisnu.

H3: Pripadnici generacije Z ne percipiraju internet kao pogodnost kad je pretraživanja proizvoda u pitanju.

H4: Motivacioni faktori percipirane lakoće upotrebe i percipirane korisnosti tehnologije za onlajn kupovinu ne doprinose nameri za korišćenje tehnologije.

Za proveru ovih hipoteza u istraživanju koristio se primenjeni TAM model, odnosno provera percipirane korisnosti sistema [11], percipirane lakoće korišćenja sistema [12] i namere za korišćenje i preporuku prijateljima i/ili članovima porodice [13]. U cilju proširenja testiranja dodat je još jedan element a to je percipirana pogodnost interneta kao alata za pretragu proizvoda [14] od strane generacije Z.

Za prikupljanje osnovnih informacija o ispitanicima uz demografske podatke korišćeni je testiran model pitanja i ranije korišćen u istraživanjima [15].

Upitnik se sastoji od 5 različitih sekcija, odnosno grupa pitanja, ukupno 21 pitanje. Istraživanje se sprovedeno u periodu od januara do marta 2020. godine a upitnik je popunilo 254 ispitanika, od kojih su 248 pripadnici ciljane grupe. Za kreiranje i distribuciju upitnika korišćen je alat Gugl Forme, alatu za kreiranje i distribuiranje upitnika i anketa onlajn, i upravo tako je i distribuiran upitnik, onlajn, ciljano grupi koja spada svojim godinama u generaciju Z, kako bi odgovori bili relevantni.

Uzorkovanje je rađeno metodom pogodnosti, plasiran je onima do kojih je bilo najlakše doći, a koji pripadaju ciljnoj grupi.

4. REZULTATI I DISKUSIJA ISTRAŽIVANJA

U teorijskom delu je dat prikaz pripadnika generacije Z, prikazano je da su oni digitalno pismeni i da su odrasli uz tehnologiju pa im je koncept korišćenja tehnologije daleko od nepoznatog. Naprotiv, baš zato što su odrastali i sazrevali paralelno uz napredak tehnologije, vrlo su fluentni u korišćenju tehnologije.

Na osnovu odgovora i analize odgovora ispitanika možemo da vidimo i da li su postavljene hipoteze istinite odnosno neistinite.

Odgovori na prvu grupu pitanja koja se tiče percipirane lakoće korišćenja tehnologije pokazuju visoke ocene ispitanika što potvrđuje teoriju da generacija Z percipira tehnologiju za onlajn kupovinu kao laku za upotrebu.

Kako je i postavljena hipoteza na osnovu karakternih osobina i opštih karakteristika generacije Z, pripadnici generacije Z ne percipiraju internet i onlajn kupovinu kao korisnu i kao pogodnost, jer ne znaju za alternativu onlajn aktivnostima.

Ukupno, motivacioni faktori koji se mere u TAM modelu pokazuju da su ispitanici neutralni po pitanju namere za korišćenje i preporuke tehnologije svojim prijateljima i/ili članovima porodice.

Tabela 1. Potvrda hipoteza

Hipoteza	Status
H1: Pripadnici generacije Z tehnologiju za onlajn kupovinu percipiraju kao laku za upotrebu.	Hipoteza prihvaćena
H2: Pripadnici generacije Z ne percipiraju tehnologiju za onlajn kupovinu kao korisnu.	Hipoteza prihvaćena
H3: Pripadnici generacije Z ne percipiraju internet kao pogodnost kad je pretraživanja proizvoda u pitanju.	Hipoteza prihvaćena
H4: Navedeni motivacioni faktori ne doprinose nameri za korišćenje tehnologije.	Hipoteza odbijena

Ono što se takođe ističe je momenat da gde su ispitanici onlajn okruženje koristiti pre za pretraživanje proizvoda nego za kupovinu na odabranoj platformi. To znači da postoji određena doza anksioznosti i dalje, pretpostavka je jer ispitanici još nisu aktivna radna snaga pa samim tim ne postoji aktivan prihod i kupovna moć. Svakako da slično istraživanje može da se uradi nakon što generacija Z postane radna snaga kako bi se izmerile kupovne navike i ponašanje pri kupovini.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje teorijske elemente digitalnog marketinga, B2C e-komercija, marketing miksa, AIDA modela, TAM modela prihvatanja tehnologije i generacije Z sa ciljem postavke hipoteza o tome kako motivacioni faktori utiču na nameru korišćenja informacionog sistema, kod pripadnika generacije Z.

Optimizacione tehnike, koje se u velikoj meri oslanjaju i zavise od tehnika digitalnog marketinga direktno utiču na percepciju korisnika o brendu i platformi što dalje dovodi do TAM modela. TAM meri percepciju kod publike lakoće upotrebe sistema i korisnosti sistema kao dva motivaciona faktora od kojih zavisi namera za korišćenje

pa i krajnje konkretno korišćenje tehnologije, ili u ovom slučaju platforme za onlajn kupovinu.

Ova teorijska osnova dobija novi okvir kada se posmatra iz ugla pripadnika generacije Z, koji su fluentni u korišćenju tehnologije i ne percipiraju internet i digitalne tehnologije kao korisne jer je to za njih jedina realnost koju poznaju.

Na osnovu ovih zaključaka, povezivanja, dedukcija i teorijskih osnova i definicija postavljene su hipoteze koje proveravaju da li pripadnici generacije Z zaista tehnologiju ne posmatraju kao pogodnost i da li im je zaista toliko laka za upotrebu a sve u kontekstu onlajn kupovine i B2C e-komercia.

Koristeći primenjeni TAM model, odnosno model prihvatanja tehnologije, sastavljen je upitnik od već postojećih i ranije korišćenih upitnika, koji ima za cilj prikupljanje odgovora od ispitanika koji su pripadnici generacije Z kako bi se dobili odgovori na postavljene hipoteze.

Istraživanje je pokazalo da generacija Z percipira tehnologiju platformi za onlajn kupovinu kao laku za upotrebu, ali internet i e-komerc platforme ne percipiraju kao korisne, ali razlog za to se ne može sa preciznošću utvrditi u ovom istraživanju i to može biti smernica za istraživanje u budućnosti.

Relevantnost ovog rada, još jednom, ogleda se u činjenici da elektronsko poslovanje konstantno mora da se razvija, da prati trendove u tehnologiji i estetici, da mapira ponašanje i navike svojih kupaca, a generacija Z je generacija koja već sada a i u budućnosti će definisati trendove u onlajn kupovini, i te trendove treba mapirati i optimizovati poslovanje prema njima što pre.

6. LITERATURA

- [1] M. McCrindle and E. Wolfinger, ABC of XYZ: Understanding The Global Generations, Sydney: UNSW Press, 2011.
- [2] D. Chaffey, E-business and E-commerce Management: Strategy, Implementation and Practice, Pearson Education, 2009.
- [3] R. Kalakota and A. B. Whinston, Electronic Commerce: A Manager's Guide, Addison-Wesley, 1997.
- [4] R. Nemat, "Taking a look at different types of e-commerce," *World Applied Programming*, pp. 100-104, 2011.
- [5] L. Qiu and L. Dong, "Applying TAM in B2C E-Commerce Research: An Extended Model," *TSINGHUA SCIENCE AND TECHNOLOGY*, pp. 265-272, 2008.
- [6] D. Rosaci and G. Sarnè, "Multi-agent technology and ontologies to support personalization in B2C E-commerce," *Electronic Commerce Research and Applications*, 2013.
- [7] A. Sopian and M. Vyshnevskaya, "The Marketing Funnel As An Effective Way Of The Business Strategy," *The art of scientific mind*, pp. 16-18, 2019.
- [8] F. D. Davis, "A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results," *Doctoral Dissertation, Sloan School of Management, MIT*, 1986.
- [9] M. Dimock, "Defining generations: Where Millennials end and Generation Z begins," <https://www.pewresearch.org/>, 17 January 2019. [Online]. Available: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/01/17/where-millennials-end-and-generation-z-begins/>.
- [10] S. Wood, "Generation Z as consumers: trends and innovation," *Institute for Emerging Issues: NC State University*, pp. 7767-7779, 2013.
- [11] D. M. Szymanski and H. T. Richard, "e-Satisfaction: An Initial Examination," *JR*, pp. 309-322, 2000.
- [12] J. J. Inman and H. Nikolova, "Shopper-Facing Retail Technology: A Retailer Adoption Decision Framework Incorporating Shopper Attitudes and Privacy Concerns," *Journal of Retailing*, p. 7-28, 2017.
- [13] J.-C. Hong, M.-Y. Hwang, T.-Y. Ting, K.-H. Tai and C.-C. Lee, "The Innovativeness and Self-Efficacy Predict the Acceptance of Using iPad2 as a Green Behavior by the Government's Top Administrators," *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, pp. 313-320, 2013.
- [14] M. Kukar-Kinney, N. M. Ridgway and K. B. Monroe, "The Relationship Between Consumers' Tendencies to Buy Compulsively and Their Motivations to Shop and Buy on the Internet," *Journal of Retailing*, pp. 298-307, 2009.
- [15] D. Lestari, "Measuring e-commerce adoption behaviour among gen-Z in Jakarta, Indonesia," *Economic Analysis and Policy*, pp. 103-115, 2019.

Kratka biografija:



Petar Masleša rođen je u Beogradu 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta – Primenjeni model prihvatanja tehnologije: Istraživanje uticaja faktora motivacije za korišćenje tehnologije za kupovinu na internetu kod generacije Z odbranio je 2021.god.
kontakt: petarmaslasha@gmail.com

ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA ZAPOSLENIH U SEKTORU PROIZVODNJE I IT SEKTORU**RESEARCH OF EMPLOYEE SATISFACTION IN THE MANUFACTURING SECTOR AND IT SECTOR**

Jelena Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Za potrebe ovog rada, izvršeno je istraživanje zadovoljstva zaposlenih u proizvodnji kao i zaposlenih u IT sektoru. Rezultati istraživanja pokazuju da su zaposleni u najvećem broju zadovoljni celokupnom organizacijom, ali da u pojedinim segmentima postoji nezadovoljstvo. Za istraživanje je korišćen standardizovani anketni upitnik.

Ključne reči: Zaposleni, organizacija, zadovoljstvo poslom, menadžment ljudskih resursa

Abstract – For the purposes of this paper, a survey of the satisfaction of employees in production as well as employees in the IT sector was conducted. The results of the survey show that most employees are satisfied with the overall organization, but in some segments there is a dissatisfaction. A standardized survey questionnaire was used for the research.

Keywords: Staff, Organization, Work satisfaction, Human Resource Management

1. UVOD

Praćenje zadovoljstva zaposlenih važno je kako za organizaciju tako i za radnike pojedinačno. Zadovoljstvo poslom je najvažniji stav među svim stavovima zaposlenih, kod pojedinca on izaziva kognitivne, afektivne i evaluativne reakcije. Zadovoljstvo poslom predstavlja složen stav koji uključuje određene pretpostavke i verovanja o tom poslu (kognitivna komponenta), osećanja prema poslu (afektivna komponenta) i ocenu posla (evaluativna komponenta).

Zadovoljstvo poslom se u kompanijama najčešće ispituje, što je i opravdano, jer samo je zadovoljan radnik i dobar radnik. Odnosno uspeh organizacije nije moguće postići sa nezadovoljnim radnicima. Zadovoljstvo poslom se razlikuje od osobe do osobe, stvar je ličnosti, odnosno kada će reći da je zadovoljan i lošim uslovima rad jer ima visoku platu, dok će drugi radnik iskazati nezadovoljstvo na uslove rada iako ima visoku platu.

Zadovoljstvo poslom se definiše kao funkcija vrednosti, nešto što zaposleni želi da postigne: ugodan osećaj koji proističe iz saznanja da nečiji posao ispunjava ili omogućuje ispunjenje njegovih poslovnih vrednosti [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Lepasava Grubić Nešić, red.prof.

Kognitivna komponenta podrazumeva ono što čovek veruje da zna o poslu, na osnovu čega gradi svoj lični stav, evaluativna komponenta odnosi se na to koliko volimo ili ne volimo neku stvar ili osobu, a bihevioristička komponenta sadrži određenu predispoziciju da se deluje u određenom smeru. S obzirom na to da zadovoljstvo poslom predstavlja neki opšti stav pojedinca prema radu, ali i zadovoljstvo prema poslu na osnovu plate, posla samog po sebi, mogućnosti za promociju nadređenih i saradnika [2].

1.1. pristupi zadovoljstva poslom

Tri glavna pristupa zadovoljstva poslom su

Prvi pristup naglašava različite aspekte radne sredine kao uzroke zadovoljstva poslom. Među njima je 5 karakteristika posla Hackmana i Oldhamsa: raznovrsnost veština, identitet zadataka, značajnost zadataka, samostalnost i povratna informacija o ispravnosti obavljenog posla.

Drugi pristup naglašava važnost karakteristika ličnosti u oblikovanju zadovoljstva poslom zaposlenog. U longitudinalnim istraživanjima se utvrdilo da je zadovoljstvo poslom veoma stabilno tokom vremena jer afektivne dispozicije procenjene kod mladih radnika značajno koreliraju sa zadovoljstvom poslom koje je procenjivano nakon pedeset godina. Kao moguće objašnjenje tih nalaza bilo bi da je afektivna dispozicija povezana sa „pogledom na svet“ određene osobe. Tako ljudi sa negativnim dispozicijama mogu percipirati sve aspekte svog života, uključujući i profesionalni, u lošijem svetlu nego što to čine ljudi sa pozitivnim dispozicijama.

Treći pristup naglašava važnost proučavanja uticaja interakcije između sredine i ličnosti na zadovoljstvo poslom. Istraživanja koja su proučavala korespondenciju između onog što ljudi žele na poslu i onog što imaju nedvosmisleno pokazuju da što je manji raskorak između željenog i ostvarenog to je veće zadovoljstvo poslom [3].

1.2. Faktori zadovoljstva poslom

Faktori koji utiču na zadovoljstvo poslom mogu se podeliti u dve grupe:

1. Organizacioni faktori,
2. Individualni faktori.

U okviru organizacionih faktora ubrajamo sistem nagrađivanja, posao sam po sebi, prijatni radni uslovi, kolege na poslu i organizaciona struktura.

U okviru individualnih faktora ubrajamo sklad ličnih interesovanja i posla, radni staž i starost, pozicija i status, ukupno zadovoljstvo životom [4].

Nagrađivanje zaposlenih predstavlja najkompleksniju aktivnost upravljanja ljudskim resursima, budući da je podjednako važno za sve zaposlene. Ova aktivnost predstavlja jednu od glavnih komponenti ukupnih troškova i osnovni instrument u modifikovanju ponašanja zaposlenih.

Sistem nagrađivanja obuhvata novac, dobra ili usluge koje poslodavac obezbeđuje svojim zaposlenima u zamenu za uloženi rad. Osnovna uloga sistema nagrađivanja u preduzeću jeste da uskladi individualne interese zaposlenih i stratezijske ciljeve preduzeća [5].

Sistem nagrađivanja čine dve vrste nagrada:

1. materijalne – koje poslodavac daje zaposlenima su obuhvaćene sistemom zarada
2. nematerijalne nagrade – kao što su na primer poštovanje, izazovan posao i slično. Zbornika u konačnu verziju rada.

1.3. Efekti zadovoljstva poslom

Zadovoljstvo poslom može uticati na nivo posvećenosti organizaciji, na fluktuaciju i finansijsku dobit organizacije, ali i na nivo performansi, na spremnost radnika da se uključi u aktivnosti koje su usmerene ka rešavanju problema te na intenzitet napora koje radnik ulaže u obavljanje posla. Ukoliko je radnik zadovoljan onim što radi, onda posao manje doživljava kao rad, a više kao uživanje. Zadovoljstvo poslom utiče na apsentizam (odsustvovanje sa posla), fluktuaciju (dobrovoljno napuštanje posla) i radni učinak zaposlenih [6].

Četiri tipa reakcije zaposlenog na nezadovoljstvo poslom kojim se bavi:

Napuštanje – aktivna destruktivna reakcija, odlazak iz preduzeća zbog nezadovoljstva

Zanemarivanje – pasivno puštanje da se situacija pogoršava, povećava se odsustvovanje sa posla, redukuje zalaganje, povećava škart.

Protestovanje – aktivno konstruktivno zalaganje da se otklone uzroci nezadovoljstva

Lojalnost – pasivno, kontruktivno čekanje da se stvari poprave [7].

1.4. Posledice (ne)zadovoljstva poslom

Odsustvovanje sa posla (apsentizam)

Veliki broj teorijskih izvora navodi sledećih pet razloga odsustvovanja sa posla:

1. Sadržaj i kontekst posla – pod ovim podrazumevamo faktore kao što su dizajn posla, rad pod pritiskom, rad u grupi, menadžerski stil, organizacione politike i procedure, priroda i vrsta ugovora (posao na određeno ili neodređeno vreme), organizacione norme kojima se vrednuje redovno dolaženje na posao.
2. Radne vrednosti – stepen odgovornosti koji pojedinac oseća prema poslu, klijentima, menadžmentu, radnoj grupi, i uopšte individualna radna etika.

3. Karakteristike zaposlenog – pod ovim podrazumevamo faktore kao što su starosno doba, obrazovanje, porodični status, karakteristike ličnosti.

4. Pritisak da se redovno dolazi na posao – ovde se misli na faktore kao što su ekonomski i tržišni uslovi, platna politika kompanije, disciplinske politike u kompaniji, norme i dinamika radne grupe, nivo organizacione posvećenosti.

5. Sposobnosti dolaska na posao – ovde se podrazumevaju faktori kao što su bolest (kratkotrajna ili dugotrajna), nesrećni slučajevi (na poslu ili van posla), porodična odgovornost i posvećenost, teškoće u prevozu [8].

6. Fluktuacija. Fluktuacija predstavlja svaki trajan odlazak zaposlenih iz organizacije.

1.5. Merenje zadovoljstva poslom

Istraživanje zadovoljstva poslom obuhvata i istraživanje pouzdanih i validnih instrumenata kojima se sistematski meri zadovoljstvo poslom. Merenje zadovoljstva poslom je ustvari merenje reakcija na posao. Do sada je u stručnoj literaturi razvijeno nekoliko korisnih tehnika za merenje zadovoljstva poslom, uključujući:

1. Rejting skale i upitnike,
2. Kritične incidente,
3. Intervjui i sastanci konfrontacije [9].

2. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja je utvrditi da li zaposleni u proizvodnji i zaposleni iz IT sektora koji rade u različitim programerskim firmama u Novom Sadu imaju pozitivne ili negativne stavove o različitim aspektima posla, odnosno da li su zaposleni zadovoljni poslom.

3. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Predmet ovog istraživanja jeste da se kroz ankete koje su radnici popunili uvidi koliko su oni zadovoljni pojedinim segmentom posla, kako bi menadžer spram ovih rezultata imao uvid u mišljenje zaposlenih. Rezultati ankete će pomoći menadžerima da reše problem tako što će predložiti mere kojima bi se popravilo zadovoljstvo poslom. Ukoliko se na vreme popravi zadovoljstvo poslom, tada će i radnici biti motivisani za rad.

4. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je da se otkrije koliko su zaposleni zadovoljni pojedinačnim aspektom posla, kako bi rukovodstvo zaposlenih na vreme popravilo zadovoljstvo i motivisalo zaposlene, kako bi zaposleni mogli neometano da ispunjavaju svoje poslove i zadatke.

4.1. Društveni cilj istraživanja

Utvrđivanje zadovoljstva pojedinačnim aspektima posla, ispitati i utvrditi načine za ostvarivanje zadovoljstva posla, primeniti načine i rešenja povećanja zadovoljstva posla.

4.2 Naučni cilj istraživanja

Utvrđiti nivo zadovoljstva zaposlenih i ispitati zbog čega dolazi do nezadovoljstva poslom.

4.3. Hipoteze istraživanja

Opšta hipoteza (H1)

•H1- Postoji razlika u nivou zadovoljstva poslom zaposlenih u industrijskoj proizvodnji i IT sektoru.

Pojedinačne hipoteze

- H1-1 Zaposleni su zadovoljni mogućnošću da se stalno nešto radi (aktivnost).
- H1-2 Zaposleni su zadovoljni šansom da rade samostalno (nezavisnost).
- H1-3 Zaposleni su zadovoljni šansom da s vremena na vreme rade različite stvari (varijabilnost).
- H1-4 Zaposleni su zadovoljni šansom da budu „neko i nešto“ u zajednici (društveni status).
- H1-5 Zaposleni su zadovoljni načinom na koji se šef odnosi prema zaposlenima (nadgledanje i kontrola).
- H1-6 Zaposleni su zadovoljni stručnošću u donošenju odluka onog koji ih nadgleda (nadgledanje i kontrola).
- H1-7 Zaposleni su zadovoljni mogućnošću da rade stvari koje nisu protiv njihove savesti (moralne vrednosti).
- H1-8 Zaposleni su zadovoljni time što posao pruža stalno zaposlenje (bezbednost).
- H1-9 Zaposleni su zadovoljni šansom da učine nešto za druge ljude (društvena služba).
- H1-10 Zaposleni su zadovoljni šansom da ljudima govore šta da rade (posjedovanje autoriteta).
- H1-11 Zaposleni su zadovoljni šansom da rade nešto gde upotrebljavaju svoje sposobnosti (korisnost sposobnosti).
- H1-12 Zaposleni su zadovoljni načinom na koji se sprovode pravila/poslovna politika firme (politika i praksa kompanije).
- H1-13 Zaposleni su zadovoljni visinomplate i koliko mnogo rade (kompenzacija).
- H1-14 Zaposleni su zadovoljni šansom da napreduju na poslu (unapređenje).
- H1-15 Zaposleni su zadovoljni slobodom da koriste svoje rasuđivanje (odgovornost).
- H1-16 Zaposleni su zadovoljni šansom da probaju da primene svoje metode rada na poslu (kreativnost).
- H1-17 Zaposleni su zadovoljni uslovima na radu (radni uslovi).
- H1-18 Zaposleni su zadovoljni kako se kolege međusobno slažu (saradnici).
- H1-19 Zaposleni su zadovoljni pohvalama koje dobijaju za dobro urađen posao (prepoznavanje).
- H1-20 Zaposleni su zadovoljni ispunjenošću koju im pruža posao (postignuće).

5. NAČIN ISTRAŽIVANJA I REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Istraživanje zadovoljstva poslom je sprovedeno u dve različite godine i u dve različite industrije.

Prvo istraživanje sprovedeno je u januaru 2020. među

radnicima u proizvodnji, u periodu od 8. 1.2020.- 10.1.2020. godine.

Istraživanje je izvršeno na teritoriji grada Novog Sada.

Istraživanje je interdisciplinarnog tipa i obuhvata više naučnih disciplina, zasnovano je na menadžmentu ljudskih resursa. Trideset dobrovoljaca, zaposlenih u sektoru montaže je odgovorilo na pet različitih upitnika. Upitnici su bili u štampanoj formi, radnici su ručno popunili upitnik. Upitnik koji su radnici popunili je anoniman, za potrebe ovog rada iskorišćena su tri upitnika.

Drugo istraživanje je sprovedeno u maju 2021. godine, u tri različite programerske kompanije koje se bave izradom veb sajtova, softverima i kreiranjem aplikacija. Istraživanje je izvršeno na teritoriji grada Novog Sada. Istraživanje je interdisciplinarnog tipa i obuhvata više naučnih disciplina, zasnovano je na menadžmentu ljudskih resursa. Trideset dobrovoljaca, IT stručnjaka zaposleni u okviru IT struke odgovorilo je na pitanja iz upitnika, upitnik je poslat u štampanoj formi. Upitnik koji su radnici popunili je anoniman, za potrebe ovog rada iskorišćena su tri upitnika.

Kroz svako pojedinačno pitanje možemo videti da su zaposleni u IT sektoru zadovoljniji poslom nego zaposleni u proizvodnji, zaposleni u IT sektoru su na petnaest pitanja imali veći zbir pozitivnih odgovora nego zaposleni u proizvodnji koji su imali ukupno pet odgovora. Opšta hipoteza u potpunosti potvrđena odnosno da postoji razlika u nivou zadovoljstva poslom kod zaposlenih u industrijskoj proizvodnji i IT sektoru kod svih zaposlenih dok se pojedinačne hipoteze razlikuju. Rezultati zaposlenih u proizvodnji pokazuju da su četiri hipoteze opovrgnute odnosno da radnici time nisu zadovoljni, to su sledeće hipoteze:

- 1.H1-6 Zaposleni su zadovoljni stručnošću u donošenju odluka onog koji ih nadgleda (nadgledanje i kontrola).
- 2.H1-10 Zaposleni su zadovoljni šansom da ljudima govore šta da rade (posjedovanje autoriteta).
- 3.H1-12 Zaposleni su zadovoljni načinom na koji se sprovode pravila/poslovna politika firme (politika i praksa kompanije).
- 4.H1-19 Zaposleni su zadovoljni pohvalama koje dobijaju za dobro urađen posao (prepoznavanje).

Kod jedne hipoteze zaposleni imaju podeljeno mišljenje:

H1-14 Zaposleni su zadovoljni šansom da napreduju na poslu (unapređenje).

Zaposleni u IT sektoru su u potpunosti potvrdili svih dvadeset hipoteza, odnosno dali su pozitivan odgovor na dvadeset pitanja.

Poređenjem dobijen rezultata možemo reći da su zaposleni u proizvodnji manje zadovoljni poslom jer imaju četiri hipoteze koje su opovrgnute, dok su kod zaposlenih u IT sektoru sve potvrđene.

6. PREDLOZI UNAPREĐENJA

1. Poboljšati korporativnu komunikaciju

Pitati zaposlene za mišljenje, kako bi zaposleni stekli

utisak da su pažljivo saslušani, upoznati zaposlene sa poslovnim rezultatima preduzeća, zaposleni ne treba da budu samo zainteresovani za svoj rezultat, već i za rezultat kompanije, upoznati zaposlene sa problemima sa kojima se preduzeće suočava i proslediti informaciju o radu drugih sektora.

2. Poboljšanje radnih uslova

Neophodno je radne uslove prilagoditi radniku, jer će na taj način radnik kvalitetnije obavljati svoj posao, neki od predloga kako mogu da se poboljšaju radni uslov su poštovanje pauze za ručak, prostor za odmor unutar poslovne zgrade, obezbediti parking prostor

3. Organizacija posla i mogućnosti napredovanja

4. Međuljudski odnosi i lojalnost

5. Zadovoljstvo radnim mestom, sigurnost radnog mesta.

Sigurnost radnog mesta je nešto što se nikada do kraja ne može zagarantovati, ali je izuzetno važno da, ukoliko je kompanija u mogućnosti to da obezbedi svojim zaposlenima, da se postara da oni to i osećaju. A kada i dođe do potrebe za promenom broja zaposlenih, da kompanija upravlja tim promenama na način da se obazire na dobrobit zaposlenih i što većem broju zaposlenih obezbedi koliko-toliko sigurnu budućnost.

7. ZAKLJUČAK

Čovek je kompleksno biće i napor za zadovoljenje osnovnih egzistencijalnih potreba samo su jedan i to najznačajniji segment njegovor angažovanja na radnom mestu. Ako posmatramo radnike u proizvodnji dodatno bi povećali zadovoljstvo poslom kod radnika na montaži ako bi im dodatno povećali platu (bez obzira što su oni zadovoljni platom), ako bi im se jednom godišnje dao bonus u vidu dodatne plate, zadovoljstvo poslom bi se povećalo i kada bi radnici ostvarili bolji odnos sa nadređenim, organizovati sastanak gde bi zaposleni izneli svoje probleme kako bi se sve nesuglasice rešile, obučiti rukovodioca, tek tada bi zaposleni sa svima u organizaciji imali korektan odnos.

Posmatrajući zaposlene u IT sektoru dodatno bi povećali zadovoljstvo nagrađivanjem, radnim prostorom za odmor, prostorom gde radnici mogu da ustanu prošetaju, odigraju partiju pikada ili stonog tenisa, za žene bi izuzetno bilo kada bi se firme stavile na takvu lokaciju da je u blizini vrtić ili čak da vrtić bude u samoj firmi za zaposlene.

Posmatrajući proizvodnju i IT industriju, dve potpuno različite grane shvatila sam da su zaposleni zadovoljni, da su oni pre svega potpuno različiti i da žele i rade potpuno različite stvari, različite nagrade ih čine srećnim i zadovoljnim, ali ono najvažnije jeste da su i jedni i drugi zadovoljni i da obavljaju posao koji im prija i koji ih ispunjava što su rezultati i pokazali.

Svaka industrija je za sebe, tipovi ličnosti su različiti, ovde smo baš to i videli, da nije bitno kojoj industriji pripadate, koje je vaše obrazovanje, koji posao obavljate bitno je da budete zadovoljni i ispunjeni svakim segmentom posla.

8. LITERATURA

- [1] Noe, R., Hollenbeck, J., Gerhart, B. i Wright, P. (2005) „Menadžment ljudskih potencijala“. III izdanje. Zagreb: Zagrebačka škola ekonomije i menadžmenta.
- [2] Janićijević, N.(2008), Organizaciono ponašanje, Data status, Beograd.
- [3] Katić, Ivana. (2017), „Upravljanje karijerom“ Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka.
- [4] Grubić-Nešić, L.(2014). „Razvoj ljudskih resursa“ Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [5] Dimitrijević., Bojana, (2017). „Planiranje ljudskih resursa, regrutovanje i selekcija kandidata“ Bar: Fakultet za poslovni menadžment.
- [6] Janjić, Ivana Srđan., Ilić, Đurđijana, Dejan., (2019), „Zadovoljstvo poslom kao merilo subjektivnog uspeha u karijeri“, Naučno stručni časopis Visoke škole za poslovnu ekonomiju i preduzetništvo iz Beograda.
- [7] Robbins, P.S., (2001) „Organizational Behavior“, New Jersey, Prentice Hall International Ed.
- [8] Đorđević Boljanović, J., Pavić, Ž., (2011) „Osnove menadžmenta ljudskih resursa“, Beograd: Univerzitet Singidunum.
- [9] J. Greenberg. A. B. Baron (1998.). „Ponašanje u organizacijama“, Želnid, Beograd.

Kratka biografija:



Jelena Lukić rođena je u Novom Sadu, 19. 12. 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka na smeru Menadžment ljudskih resursa odbranila je 2021. godine.

PROJEKTOVANJE MODELA PROIZVODNOG SISTEMA PRIMENOM LEAN FILOZOFIJE**DESIGNING A PRODUCTION SYSTEM MODEL BY APPLICATION OF LEAN PHILOSOPHY**

Bojan Jerinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – LOGISTIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad demonstrira primenu elementarnata Lean filozofije na projektovanje modela proizvodnog sistema za proizvodnju automobila i primenu modela za ispitivanje optimalnog rasporeda sistema.

Ključne reči: Proizvodni sistemi, modelovanje, Lean

Abstract – This paper demonstrates the application of elements of Lean philosophy to designing a model of a production system for car production and application of the model for determining the optimal system layout.

Keywords: Production systems, modeling, Lean

1. UVOD

Optimizacija proizvodnih sistema i vršenje ispitivanja u njima može biti izuzetno skupo, komplikovano i dugotrajno, pogotovo kada ispitivanja zahtevaju pomeranja više tonskih mašina ili razmeštanje delova sistema. Ovo ne samo da dovodi do potrebe za zaustavljanja rada sistema već i predstavlja ogroman rizik u slučaju da ispitivanje ne donese nikakve prednosti već samo gubitke. Iz tog razloga je daleko isplativije vršiti ispitivanja na modelima kad god je to moguće.

Model je pojednostavljeni prikaz realnoga sistema napravljen kako da bi poslužio boljem razumevanju i/ili daljnjem proučavanju tog sistema i eksperimentisanja sa njim, a modelovanje predstavlja proces izrade modela koji mogu biti na osnovu strukture fizički ili simbolički [1]. Dobro izrađeni modeli mogu doprineti značajnim otkrićima za optimizaciju sistema na osnovu kojih su izgrađeni.

Proizvodni sistemi predstavljaju skup tehnoloških sistema i informacionih i energetske strukture uređen na način koji obezbeđuje izvođenje procesa rada - skupa informacija u tokovi-ma sistema [2]. U savremenom svetu sa sve većim brojem uslužnih i digitalnih sistema, proizvodni sistemi i dalje imaju veliki značaj kako na doprinos razvoja društva tako i na stabilnost društva.

Lean prilaz/proizvodnja/menadžment ili popularnije nazvan samo Lean predstavlja najbolju proizvodnu strategiju/filozofiju današnjice Lean menadžment je vrhunac višedecenijskog kontinuiranog usavršavanja u oblasti industrijskog inženjerstva i menadžmenta [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Sremčev, docent.

2. LEAN ISTORIJA I OSNOVE

Nastanak Lean filozofije je najviše vezan za razvoj Toyota-inog proizvodnog sistema odnosno Just in Time (JIT) sistema sa kraja 1940-ih godina, međutim prema nekim istorijskim izvorima pojedini elementi Lean filozofije datiraju mnogo ranije, elementi kao upotreba formalnih instrukcija za posao 50 godine pre Hrista, montažne linije sa zamenljivim delovima iz AD 1440 u Arsenalu Venecije, i upotreba raspodele rada i radnika od strane kineskog cara Jao još 2300 godine pre Hrista [4].

Iako je veliki broj ljudi doprineo razvoju Lean-a do onoga što je danas jedan čovek se izdvaja, to je Taiichi Ohno. Ohno je čovek koji je odgovoran za veliki napredak koji je Toyota napravila nakon II svetskog rata, on je takođe i postavio osnove Lean filozofije. Kako se Lean filozofija fokusira na stvaranje vrednosti i eliminisanje gubitaka Ohno je identifikovao tri tipa gubitaka [5] :

1. **MUDA** znači rasipanje, beskorisnost i uzaludnost, što je u suprotnosti sa dodavanjem vrednosti.
2. **MURA** znači neravnomernost, neujednačenost i nedoslednost. MURA je razlog postojanja bilo kog od sedam gubitaka MUDA.
3. **MURI** znači preopterećenost, izvan svoje moći, preteranost. MURI može da bude rezultat mure i u nekim slučajevima bude uzrokovan preteranim uklanjanjem MUDA (otpada) iz procesa.

Svi tipovi gubitaka ne doprinose i otežavaju stvaranje vrednosti, samim tim definisani su i principi putem kojih se bori protiv tipova gubitaka njihovom identifikacijom i eliminacijom [5]:

1. **Vrednost (Value)** - Vrednost prema Lean-u se može definisati samo krajnji kupac. A svrsishodno je samo kada se izražava u smislu određenog proizvoda (dobra ili usluge, a često i jednog i drugog odjednom) koji zadovoljava potrebe kupca po određenoj ceni u određeno vreme.
2. **Tok vrednosti (Value stream)**- Tok vrednosti je skup svih specifičnih radnji potrebnih za provođenje određenog proizvoda
3. **Tok (Flow)** - Jednom kada je vrednost precizno navedena, tok vrednosti za određeni proizvod koji je u potpunosti mapiran od strane poslovnog

preduzeća, i očigledni koraci koji prouzrokuju gubitke eliminisani, vreme je za sledeći korak tok, odnosno kontinuirani tok tako da vrednost teče kroz sve korake procesa bez gubitaka.

4. **Povlačenje proizvodnje (Pull)** – dobra ili usluge treba proizvoditi samo kada za njima postoji potreba odnosno kada kupac zahteva određenu vrednost.
5. **Savršenstvo (Perfection)** - Kako organizacije počinju precizno da navode vrednost, identifikuju ceo tok vrednosti, prave korake za kreiranje vrednosti za određene proizvode neprekidno i puštaju kupce da izvlače vrednost iz preduzeća, počinju ne samo da se smanjuje napor, vreme, prostor, troškovi i greške dok nude proizvod koji je sve bliže onome što kupac zapravo želi, već se kontinualno traže i otkrivaju novi načini kako da se proces stvaranja vrednosti učini još savršenijim.

3. DELOVI SISTEMA

Model proizvodnog sistema koji se izrađuje pomoću Lean filozofije se sastoji od:

1. **Proizvodnog pogona** – odnosno mesta gde se proizvode proizvodi gde se dešava radnja, mesto koje se u Lean-u naziva Gemba.
2. **Supermarketa** – predstavlja skladište delova karoserije, točkova, volana i motora, naziva se supermarket jer po svojim policama i materijalima podseća na supermarket odakle kupci u ovom slučaju radnici uzimaju delove potrebne za proizvodnju traženih proizvoda.
3. **Pojedinačnih radnih mesta 5 i 6** – radna mesta spadaju u Gembu međutim ne nalaze se na proizvodnoj liniji već su izmešteni sa strana, na radnom mestu 5 se sklapaju delovi karoserije koji se kasnije ugrađuju u proizvode, dok se na radnom mestu 6 sklapaju motori koji predstavljaju pojedinačni proizvod.
4. **Skladišta šasija** – predstavlja skladište u kojem se čuvaju šasije za svaki od proizvoda ono je odvojeno od supermarketa i predstavlja polaznu tačku izuzimanja delova proizvodnog procesa za proizvode A, B i C.
5. **Heijunka kutije** odnosno dela za prijem porudžbina i izdavanje Kanban kartica – deo sistema koji pokreće potražnju za proizvodima, mesto odakle se izrađuju potrebne Kanban kartice i raspoređuju u Heijunka kutiji po rasporedu koji se odredi nivelisanjem proizvodnje.

Pored delova od kojih se sastoji sistem obuhvata i proizvode i učesnike.

Proizvod A je manji automobil namenjen za gradske vožnje.



Slika 1 Proizvod A

Proizvod B predstavlja luksuzni auto namenjen za daleke vožnje.



Slika 2 Proizvod B

Proizvod C je malo veći auto namenjen za prevoz lakših tereta na manje distance.



Slika 3 Proizvod C

Motor ovaj proizvod je specifičan po tome što se ne ugrađuje u automobile već se proizvodi za prodaju kupcima za njihovu ugradnju.



Slika 4 Motor

Učesnici predstavljaju jedan od najvažnijih elemenata sistema, jer su oni ti koji transformišu materijale i sirovine u proizvode i stvaraju vrednost. U sistemu postoje sledeći učesnici:

Operateri su ti koji vrše radnje nad predmetima rada odnosno obavljaju proizvodne operacije.

Planer proizvodnje se nalazi uz Heijunka kutiju, on zahteva prodaje pretvara u nivelisan raspored proizvodnje, izrađuje Kanban kartice i raspoređuje ih u Heijunka kutiju.

Runner je učesnik koji pokreće procese proizvodnje tako što uzima Kanban kartice iz Heijunka i kači ih na šasije koje zatim dovodi do proizvodne linije, on takođe donosi sva potrebna sredstva iz supermarketa operaterima na proizvodnoj liniji i ostalim radnim mestima.

Supervizor proizvodnje se nalazi tokom celog radnog vremena u proizvodnom pogonu, on je zadužen da osigurava da se proizvodnja odvija bez prekida, takođe je zadužen za rešavanje problema koje primete svi ostali učesnici.

U izradi delova sistema korišćeno je više Lean alata, neki alati su korišćeni u svakom delu poput 5S alata dok su neki korišćeni samo u pojedinim delovima.

3. PRIMENJENI ELEMENTI LEAN FILOZOFIJE

Za izradu modela korišćeno je ukupno deset alata, metoda i tehnika Lean filozofije:

5S - alat Lean-a namenjen povećanju efikasnosti radnog mesta, koji se najpre koristi se za uspostavljanje i održavanje kvalitetnog okruženja u sistemu, tako što eliminiše sve nečistoće i nepotrebne stvari koje mogu ometati ili sputavati stvaranje vrednosti. U projektovanju

modela iskorišćen je za organizovanje pojedinačnih radnih mesta i svih delova sistema kao i optimizaciju istih kroz označavanje oznakama, linijama, određivanje mesta svih elemenata, načina njihovog označavanja preko definisanih standarda i njihovog održavanja putem ček listi.

Vizuelni menadžment - predstavlja način prenosa informacija gde se putem nekih vizuelnih jednostavnih signala [6], koji omogućavaju razumevanje trenutne situacije očekivanja, performansi, standarda i problema u metodi koja zahteva malo vremena za razumevanje. Vizuelni menadžment je primenjen zajedno sa 5S u označavanju sistema i njegovom organizovanju putem različitih boja, brojeva i linija koje govore učesnicima šta je šta u sistemu.

Heijunka - Heijunka je izraz na japanskom koji u prevodu znači „napraviti ravnim i u nivou” - nivelisanje i ona predstavlja alat za poravnanje (nivelisanje) rasporeda proizvodnje [7].

To je tehnika u borbi protiv neuravnoteženosti – *mura*, umesto proizvodnje u velikim serijama, proizvode se manje serije, jednako raspoređene u vremenskim intervalima npr. na nivou jedne smene [8].

Heijunka je iskorišćena za ujednačavanje proizvodnje i serija, takođe je putem nje određena i sekvence proizvodnje kao i uravnoteženje opterećenosti radnih mesta kako bi se uskladio Takt-time sa Cycle-time-om, uz to je izrađena i Heijunka kutija sa sprovođenje nivelisanja.

Kanban - Kanban je japanska reč, koja grubo prevedeno znači „vizuelna tabla“ ili „znak“ [9], i to je jedan od alata koji omogućava sprovođenje Just-in-Time načina proizvodnje. Kanban je jednostavan vizuelni alat za menadžment snabdevanjem, zasnovan na pull sistemu Just-in-Time-a, koji signaliziranjem šta je potrebno, kada je potrebno, gde je potrebno i koliko je potrebno. Kanban signalizira informaciju koja ili pokreće proizvodnju ili dopunu zaliha. Kanban je primenjen kroz izradu Kanban kartica putem kojih je omogućeno sprovođenje Heijunka i efektivno prenošenje informacija učesnicima sistema o potrebama u sistemu. Izrađeno je i primenjeno tri tipa Kanban kartica:

1. **Transportna Kanban kartica** se koristi za izuzimanje materijala i delova iz skladišta za potrebe radnih mesta kao i preuzimanje delova sa radnih mesta za potrebe narednog radnog mesta u pro-cesu.
2. **Proizvodna Kanban kartica** se koristi za signaliziranje da je potrebno izraditi neki deo ili proizvod radnicima na radnim mestima, takođe služi za postavljanje u Heijunka kutiju i organizovanje sekvence proizvodnje.
3. **Dobavljačka Kanban kartica** služi za signaliziranje da je potrebno naručiti određeni materijal ili deo od dobavljača, one se postavljaju u supermarket na deo koji predstavlja nivo zaliha kada se mora otpočeti ciklus nabavke kako bi se proizvodnja odvijala bez prestanka.

Kaizen - Kaizen je filozofija koja je označava proces stalnog ili kontinualnog postepenog unapređenja standardnog načina rada [10], koji se primenjuje na nivou celog preduzeća i u kojem učestvuju svi zaposleni, gde se svi u sistemu podstiču da predlažu moguća unapređenja načina rada. Kaizen je primenjen tako što je prikazan problem nepotrebnih pokreta radnika i grešaka u kvalitetu proizvoda koji je rešen tako što su eliminisani nepotrební pokreti promenom pozicije alata i ugrađivanjem Poka-Yoke uređaja za sprečavanje greške.

Single-Minute-Exchange-of-Dies (SMED) – predstavlja Lean alat čiji je cilj da svede vreme trajanja svih podešavanja na jednocifren broj minuta koji je razvio Shigeo Shingo-a konsultanta u Toyota-i, koji je razvoj SMED-a započeo još 1950. godine, a usavršio je tek 1969. godine [11]. SMED je primenjen tako što su napravljeni kalupi koji se uklapaju jedan u drugi i koji omogućavaju pravljenje različitih proizvoda sa minimalni podešavanjima prilikom promene.

Jidoka - Jidoka predstavlja drugi stub TPS-a, a sama reč Jidoka prevedeno znači automatisation (autonomacija) ili „automatizacija sa ljudskim dodirorom“ [12]. Autonomacija podrazumeva prebacivanje ljudske inteligencije na mašinu. Jidoka predstavlja ugađivanje kvaliteta u proizvod. Jidoka je primenjena putem njenih elemenata Andona i Poka-Yoke, a i putem 5 Zašto? tehnike kroz prikazivanje problema u radu uočavanja problema do otkrivanja uzroka problem.

Andon – reč Andon u japanskom je tradicionalno vezana za papirni fenjer, dok je u Jidoki Andon vezan za signaliziranje problema ili zaustavljanja linije [13]. Andon je tabla ili svetlo koje signalizira svim radnicima u sistemu da postoji neki problem bilo to putem neke vizuelne (svetlećim bojama, znakovima) ili zvučne signalizacije (alarmi) i time je namenjen da skrene pažnju svima unutar sistema na dati problem kako bi se pristupilo njegovom rešavanju. Andon je primenjen postavljanje Andon table za signaliziranje problema u proizvodnom pogonu i postavljanjem Andon kanapa iznad glava radnika kako bi signalizirali svima problem na koji naiđu.

Poka-Yoke je japanska reč koja znači „Izbegavanje Greške“ i njegova svrha je da eliminiše nedostatke proizvoda sprečavanjem, ispravljanjem ili skretanjem pažnje na ljudske greške dok se javljaju [14], na taj način sprečava da greške ili defekti nastave dalje u procesu i na kraju dođu do kupca. Poka-Yoke je primenjena kroz postavljanje hibridnih uređaja na radna mesta za sprečavanje grešaka putem metode kontakta i signalizacije na osnovu boja uređaja i proizvoda koji se izrađuje.

5 Zašto? - 5 Zašto? je tehnika koju je tridesetih godina prošlog veka izumeo Sakiichi Toyoda, tehnika podrazumeva gledanje bilo kog problema i postavljanja pitanje: „Zašto?“ i „Šta je izazvalo ovaj problem?“ [15]. 5 Zašto? je primenjen tako što je prikazan problem u radu gde je zatim pomoću tehnike otkriven osnovni uzrok problema kao i rešenje za isti.

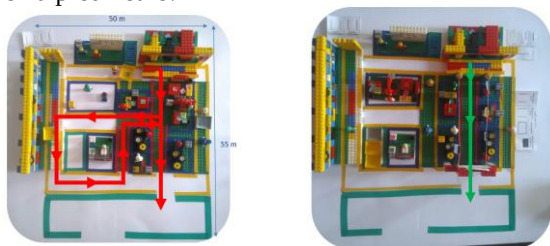
Izgled sistema nakon primene svih elemenata dat je na Slici 5.



Slika 5 Ceo sistem

4. ISTRAŽIVANJE OPTIMALNOG RASPOREDA SISTEMA

Nakon izrade sistema, model je primenjen na istraživanje optimalnog rasporeda sistema tako da su radna mesta bila organizovana najpre prema procesno prilazu, a zatim prema predmetno.



Slika 6 Procesni i Predmetni raspored

Oba rasporeda su upoređena putem karti procesa, na osnovu kojih se došlo do rezultata da je pri predmetnom u odnosu na procesni potrebno daleko manje vremena rada 90.000 [min/god] prema 140.000 [min/god], da je količina kretnje višestruko manja 84.960.000 [kgm/god] prema 246.960.000 [kgm/god], da je rastojanje pređeno za proizvodnju jednog proizvođačka višestruko manje 35 metara prema 130 metara i da je broj učesnika manji 9 prema 13.

5. ZAKLJUČAK

Putem primene svih alata pokazana je njihova komplementarnost, kako se jedni na druge nadovezuju i čine jedinstvenu celinu koja funkcioniše u cilju kontinualne proizvodnje kvalitetnog proizvoda, smanjivanja vremena trajanja ciklusa proizvodnje i kontinualnog unapređenja radi postizanja perfekcije. Od primenjenih alata je stvorena jedinstveni sistem koji funkcioniše zahvaljujući ne pojedinačnom alatu već njihovom zajedničkom delovanju.

Putem ispitivanja izvršenom na modelu prikazano je kako način raspoređivanja radnih mesta može da utiče na višestruku optimizaciju potrošnje resursa i da modeli proizvodnih sistema imaju velike koristi u pogledu optimizacije načina rada. Primenom modela na ovo ispitivanje prikazano je kako modeli mogu da unaprede

način rada uz mnogo manje potrošenih resursa nego da je ispitivanje rađeno u realnom sistemu.

6. LITERATURA

- [1] J. Božikov, „Modeliranje i simulacija“, p. 1, 2006. [Pristupljeno 17 Septembra 2021].
- [2] M. Lazarević, „Proizvodni i uslužni sistemi“, Fakultet Tehničkih Nauka, 2020.
- [3] C. Protzman et al., „Brief History of Lean“, *The Lean Practitioner's Field Book*, pp. 2-1-2-36, 2018. Dostupno: 10.4324/9781315373843-3 [Pristupljeno 18 Avgust 2021].
- [4] Iuga, Maria & Kifor, Claudiu. (2013). *Lean manufacturing: The when, the where, the who*. Land Forces Academy Review. 18. 404-410.
- [5] S. Smith, „Muda, Muri and Mura“, *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, no. 2, pp. 36-37, 2014.
- [5] J. Womack and D. Jones, *Lean thinking*. London: Free Press, 2003. pp. 15-90, 349.
- [6] M. Lazarević and N. Sremčev, „5S, Vizuelno upravljanje“, Fakultet Tehničkih Nauka, 2020.
- [7] „Heijunka“, Fakultet Organizacionih Nauka, 2021.
- [8] M. Lazarević and N. Sremčev, „Heijunka, Sistemi široke strukture i malih količina i Ukupna Efikasnost Opreme (Overall Equipment Effectivness) – OEE“, Fakultet Tehničkih Nauka, 2020.
- [9] „What Is Kanban? Explained in 10 Minutes | Kanbanize“, *Kanban Software for Agile Project Management*, 2021. [Online]. Dostupno: <https://kanbanize.com/kanban-resources/getting-started/what-is-kanban>. [Pristupljeno: 08- Sep-2021].
- [10] J. Chen, J. Dugger and B. Hammer, „A Kaizen Based Approach for Cellular Manufacturing System Design: A Case Study“, *The Journal of Technology Studies*, vol. 27, no. 2, 2001. Dostupno: 10.21061/jots.v27i2.a.3 [Pristupljeno 8 Septembra 2021].
- [11] S. Shingo, A. Dillon and N. Bodek, *A Revolution in Manufacturing*. Portland: Productivity Press, 1985, pp. 21-31.
- [12] W. Phillips Jr., „Jidoka for Product Development of Electronic Modules for Automotive Applications“, Masters, Massachusetts Institute of Technology, 2003.
- [13] J. Tisbury, *Your 60 Minute Lean Business - Jidoka*, 1st ed. 2014, pp. 7-15.
- [14] M. Dudek-Burlikowska and D. Szwieczek, „The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process“, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, vol. 36, no. 1, pp. 95-102, 2009. [Pristupljeno 13 Septembra 2021].
- [15] H. Marquis, „5 Whys to Solve Problems“, *DITY Weekly Newsletter*, vol. 5, no. 39, pp. 1-3, 2009. [Pristupljeno 14 Septembra 2021].

Kratka biografija:



Bojan Jerinić rođen je u Novom Sadu 1997. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodni sistemi - Projektovanje modela proizvodnog sistema primenom Lean filozofije odbranio je 2021.god.
kontakt: bojanjerinic23@gmail.com

**UPRAVLJANJE ONLINE MARKETING KOMUNIKACIJAMA U KOMPANIJI
„MILŠPED“****ONLINE COMMUNICATIONS MANAGEMENT IN COMPANY „MILSPED“**

Sonja Radić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Digitalna marketing strategija se temelji na primeni nove informaciono komunikacione tehnologije. Sada poslovni sistemi mogu interaktivno da komuniciraju sa svojim auditorijumom. Upotrebom društvenih mreža, koje su sastavni deo web okruženja, kompanije mogu da prenesu informacije do brojnih interesnih strana i da predstavljaju svoje poslovanje u najboljem mogućem svetlu. Predmet ovog rada jeste upravljanje online marketing komunikacijama u kompaniji „MILŠPED“. Cilj rada je da opiše način unapređenja upravljanja online marketing komunikacijama kompanije Milšped, kako bi se pozitivno delovalo na poslovne rezultate ovog poslovnog sistema.

Ključne reči: *Milšped, marketing, komunikacije*

Abstract – Digital marketing strategy is based on the application of new information and communication technology. Business systems can now interact with their audience. By using social networks, which are an integral part of the web environment, companies can convey information to a number of stakeholders and present their business in the best possible light. The subject of this paper is the management of online marketing communications in the company "MILŠPED". The aim of this paper is to describe the way to improve the management of online marketing communications of the company Milšped, in order to have a positive effect on the business results of this business system.

Keywords: *Milšped, marketing, communication*

1. UVOD

U okviru savremenih uslova poslovanja, kompanije moraju da pozicioniraju svoje strategije veoma efektivno i efikasno, kako bi poslovanje bilo orživo i konkurentno. Promotivne aktivnosti, u vreme razvoja informaciono komunikacione tehnologije, doživljavaju svoju ekspanziju. Postoji veliki broj promotivnih metoda, strategija, tehnika, koje kompanije mogu da koriste u današnjem poslovanju. Sve ove promotivne aktivnosti, kompanija bi trebalo da koristi kako bi obezbedila adekvatan menadžment prodaje i kako bi njena trgovina doživela procvat, tako, i marketing aktivnosti sada mogu da budu realizovane u e okruženju.

NAPOMENA:

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

Marketing u elektronskoj sferi posmatra se kao jedna nova naučna disciplina. Savremeni trendovi ove naučne discipline se odnose na široku primenu Interneta, kako na strani ponude, tako i na strani tražnje, ali i na implementaciju koncepta održivog razvoja u okviru tržišta.

2. RAZVOJ KOMPANIJE MILŠPED NA TRŽIŠTU

Kompanija Milšped Group osnovana je u Beogradu 1993. godine. Posle 28 godina Milšped je tržišni lider i jedna od najvećih kompanija iz oblasti transporta i logistike u jugoistočnoj Evropi.

Ono što su od početka bile ideje vodilje u poslovanju, vrhunska profesionalnost, visoki kvalitet usluga, vrednosti korporativne kulture i poštovanje partnerskih odnosa sa klijentima, ostale su to do današnjeg perioda.

U međuvremenu, Milšped je išao u korak sa vremenom, a vrlo često i ispred njega, u hodu usvajajući najmodernije tehnologije u skladišnom poslovanju, transportnim aktivnostima, pružanju ostalih logističkih usluga, consulting-u.

Bazirajući svoje poslovanje na mladom i školovanom kadru, koji je u toku sa aktuelnim trendovima u biznisu, koristeći znanje i iskustvo stečeno kroz dugogodišnje poslovanje, Milšped je rastao sve dok u jednom trenutku nije postao spreman za globalni izazov.

2.1. Milšped – principi poslovanja

VIZIJA: Globalno prepoznatljivo ime po vrhunskim logističkim rešenjima i uslugama.

MISIJA: Konstantno pronalazimo nova i bolja rešenja za klijente sa kojima gradimo dugoročne partnerske odnose.

Milšped svoj uspeh i lidersku poziciju na tržištu gradi zahvaljujući pouzdanim, stručnim i lojalnim kadrovima. Dugi niz godina tokom rasta i razvoja kompanije, planski su stvarani kadrovi i čitavi naraštaji koji će dugoročno nositi breme uspeha, inovativnosti i regionalnog rasta.

2.2. Delatnost kompanije Milšped

1. FTL, groupage i carinsko posredovanje
2. Skladištenje i distribucija
3. Brodski, avio i železnički transport
4. Industrije
5. Autologistika

3. INTERNET MARKETING – OSVRT NA KOMPANIJU

Kompanija u svrhu promocije koristi svoj interaktivni sajt, koji je prikazan na narednoj slici:



Slika 1. Izgled sajta kompanije Milšped [1]

Kompanija je važne informacije grupisala u okviru klasa: naše usluge, globalna mreža, lokalne informacije, vesti, karije i kontakt. Sajt je dostupan na engleskom i srpskom jeziku i kontinuirano se unapređuje.

Kompanija nastupa i u okviru društvenih mreža. Na facebook društvenoj mreži se može identifikovati ukupno 9.738 osobe koje stranicu prate.

Sve važne informacije o poslovanju, klijentima, isporučiocima, kompanija objavljuje na svom profilu. Kompanija često ažurira informacije na ovoj društvenoj mreži.



Slika 2. Kompanije Milšped na Facebook-u [2]

Kompanija je na početnoj stranici objavila sve najvažnije informacije o svom poslovanju, na Facebook društvenoj mreži.

Kompanija je aktivna i u okviru društvene mreže Instagram. Kompanija na ovoj društvenoj mreži ima 398 objava, 2009 pratilaca i 213 osoba koje prati.

Promotivni snimci o kompaniji se nalaze na Youtube društvenoj mreži. Kompanija nema svoj lični kanal na društvenoj mreži Youtube, što bi moglo da se formira.

Kompanija nema svoj nalog na Twitter mreži, ali se reklamira preko svojih partnera, kao što je partner KK Partizan.

Kompanija Milšped je za praznike svim svojim partnerima, putem mail-a slala čestitke, što je još jedan vid online promocije.

Kompanije je u okviru online okruženja pojavljuje i u okviru brojnih online časopisa. Jedan od primera je časopis Industrija.

Kompanija svoje poslovanje predstavlja u online okruženju i preko specijalizovanih sajtova za poslove špedicije. Jedan od primera jeste sajt <http://www.spedlog.org.rs>. Ovaj transport se često posećuje od strane korisnika i od strane konkurenata, pa

kompanija želi da bude i deo tog virtuelnog okruženja. Preko specijalizovanih sajtova kompanija dopire do različitih ciljnih grupa svog poslovanja i obezbeđuje prisutnost u različitim sferama online sveta. Primer profila na ovom sajtu je prikazan na slici ispod.



Slika 3. Promocija kompanije Milšped na sajtu [3]

Kompanija je angažovala i agenciju koja je osmislila inovativno CRM rešenje. Ovo rešenje šalje automatske čestitke svim zaposlenim za rođendan, koji su unešeni u bazu podataka. Ovo rešenje je veoma inovativno.

Povodom Olimpijade koja se održavala u Riju 2016. godine, za višegodišnjeg klijenta Milšped, marketing agencija je organizovala interaktivno takmičenje - kviz, Milšped Olimpijski kviz.

Takmičenje je organizovano na Facebook stranici klijenta radi povećanja brand awareness-a, kako je Milšped bio zvanički logistički partner Olimpijskog tima Srbije. Koncept je bio da svakom korisniku, nakon upisivanja osnovnih kontakt podataka, ponudi set od 5 pitanja na temu Olimpijskih igara.

Na kraju svakog od 5 pitanja, svaki korisnik se putem našeg sistema rangirao na osnovu tačnosti odgovora i potrošenog vremena za odgovaranje na pitanja. Nagrade su bile LCD TV, vaučeri i sportskim radnjama i prodavnicama bicikala i opreme, kao i Milšped brendirani pokloni.

Ista agencija je radila i na kreiranju online Milšped berze. To je web portal čiji je cilj brzo povezivanje Milšped tima i proverenih prevoznika sa tačno određenim kriterijumom prevoza radi što bržeg i efikasnijeg rešavanja vanrednih situacija u prevozu, povećanja efikasnosti i smanjenja troškova prevoza.

Sve ovo su pokazatelji izuzetne rasprostranjenosti kompanije Milšped u digitalnom svetu. Prostora za unapređenje marketing komunikacija, tradicionalnih i online, uvek postoji, što je opisano u nastavku.

4. UNAPREĐENJE PROMOTIVNIH AKTIVNOSTI KOMPA NIJE MILŠPED

4.1 Youtube marketing

Kompanija Milšped bi svoje promotivne aktivnosti prvenstveno mogla da unapredi osnivanjem svog kanala na Youtube društvenoj mreži. Kada kompanija osnuje ovaj kanal, potrebno je da ga promoviše u okviru društvene mreže Facebook, deljenjem linka.

Youtube oglašavanje koristi AdWords for Video, koji predstavlja element AdWords platforme. On je usredsređena na vid oglašavanja koje se obavlja preko video materijala.

Jedna od najvećih prednosti ovog sistema jeste TrueView in-stream opcija, koja omogućuje da se plaćanje obavlja preko CPV modela.

Ovaj vid naplate podrazumeva da će kompanija koja želi da oglašava poruku, platiti za tu uslugu, tek onda kada korisnik pogleda 30 sekundi oglasa koji je plasiran. Ukoliko je sadržaj kraći od 30 sekundi, plaćanje se vrši samo ako korisnik pogleda celokupan video. Ova naplata je veoma dobra, jer za neefikasnost ne zahteva nikakvu naknadu. Broj karaktera nije ograničen, a nije ograničeno ni trajanje. Korisnici mogu da saslušaju jednu veoma lepu predstavu o kompaniji. Veoma je zanimljiv podatak o tome da se skoro polovina video sadržaja pregleda putem mobilnih telefona, koristeći Youtube.

U okviru Youtube sajta, postoje tri vrste oglasa za koje se kompanije mogu odlučiti, za vreme svog oglašavanja:

- oni koji se emituju pre učitavanja videa koji je odabran (TrueView in-stream),
- oni koji se emituju u delu „Related Videos“ (TrueView in-display ads),
- oni koji se ističu na naslovnoj strani i koji se naplaćuju po svakom danu (YouTube Masthead Ad – Reserved Media Placement).

AdWords for Video poseduje sve one opcije koje ima i Google Display, ali se mogu targetirati i oni kanali koji su pojedinačni ili posebni. TrueView formati zahtevaju hostovanje na Youtube, pa to obezbeđuje Youtube Analytics i Google Analytics. Kada dođe do povezivanja između Youtube i Analytics, dostupna je i opcija Remarketing.

Modeli Youtube oglasa se mogu svrstati u okviru sledeće tri kategorije:

- promocija koja se odvija preko video reklama koje nisu zvanične. Ovaj model podrazumeva da reklame ne mogu biti emitovane u okviru medija koji su tradicionalni i njihovo prikazivanje nije po zakonu. Kompanija plaća određenom subjektu, kako bi on postavio reklamu u okviru svog naloga, koji je privatni. On prikazuje taj sadržaj kao svoj video iako on nema veze sa njegovom kompanijom,
- reklama koja se odvija putem videa. U toku pregleda određenog sadržaja u okviru Youtube kanala, dolazi do prikazivanja kratke reklame, obično u trajanju od deset sekundi. Ova reklama ne može da se preskoči dok ne prođe izvesno vreme, niti da se premota,
- reklame na videu putem Google AdSense. Popularni korisnici imaju mogućnost da ugrade ovaj sistem u okviru svojih video sadržaja, da postavljaju nove, tuđe sadržaje i da tim putem zarade novac. Pod popularnim korisnicima se podrazumevaju oni koji su redovni u okviru ažuriranja svojih naloga, koji stalno emituju nove sadržaje i imaju veliki broj pregleda. Kompanije stiču prednosti putem korišćenja ovog modela oglašavanja, jer korisnici mogu da pogledaju reklamu koja je odnosi na temu koja ih zanima.

4.2 Apeli

Apeli koje kompanija treba da koristi su:

- Milšped – sinonim za logistiku,
- Milšped – uvek uz vas, i poslovno i privatno,
- Milšped ne poznaje granice.

4.3 Lična prodaja

Kompanija treba kao vid lične prodaje da uvede praksu posete preduzeća od strane trgovačkih putnika. Trgovački putnici će svakodnevno da obilaze različite poslovne sisteme, potencijalne kupce i da im dostavljaju kataloge u okviru kojih se nalaze sve informacije o uslugama kompanije.

Lična prodaja podrazumeva da se kupci informišu o uslugama, tako što se uveravaju da je bitno i korisno da se odluče za usluge ove kompanije, pri čemu dolazi do procesa lične komunikacije u okviru nekoliko različitih situacija. Prodavac ima slobodu da da informacije kako bi se ostvarilo zadovoljstvo kupaca.

Njegov zadatak jeste da sluša kupce i njihove zahteve i da na osnovu dobijenih informacija predstavi svoj proizvod. Predstaviće svoj proizvod zajedno sa njim i njegove prednosti i mane i objasniti kupcu iz kog razloga je taj proizvod idealan za njega.

Cilj je naravno prodaja, ali ne ona koja će biti kratkotrajna, već da se uspostavi dugoročna veza između zadovoljnog kupca i dobrog prodavca. Poverenje koje nastaje između kupca i prodavca je jako važno, jer na osnovu poverenja i zadovoljnog kupca se zasniva i lojalnost koja može predstaviti konkurentsku prednost na tržištu.

4.4 Unapređenje prodaje

Unapređenje prodaje pretpostavlja sve marketinške napore koje kompanija pokreće u cilju povećanja sveukupnog profita. Menadžeri sa orijentacijom ka prodaji, unutar svake firme, se shodno svojim interesovanjima i zaduženjima, bave promotivnim aktivnostima koje bi dovele do unapređenja prodaje.

Uspešnost njihovog rada i uspešnost samih akcija se ogleda u dnevnim, nedeljnim ili mesečnim izveštajima o prodaji. Eksterno, mnoge kompanije se danas suočavaju sa gotovo svakodnevnom i pri tome agresivnom konkurencijom u kategoriji najrazličitijih brendova.

Rezultati ovakvih prodajnih aktivnosti se relativno brzo, neposredno po završetku samih aktivnosti, mogu videti. Na ovaj način se direktno mogu sagledati troškovi korporativnog oglašavanja u određenoj promotivno-prodajnoj akciji.

Unapređenje prodaje je ključni elemenat u marketinškim kampanjama koje pomažu organizaciji da postigne svoje ciljeve. Osnovni cilj svake organizacije je da maksimizuje profit, da ima najveći udeo na tržištu i da postane lider u tržišnom konkurentnom okruženju. Suština osnivanja privrednog društva je da zarađuje.

Unapređenje prodaje postoji da direktno utiče na ponašanje kupaca. Prodaja je jedan od važnijih elemenata marketing miksa, ona je usmerena na realizaciju transakcije proizvoda s ciljem da se ostvari što bolji odnos sa potrošačima. Obuhvata odluke i aktivnosti koje određuju dostupnost proizvoda ciljnom tržištu.

U obliku promotivnih aktivnosti unapređenja prodaje kompanije, u obzir se mogu uzeti:

- korporativna promotivna sredstva,
- VIP kartice,
- nagradne igre.

Korporativna promotivna sredstva predstavljaju sva kompanijska promotivna sredstva koja su brendirana nazivom kompanije. U korporativna promotivna sredstva spadaju različiti promotivni artikli: kišobrani, olovke, upaljači, privesci, zastavice, rokovnici, brendirana tekstilna konfekcija, kalendari i ostalo.

4.5 Odnosi s javnošću

Kompanija treba odnose sa javnošću da realizuje izjavama vlasnika na lokalnim i regionalnim televizijama. Konferencija za štampu će biti organizovana povodom pokretanja nove usluge. Biće upriličena proslava sa medijskim ličnostima kao obeležavanje pokretanja novog tipa usluga.

Kompanija može da bude sponzor:

- Vukovog sabora,
- Drinske regate,
- Dečije nedelje u oktobru.

Kompanija treba da nastavi da bude sponzor i donator događaja na kojima je i do sada učestvovala.

Kompanija bi mogla da u promotivna sredstva uključi i bilbord, gde bi svakog meseca menjala sliku i prikazivala neku drugu uslugu koja se može pronaći u njenom asortimanu. Isto tako, kompanija može da bilbordu da ističe i adrese svog sajta i društvenih mreža na kojima nastupa.

5. ZAKLJUČAK

Savremene kompanije moraju da vode računa o tome da u okviru marketing okruženja postoji trend porasta broja tehnika, metoda i načina na koji se mogu realizovati promotivne kampanje. Svaka promotivna metoda ima povratni uticaj na uspeh kompanije, jer od njene eksploatacije zavisi i dalji rad kompanije. Ukoliko se promotivne aktivnosti realizuju uspešno, to znači da je u kompaniji obavljen veoma dobar posao.

Razvoj Interneta je u velikoj meri uticaj na marketing aktivnosti, pa tako kompanije sada veliki deo svojih kampanja realizuju ovim putem. Kompanije se trude da obezbede dobru kombinaciju savremenih i tradicionalnih kanala komunikacije i da tako privuku sve veći broj korisnika.

Kompanije imaju veliki izbor metoda i tehnika pomoću kojih mogu da se predstave u elektronskom okruženju. Sada kompanije moraju samo da pronađu efektivan skup, koji će omogućiti najbolji efekat kod ciljne grupe. Kompanije isto tako imaju mogućnost da realizuju i brojna marketing istraživanja na Internetu. Više nego ikada, kompanije imaju dostupne brojne sekundarne i primarne podatke, koje mogu da koriste u svrhu osvajanja novih korisnika i zadržavanja postojećih. Kompanije svoje marketing istraživanje sada mogu da realizuju veoma efikasno, pravovremeno i da obuhvate široku populaciju, s tim što ni troškovi obrade podataka nisu veliki.

Elektronsko okruženje je ukinulo granice u poslovanju, pa se i tako marketing aktivnosti sada mogu plasirati bez obzira na to gde se osoba nalazi, a gde se nalazi subjekt koji plasira poruku.

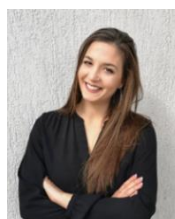
Olakšanje je primetno, kako za kompaniju, tako i za potrošače, pa je potrebno biti svestan prednosti koje Internet marketing nosi sa sobom, ali isto tako, važno je obratiti pažnju i na sve nedostatke koji su pomenuti, kako ne bi dolazilo do neplaniranih situacija u poslovanju.

Kompanija Milšped je efikasno i efektivno sprovela svoje marketing aktivnosti. Kompanija bi trebalo u budućnosti da unapredi svoje poslovanje u smislu promocije na način koji je prikazan u radu, kako bi stalna poboljšanja bila deo njene poslovne kulture i kako bi celokupna kompanija osetila napredak. Tako bi kompanija Milšped mogla da održi svoj tržišni udeo i održivo ga proširi u budućnosti.

6. LITERATURA

- [1] Avramović, M., Popović, S., Promotivne aktivnosti u turizmu, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Leskovac, 2016.
- [2] Bauer, I., Digitalni marketing, Zavod za udžbenike, Beograd, 2015.
- [3] Đukić, S., Osnovi marketing komuniciranja, Ekonomski fakultet, Niš, 2011
- [4] Harrison-Walker, J., The measurement of a market orientation and impact on business performance, Journal of Quality Management, Vol. 6, 2001.

Kratka biografija:



Sonja Radić rođena je u Sremskoj Mitrovici 1995. godine. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka završila je 2020. godine smer Industrijski marketing i inženjerstvo medija. Master akademske studije upisala je u oktobru 2020. godine. Zaposlena u kompaniji Premium – polisa koja se bavi posredovanjem u osiguranju na poziciji Account executive u Beogradu. kontakt: sonjaradic19@gmail.com

**ISPITIVANJE UTICAJA VEGETACIONOG POJASA NA KVALITET VODE
ZAŠTIĆENOG PODRUČJA ZOBNATICA****INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE VEGETATION BELT ON THE
WATER QUALITY OF THE PROTECTED AREA OF ZOBNATICA**Olivera Šaula, Boris Obrovski, Ivana Mihajlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE**

Kratak sadržaj – Zadatak rada jeste analiza i procena uticaja vegetacionog pojasa na kvalitet vode zaštićenog područja Zobnatice. Analizirani su različiti fizičko hemijski parametri u uzorcima ocedne vode jezera Zobnatice (pH, rastvoreni kiseonik, hemijska potrošnja kiseonika (HPK), biološka potrošnja kiseonika (BPK5), ukupni organski ugljenik (TOC), nitriti, nitrati, ortofosfati, amonijum jon, ukupan azot, ukupan fosfor, elektroprovodljivost, fenoli i metali (nikl, gvožđe, cink, hrom, bakar). Kroz rad je predstavljeno kako se narušava prirodni balans vodenog ekosistema i same vode. Održivo i prirodno rešenje su zaštitni zeleni pojasevi sa funkcijom filtracije kroz korenski sastav i zadržavanja polutanata iz rasutih izvora drvećem i žbunjem.

Ključne reči: Vegetacioni pojas, eutrofikacija, ocedna voda.

Abstract – The task of the paper is to analyze and assess the impact of the vegetation belt on the water quality of the protected area of Zobnatice. Different physicochemical parameters in the leachate samples of Lake Zobnatice were analysed (pH, dissolved oxygen, chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD₅), total organic carbon (TOC), nitrites, nitrates, orthophosphates, ammonium ion, total nitrogen, total phosphorus, electrical conductivity, phenols and metals (nickel, iron, zinc, chromium, copper). The paper presents how the natural balance of the aquatic ecosystem and the water itself is disturbed and polluted. Sustainable and natural solutions are protective green belts to filter through the root composition, as well as to keep the pollutants from scattered sources by the trees themselves and confusion.

Keywords: Vegetation belt, eutrofication, leachate.

1. UVOD

Jedan od ekoloških ciljeva je očuvanje i obnova ekosistema, jer je većina prirodnih staništa uništena u poljoprivrednim područjima. Obale uz reke, kanale i jezera predstavljaju staništa za razne male životinje, vodozemce, sitne gmizavce, a one su potrebne da ostanu u što prirodnijem stanju. Nestankom drvoreda, livada i drugih zelenih obalskih pojaseva smanjuje se populacija organizama

NAPOMENA:

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

razlagača, tako da zemlja ne može da obezbedi hranljive materije biljkama, dolazi do kontaminacije vode, posebno akumuliranjem nitrata i nitrita koji se javljaju i u pitkoj vodi i tako se ugrožava zdravlje ljudi.

Zagađujuće materije potiču od prirodnih i veštačkih đubriva i mineralnih soli. Korišćenje đubriva kao posledicu ima proces eutrofikacije vode, akumulaciju štetnih supstanci u zemljištu, narušava se pH vrednost, količina rastvorenog kiseonika, mineralni sastav i drugo [1, 2]. Korišćenjem takve zagađene vode uzrokuje razne bolesti, patogene bakterije, viruse i parazite.

Jedan od mogućih načina poboljšanja kvaliteta vode i ekosistema određene regije jeste izgradnja zelenog zaštitnog pojasa na obali, a kroz ovaj rad će se detaljnije analizirati svrha i funkcija zelenog pojasa u okolini jezera Zobnatice [3].

Jezero Zobnatice okruženo je poljoprivrednim zemljištem gde se vrši intenzivna poljoprivredna proizvodnja. Jezero pruža turistički potencijal od samog jezera preko ergele i raznih kulturnih objekata, a nalazi se pored naseljenog mesta Bačka Topola, i kao takvo, izloženo je raznim koncentrisanim i rasutim zagađivačima koji direktno utiču na kvalitet vode.

Površinski oticaj, erozija, unos raznih hemijskih sredstava sa okolnih obradivih površina mogu značajno da utiču na kvalitet vode, sadržaj nutrijenata, organske materije i patogenih supstanci u vodi [4]. Zbog svega navedenog dolazi do degradacije vode jezera, narušavanja prirodne flore i procesa eutrofikacije.

Cilj ovog rada jeste ispitivanje stanja vode u oblasti jezera Zobnatice, kao i procena uticaja zaštitnog zelenog obalskog pojasa na stanje vode. Analiza će pomoći u determinaciji faktora koji utiču na zaštićeno područje Zobnatice, pre svega koncentrisana i rasuta zagađenja poreklom iz poljoprivrede. Poboljšanjem upravljanja vodama, zaštitom stanja vodenih ekosistema poboljšava se stanje voda i omogućuje dobro stanje životne okoline.

**2. UTICAJ POLJOPRIVREDE NA KVALITET
VODE ZAŠTIĆENIH PODRUČJA**

Poljoprivreda je veoma veliki potrošač vode, a potrebe za vodom u poljoprivredi su: 70% od globalne upotrebe vode, a u nekim manje razvijenim zemljama i preko 90%.

Problemi u zaštiti životne sredine javljaju se usled neodgovarajućeg korišćenja različitih hemijskih sredstava u poljoprivrednoj proizvodnji pri čemu veće količine zagađujućih materija dospevaju u zemljište, površinske i

podzemne vode. Veliko zagađenje vodenih tokova potiče sa stočnih farmi kao i klanica, jer u uslovima intenzivne poljoprivrede dolazi do zagađenja vode teškim metalima, nitratima, nitritima, fosfatima, pesticidima i policikličkim aromatičnim ugljovodonicima [5].

Posledica toga su: eutrofikacija, zagađenje pijaćih voda i uticaj na zdravlje ljudi i životinja.

Eutrofikacija postaje sve izraženiji problem, jer je povećanje koncentracije mineralnih materija u površinskim vodama posledica ispiranja mineralnih materija sa poljoprivrednog zemljišta.

U poslednje vreme je naročito zabrinjavajuća eutrofikacija reka, jezera i mora koja se ogleda u "cvetanju algi". Ovakvo „cvetanje vode“ dovodi do smanjenja koncentracije kiseonika i uginuća velikog broja akvatičnih životinja i prenamnožavanja mikroorganizama u vodi.

3. ZNAČAJ ZELENIH POJASA U POBOLJŠANJU KVALITETA VODA

Zaštitni pojasevi definisani su kao područja sa različitim oblicima jednogodišnje ili višegodišnje sađene ili prirodne vegetacije koji se nalaze između zagađenja i recipijenta. Cilj zaštitnih pojaseva će varirati u odnosu na njegovu blizinu vodnom toku, samostalnost vodenog toka, tipa zemljišta, a to je i razlog zašto postoji mnogo različitih vrsta ovih pojaseva [6].

Podizanjem višenamenskog zelenila kao i povezivanjem zelenih površina u jedinstvenu mrežu, poboljšava se ekosistem. Mreža prirodnih i veštačkih zelenih površina predstavlja zelenu infrastrukturu jednog krajolika. Istraživanja su pokazala pozitivnu ulogu vegetacije u uklanjanju pesticida, fosfora, nitrata, a upotreba zaštitnog zelenila za ublažavanje posledica erozije smanjuje troškove izmuljivanja, odnosno uklanjanja sedimenata iz vode. Zeleni pojas smanjuje brzinu proticanja vode po površini tla, a čak i relativno uski zeleni pojasevi mogu ukloniti značajnu količinu sedimenata.

Busenske trave i druge vrste bilja sa vlaknastim korenskim delom su najuspešnije u zaštiti obale od zagađujućih materija koje dospevaju u vodno telo. Takav korenski deo uzima deo hranljivih materija za svoj razvoj, a deo pesticida uspe da razgradi, zahvaljujući velikom broju mikroorganizama i korenskim izlučevinama. Sama funkcija priobalnog zelenog pojasa jeste da protok ocedne vode sa hemikalijama i đubrivom uspori u travnatom pojasu koji zadržava većinu tih čestica, a deo vode koji se infiltrira u zemlju teče preko korenske zone.

Na primer, trska usvaja hranljive materije, a na stabljikama žive sitni organizmi koji se hrane česticama organskog porekla. Drvenaste biljke usporavaju strujanje vazduha i omogućuju taloženje prašine ispred i iza pojasa.

Kako je poznato da različita vegetacija može biti primenjena za poboljšanje kvaliteta vode na različite načine, kvalitet vode će biti na višem nivou, a samim tim i veća mogućnost njenog korišćenja. Kada je u pitanju vegetacija koja se koristi za zaštitu, tu postoji nekoliko podela:

- Vegetacioni pojas namenjen smanjenju transporta zagađenja do vodotoka (eng. *Filter strips*);

- Zaštitni vegetacioni pojas višegodišnje ili zeljaste vegetacije, formiran uz vodotok sa ciljem da se smanji unos zagađujućih materija u vodu (eng. *Buffer strips*);
- Pojas formiran na kosinama i obalama sa ciljem da prihvati zagađujuće materije i eroziju, ali predstavlja i stanište divljih životinja i biljaka (eng. *Riparian buffer*);
- Međe (eng. *Field borders*);
- Pojasna setva trava u cilju redukovanja oticanja vode (eng. *Grassed waterways*);
- Poprečni vegetacioni vetrozaštitni pojas namenjen sprečavanju eolske erozije (eng. *Field windbreaks shelterbelts*);
- Konturni travnati pojasevi umanjuju efekte vodne erozije na nagibima (eng. *Contour grass strips*);
- Vegetacioni pojasevi uz puteve, pruge za smanjenje uticaja vetra na njih i smanjenja transporta zagađenja sa tih objekata na poljoprivredno zemljište (eng. *Living snow fences*);
- Poprečni kontinuirani travnati pojasevi namenjeni umanjuju efekta eolske erozije (eng. *Cross wind trap grass strips*);
- Vlažne zone, staništa divljih biljaka i životinja (eng. *Shallow water areas for wildlife*).

Strateško mesto ovih pojaseva je na poljoprivrednom zemljištu gde se ograničava kretanje nutrijenata, pesticida, i sedimenata sa parcela prema vodnoj površini [7]. Zaštitni obalski pojas predstavlja kvalitetno rešenje za zaštitu vodenih površina, a istovremeno je dobar koridor i stanište divljači.

4. MATERIJAL I METODE

Jezero Zobnatica nalazi se na površini gde se odvija intenzivna poljoprivredna proizvodnja. Jezero se nalazi pod pritiskom unosa azotnih i fosfornih jedinjenja, jer ne postoje upravljačke mere koje bi kontrolisale unos otpadne vode i materija.

Analizom vode jezera Zobnatica, Republičkog Hidrometeorološkog zavoda i agencije za zaštitu životne sredine utvrđen je status eutrofikacije vode. Razvojem fitoplanktonskih algi i makrofita, posebno iz roda modro zelenih algi (*Cyanobacteria*) luče se endo toksini koji su opasni kako za akvatični sistem, tako i za čoveka.

Kampanja uzorkovanja procedne vode sprovedena je na šest lokacija u okolini Jezera Zobnatica. Tokom uzorkovanja nije bilo padavina, a spoljna temperatura vazduha je bila između 28 i 35 °C. Procedna voda je prikupljena iz lokacija koje se nalaze u poljoprivrednim zonama u blizini jezera, a neke lokacije u zoni zelenog pojasa.

Postupak uzorkovanja je sproveden prema standardima SRPS EN ISO 5667-1: 2008 (Smernice za izradu programa uzimanja uzoraka i postupke uzimanja uzoraka), SRPS EN ISO 5667-3: 2007 (Smernice za zaštitu i rukovanje uzorcima vode).

Analizirani su fizičko-hemijski parametri: pH, rastvoreni kiseonik, HPK, BPK₅, TOC, nitriti, nitrati, ortofosfati, amonijum jon, ukupan azot, ukupan fosfor, elektroprovodljivost, fenoli i metali (nikl, gvožđe, cink, hrom, bakar).

Svi fizičko-hemijski parametri analizirani su u Akreditovanoj Laboratoriji za monitoring životne i radne sredine, Departmana za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Korišćene su standardne EPA i HACH metode.

5. REZULTATI I DISKUSIJA

Procena stanja kvaliteta vode zahteva praćenje širokog spektra fizičkih i hemijskih parametara. Kvalitet površinskih voda u Vojvodini je pretežno uslovljen antropogenim uticajima (ispuštanjem komunalnih voda, ispuštanjem industrijskih voda, poljoprivrednom proizvodnjom,...), kao i klimatskim promenama od kojih su suše veoma važne. Ovi problemi karakterišu niske vodostaje i povišene temperature vode. Na teritoriji Vojvodine registrovano je 511 zagađivača.

Preliminarnom analizom površinske vode jezera Zobnatica ustanovljeno je da se jezero svrstava u IV klasu sa lošim ekološkim statusom, ali ipak sa mogućnošću korišćenja vode u određene svrhe. Utvrđeno je prisustvo fosfora i azota u vodi, kao posledice industrije, domaćinstva i poljoprivrednog zemljišta (korišćenjem veštačkog đubriva) koje je u nekim delovima jezera veoma blizu plaže.

Rezultati uzorkovanja procedne vode su ukazali na zagađenje vode nutrijentima (ortofosfatima i nitritima). pH vrednost je bila veća od 8,5, a koncentracije rastvorenog kiseonika niže od 5 mg/L u većini ispitivanih uzoraka, što ukazuje na antropogeno zagađenje. Vrednosti za ortofosfate u koncentracijama od 1,7 do 4,5 mg/L ukazuju na zagađenje iz poljoprivrednih aktivnosti.

Uticaj zelenog pojasa koji trenutno postoji u okolini jezera Zobnatica nije u potpunosti efikasan, što ukazuje na potrebu za dodatnim zelenim pojasem veće širine.

6. ZAKLJUČAK

U Vojvodini 70% čini obradivo zemljište i na tako velikim parcelama vetar lako nosi čestice sa tla zajedno sa hemikalijama koje se vezuju. Većina materijala od kojih su u najvećem delu humus, azot, fosfor, kalaj, putem vetra se taloži na zemlju i putem atmosferskih pojava formiraju ocedne vode koje dospevaju u vodu jezera ili kanala.

Dovođenjem vode u kontaminirano stanje posebno akumuliranjem nitrata i nitrita ugrožava se zdravlje ljudi i životna sredina. Pospesuje se razmnožavanje algi i sitnih beskičmenjaka, koji nakon svog životnog veka formiraju mulj na dnu. Ovakav proces zove se eutrofikacija i pretvara vodu jezera i kanala u zamuljene, a bakterije koje razlažu mulj troše mnogo kiseonika, što dovodi do izumiranja nekih vrsta riba i živih organizama u vodi koje su od izuzetnog značaja i time se narušava prirodni balans.

Ako bi se formirali zaštitni zeleni obalski pojasevi višespratnog višenamenskog zelenila na obali jezera Zobnatica onda bi ocedne vode sa hemikalijama i veštačkim

đubrivom bile većim delom zadržane korenskim sistemom koji bi apsorbirao veliki deo zagađenja sa poljoprivrednih površina i tako bi se veći deo zagađujućih supstanci zadržao u zelenom pojasu, a ne bi dospelo direktno u vodu.

Takvim postupanjem postigao bi se bolji kvalitet vode, manja količina mulja, a samim tim i bolje stanište za veliki broj biljnih i životinjskih vrsta koje žive na obali i u vodi.

Samim tim što su Zavod za zaštitu prirode i Skupština opštine Bačka Topola proglasili parkom prirode "Bačko Topolsku dolinu", odgovornost za očuvanje prirodnih resursa takvog područja ima još veću težinu. Ovo područje ima posebnu vrednost zbog retkih i ugroženih vrsta (vodeni bik, patka njorka, barski petlić, modrovoljka, kao i kolonija crvenih čaplji i gakova) jer predstavlja raj za ptice. Uvođenjem i uređenjem zaštitnog zelenog pojasa omogućuje se i stanište divljači, koje se smanjuje usled jednoličnih prostranih poljoprivrednih površina, a priobalno područje omogućuje očuvanje ribljeg fonda.

Zeleni pojas, osim što ima razne pozitivne karakteristike za biljni i životinjski svet, isto tako ima i za ljude, razvojem turizma, korišćenjem zelenog pojasa za odmor i kupanje, a na manje osetljivim delovima obale može služiti i kao biciklistička staza, ili staza za jahanje, ili samo pešačka staza.

Prilikom izrade zaštitnog zelenog pojasa treba uzeti u obzir klimatske uslove određenog regiona, sa vrednostima letnjih i zimskih temperatura, i da vrste koje će biti podignute budu sa spiska domaćih autohtonih vrsta radi njihovog opstanka i korisnosti.

Ispitivanjem stanja kvaliteta vode uočavaju se eventualni uzročnici zagađenja. Na ovom zaštićenom dobru mora se insistirati na kvalitetnom i dobrom upravljanju koje će se zasnivati na principu održivosti.

Jezero Zobnatica, moguće je sačuvati samo u uslovima povećanog stepena zaštite od zagađenja i drugih mera, kako bi i buduće generacije mogle uživati u lepotama jezera i njegove okoline.

Imajući u vidu da je ovo jezero zaštićeno područje neophodno je razviti ekološku svest budućim generacijama, kao i biološku zaštitu na principima održivog razvoja.

7. LITERATURA

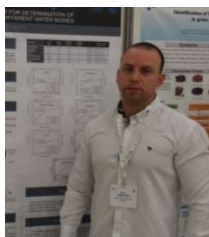
- [1] Belić S., Belić A., Rajković M., Uticaj biljaka na očuvanje kvaliteta vode u kanalima za odvodnjavanje, Letopis naučnih radova, 2007, str. 90-97.
- [2] Leleš B., Nikolić T., Eutrofikacija i ekosistemske usluge akumulacije Zobnatica, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, originalni naučni rad 627.81/551.482.214.
- [3] Sabadoš K., Bošnja T., Kiš A., Kicošev V., Panjković B., Galamboš L., Dragaš K., Đapić M., Interreg-IPA CBC Croatia-Serbia sens wetlands HR_RS135, Višenamenski priobalni zeleni pojas, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad, Srbija, 2019.
- [4] Manojlović M., Bogdanović D., Lazić S., Nešić Lj., Plodnost i opterećenost zemljišta u pograničnom području, Priručnik, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2014, str. 21-42.

- [5] Vranešević M., Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2015.
- [6] Zemunac R., Longitudalna distribucija nutrijenata u vodi i sedimentima vodotoka Jegrička, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2016.
- [7] Savić R., Belić A., Zdravić M., Rajić R., Čanji M., Studija, Predlog monotoringa sedimenata za plan upravljanja vodama sa analizom kvaliteta vode i mulja u vodotocima HS DTD Jegrička, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Departman za uređenje voda, 2012.

Kratka biografija:



Olivera Šaula rođena je u Somboru, 1993. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2019. godine iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine.



Boris Obrovski odbranio je 2020. godine doktorsku disertaciju na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine. Trenutno je zaposlen na Fakultetu tehničkih nauka u zvanju naučni saradnik.



Ivana Mihajlović rođena je u Boru 1984. godine. Od 2020. god. vanredni profesor je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na katedri za Inženjerstvo zaštite životne sredine.

ПРОЈЕКТОВАЊЕ И РЕГУЛАЦИЈА ПОЛОЖАЈА ПОГОНА СА МОТОРОМ ЈЕДНОСМЈЕРНЕ СТРУЈЕ

DESIGN AND POSITION CONTROL OF DC MOTOR DRIVE

Слађан Плавшић, Владимир Поповић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – Мехатроника, роботика и аутоматизација

Кратак садржај – Главна тема овог рада је каскадна регулација положаја погона са мотором једносмјерне струје. Теоријски је извршена анализа математичког модела мотора једносмјерне струје и проучена је основна теорија аутоматског управљања у апликацији електромоторног погона. Извршена је анализа и одабир структуре регулатора за каскадну регулацију положаја као и синтеза регулационих петљи унутар дефинисане каскадне структуре. Верификација теоријских разматрања прво је извршена путем симулација у програмском пакету СИМУЛИНК, симулационог окружења МАТЛАБ. На крају извршена су релевантна експериментална тестирања на развијеном микропроцесорском систему.

Кључне ријечи: Мотор једносмјерне струје, регулација, каскадна регулација положаја, моделовање система

Abstract – The main topic of the paper is the cascaded structure of the servo drive with a DC motor. Theoretical framework including mathematical modeling of DC motor is given, as well as the theory regarding the automatic control of the DC drive. Analysis and synthesis of the control structure in DC servo drive is given to obtain the superior transient performances. Verification of the theoretical considerations is given by extensive simulation and experimental tests on the simulation model and microprocessor based system, respectively.

Keywords: Direct Current Motors, Cascade Position Control, System Modeling

1. УВОД

У раду је коришћен мотор једносмјерне струје (МЈС) са сталним магнетима у сврхе регулације положаја ротора. Коришћени мотор има занемариву динамику успостављања струје у односу на појаве у механичком систему, што ће се показати као веома битна карактеристика приликом пројектовања каскадне регулације положаја. Због предности у односу на остале врсте мотора, МЈС као објекат управљања и даље представља атрактиван извршни орган (актуатор), који се користи у оквиру апликација где се уграђују погони са сервомоторима, [1].

2. УВОД У РЕГУЛИСАНЕ ЕЛЕКТРОМОТОРНЕ ПОГОНЕ

Електромоторни погон (ЕМП) је електромеханички систем који електричну енергију из примарног извора на контролисан начин претвара у механички рад која се користи за покретање механичких оптерећења. Регулисани електромоторни погон (РЕМП) је ЕМП у коме су додате регулационе структуре, помоћу којих је могуће регулисати одговарајуће излазне величине. У зависности од примјене, у РЕМП је потребно регулисати: струју ротора/електромагнетни момент, брзину ротора и положај ротора, [1].

2.1 МЈС као објекат управљања у РЕМП-У

РЕМП са МЈС се може подјелити на два подсистема, механички и електрични подсистем. Механички подсистем обухвата све обртне дијелове укупног момента инерције сведеног на вратило мотора J_m који се обрћу механичком угаоном брзином ω_m . Електромагнетном моменту мотора T_m супротставља се моменат оптерећења T_L као и моменат трења механичких делова, са коефицијентом трења B_m . Једначином 2.1 описана је динамика механичких појава МЈС:

$$J_m \frac{d\omega_m(t)}{dt} = T_m(t) - (T_L(t) + B_m\omega_m(t)) \quad 2.1$$

Једначином 2.2 описан је електрични подсистем који се може посматрати као редно коло отпорника отпорности R_a , калема индуктивности L_a и електромоторне силе услед ротације e_b :

$$u_a(t) = L_a \frac{di_a(t)}{dt} + R_a i_a(t) + e_b(t) \quad 2.2$$

где су са u_a и i_a ефинисани напон и струја роторског намотаја (арматура).

Пребацивањем једначина 2.1 и 2.2 у s домен, и сређивањем у форми функције преноса, добијамо релације за струју и брзину:

$$\omega_m(s) = \frac{1/B_m}{1 + (J_m/B_m)s} T_m(s) - \frac{1/B_m}{1 + (J_m/B_m)s} T_L(s) \quad 2.3$$

$$i_a(s) = \frac{1/R_a}{1 + (L_a/R_a)s} u_a(s) - \frac{1/R_a}{1 + (L_a/R_a)s} e_b(s) \quad 2.4$$

Функција преноса између брзине и положаја гласи:

$$\theta_m(s) = \frac{1}{s} \omega_m(s) \quad 2.5$$

3. КАСКАДНА РЕГУЛАЦИЈА ПОЛОЖАЈА МЈС

Каскадна регулација је концепт где се конструише структура која се састоји од више регулационих петљи,

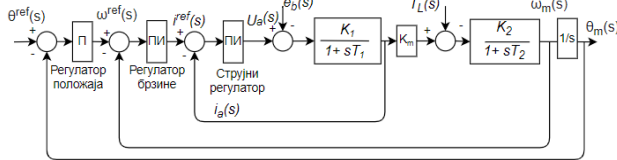
НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада, чији ментор је био доц. др Владимир Поповић

поређаних на хијерархијски начин. Унутрашња петља, на најнижем нивоу, са негативном повратном везом од струје мотора и регулатором струје, дјелује директно на мотор.

На следећем, вишем нивоу је надређена петља са повратном везом од брзине мотора и регулатором брзине, чији је излаз референтна вриједност за унутрашњу петљу по струји.

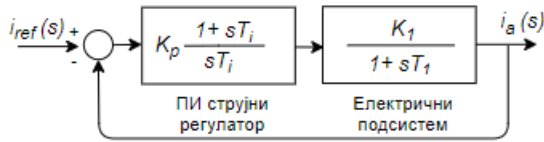
Главна и надређена петља је петља са повратном везом по положају ротора мотора и регулатором положаја, чији је излаз референтна вриједност за регулатор брзине, Сл. 1 [3].



Слика 1 Каскадна регулација положаја погона МЈС

3.1 Каскадна регулација положаја са унутрашњом струјном петљом

Блок дијаграм регулације струје ПИ регулатором без уваженог кашњења погонског претварача приказан је на Сл. 2.



Слика 2 Регулација струје ПИ регулатором

Пошто се ПИ регулатором пропорционалног појачања K_p и времена реакције T_i ефикасно регулише систем првог реда, синтеза параметара регулатора се своди на компензацију доминантне временске константе $T_i = T_1$. Након поступка компензације, добија се еквивалентна функција спрегнутог преноса жељеног пропусног опсега $\omega_{gr} = 1/T_{gr}$:

$$W_s(s) = \frac{K_p K_1 / T_1}{s + K_p K_1 / T_1} = \frac{1}{1 + T_{gr} s} = \frac{\omega_{gr}}{s + \omega_{gr}} \quad 3.1$$

Пропорционално и интегрално појачање се рачунају према једначини:

$$K_p = \frac{T_1}{T_{gr} K_1}, K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad 3.2$$

3.2 Каскадна регулација положаја са подређеним регулатором брзине

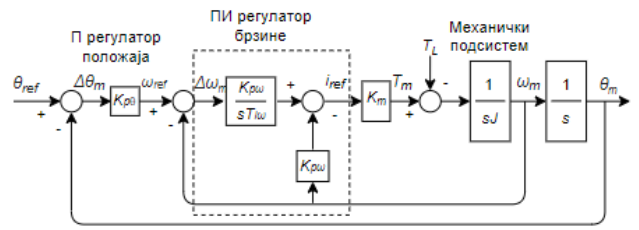
На Сл. 3 приказан је блок дијаграм каскадне регулације положаја са П регулатором и унутрашњим ПИ регулатором брзине.

Надређена петља положаја обухвата унутрашњу петљу брзине, па функција отвореног преноса грешке положаја зависи од $W_{s\omega}(s)$,

$$W_{o\theta}(s) = \frac{\theta_m(s)}{\Delta\theta_m(s)} = K_{p\theta} W_{s\omega}(s) \frac{1}{s}, \quad 3.3$$

а функција спрегнутог преноса положаја је,

$$W_{s\theta}(s) = \frac{1}{1 + \frac{1}{K_{p\theta}} s + \frac{T_{i\omega}}{K_{p\theta}} s^2 + \frac{T_{i\omega} J}{K_{p\omega} K_m K_{p\theta}} s^3} \quad 3.4$$



Слика 3 Регулација положаја са П регулатором положаја и ПИ регулатором брзине

Постоји више метода за одређивање параметра $K_{p\theta}$, $K_{p\omega}$ и $T_{i\omega}$ регулатора положаја и регулатора брзине. Оптимални начин да се параметри регулатора изаберу јесте да сва три пола функције преноса буду једнаки, реални и негативни, [3], описано једначином 3.5:

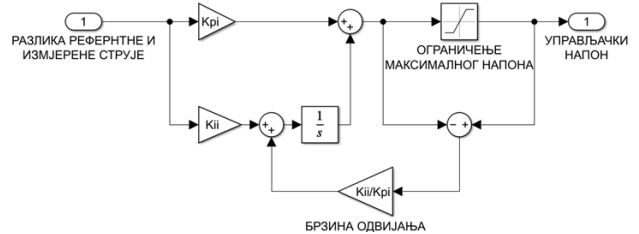
$$1 + \frac{1}{K_{p\theta}} s + \frac{T_{i\omega}}{K_{p\theta}} s^2 + \frac{T_{i\omega} J}{K_{p\omega} K_m K_{p\theta}} s^3 = 1 + s3T_h + s^23T_h^2 + s^3T_h^3 \quad 3.5$$

Решење једначине 3.5 је:

$$K_{p\theta} = \frac{1}{3T_h}, T_{i\omega} = T_h, K_{p\omega} = \frac{3J}{K_m T_h} \quad 3.6$$

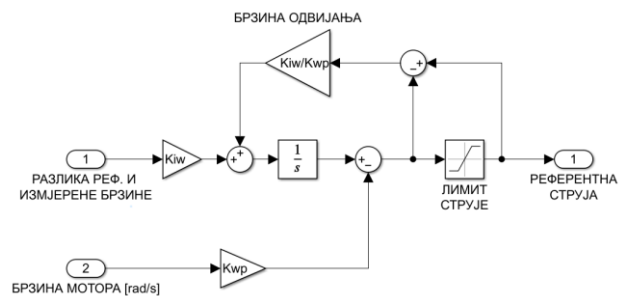
4. РАЗВОЈ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ СИСТЕМА СИМУЛАЦИОНОМ ОКРУЖЕЊУ МАТЛАБ

У сврхе симулационих анализа, као актуатор коришћен је МЈС компаније Максон, ознаке DCX26L GB KL 12V. Овај мотор је дио модуларног система, који се још састоји од механичког редуктора са степеном редукције 21 и инкременталног енкодера за детекцију механичких координата положаја и брзине обртања, чија је резолуција 1024 импулса по кругу.



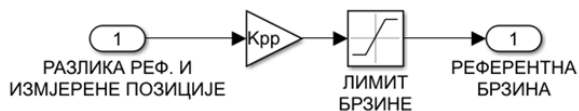
Слика 4. Реализација струјног ПИ регулатора

Реализација ПИ струјног регулатора и регулатора брзине са anti-wind-up структуром приказана је на Сл. 4 и 5, респективно. Структура за одмотавање интегралног дејства, AWU, (енгл. Anti Wind-Up) омогућава тренутан излазак регулатора из лимита у линеарни режим.



Слика 5 Реализација ПИ регулатора брзине

На Сл. 6 приказана је надређена петља са П регулатором положаја.

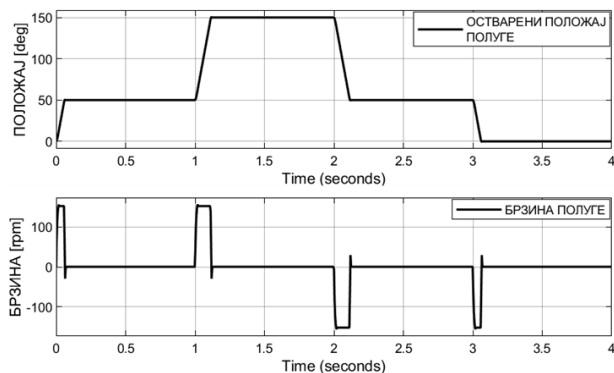


Слика 6. Реализација П регулатора положаја

4.1 Резултати каскадне регулације положаја са унутрашњом струјном петљом

Синтеза параметара регулатора одрађена је према поглављу 3. Приликом синтезе параметара ПИ струјног регулатора усвојен је пропусни опсег $\omega_{gr} = 15000 \text{ rad/s}$, на основу којег се могу израчунати појачања K_{pi} и K_{ii} . Синтеза регулатора брзине и регулатора положаја, одрађена је према поступку који је описан у поглављу 3.2. Усвојена је доминантна временска константа $T_h = 1.25 \text{ [ms]}$, на основу које се добијају појачања $K_{p\theta}$, $K_{p\omega}$ и $T_{i\omega}$.

На Сл. 7 приказани су резултати регулације референтног положаја и одзив брзине, за случај када су уважени лимити регулационих величина.



Слика 7. Регулација референтног положаја и одзив брзине са унутрашњом струјном петљом

4.2 Резултати каскадне регулације положаја без унутрашње струјне петље

Синтеза регулатора је одрађена као у поглављу 3.2, при чему је занемарена струјна петља. Како је динамика успостављања струје занемарена при анализи механичких појава, излаз из регулатора брзине представља референцу напона.

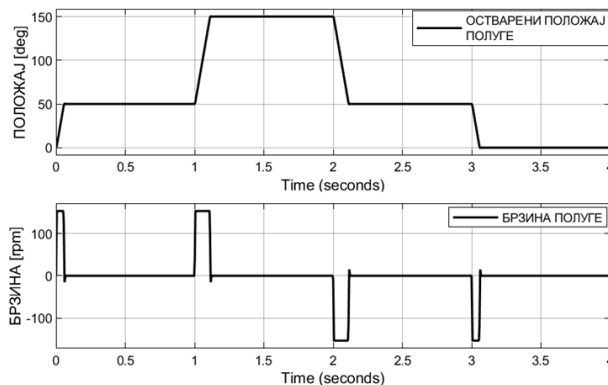
У складу са начелом каскадне регулације где је излаз референца струје ротора, извршено је рескалирање референце са појачањем R_a , $K_{p\omega} = 3J_{uk}/(K_m T_h R_a)$. На Сл. 8 приказани су резултати регулације референтног положаја и одзив брзине, за случај када су уважени лимити регулационих величина.

На основу добијених резултата закључено је да нема потребе за унутрашњом струјном петљом и да се идентични резултати за коришћени мотор добијају и без струјне петље.

Добијени резултати показују да регулатор брзине улази у лимит, гдје у том случају регулатор ради у нелинераном режиму, при чему одзив зависи од момента оптерећења и инерције.

Ово неповољно утиче на перформансе система, јер може доћи до осцилација и пребачаја референтне величине.

Због овога је у наставку представљено рјешење са нелинераним П регулатором положаја.



Слика 8. Регулација референтног положаја и одзив брзине без унутрашње струјне петље

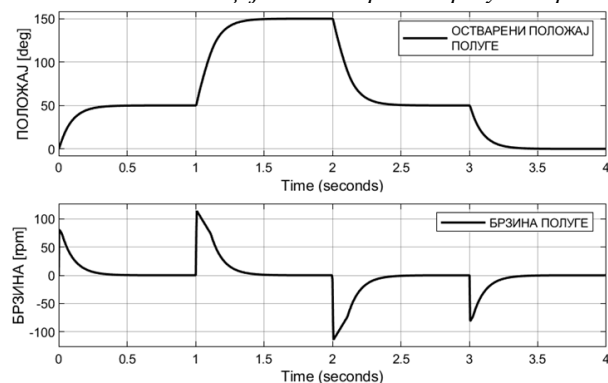
4.2 Резултати каскадне регулације положаја без унутрашње струјне петље и са нелинераним П регулатором положаја

Нелинерани регулатор положаја задаје регулатору брзине референтну брзину у зависности од интервала у коме се налази. У I интервалу мотор убрзава максималним убрзањем, у II брзина се одржава на максималној, а у III интервалу, кочи максималним негативним моментом. Да би се добио аperiодичан одзив, неопходно је да на крају трећег интервала, у тренутку достизања референтног положаја, брзина буде једнака нули. [1] [2]

На Сл. 9 приказана је реализација нелинеарног П регулатора положаја у оквиру каскадне структуре.



Слика 9 Реализација нелинеарног П регулатора

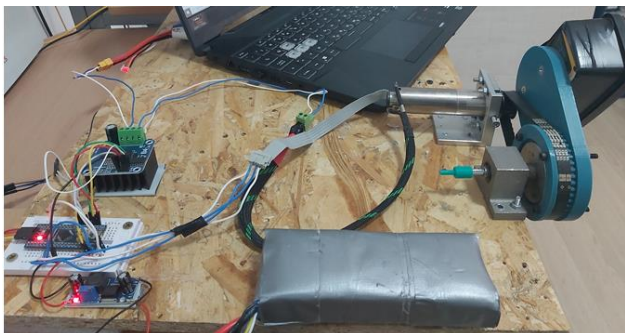


Слика 10. Регулација референтног положаја и одзив брзине са нелинераним П регулатором положаја

На Сл. 10 приказани су резултати добијени са нелинеарним П регулатором положаја. Резултати регулације показују да се добије аperiодичан одзив положаја ротора.

5. РЕЗУЛТАТИ ТЕСТИРАЊА ФИЗИЧКОГ СИСТЕМА

За потребе рада развијена је макета која симулира роботску руку са једним степеном слободе. На развијеној макети су вршена тестирања, како би се добијени резултати упоредили са резултатима добијеним путем рачунарских симулација у СИМУЛИНК програмском пакету. На Сл. 11 приказан је развијени систем са МЈС.

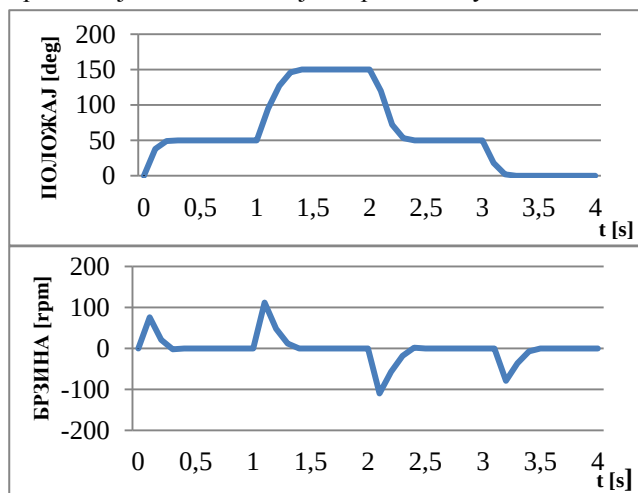


Слика 11. Развијена експериментална макета са МЈС

Програм за регулацију МЈС се извршава на STM32F103C8 микроконтролеру, који се налази на развојном окружењу "Blue Pill".

За претварач енергетске електронике коришћен је драјвер мотора са два полумоста ознаке BTS7960. Драјвер може да поднесе фреквенцију до 25 [kHz] и струју до 43 [A].

Развијен је С програм за каскадну регулацију положаја са нелинеарним регулатором положаја. Синтеза регулатора урађена је у складу са разматрањима датим у поглављу 4, са разликом да је интегрално појачање регулатора брзине, прилагођено према усвојеној периоди одабирања брзинске петље, како би се интеграл у континуланом домену еквивалентирао сумом инкремената. На Сл. 12 приказан је одзив положаја и брзине полуге.



Слика 12. Одзив положаја и брзине полуге

6. ЗАКЉУЧАК

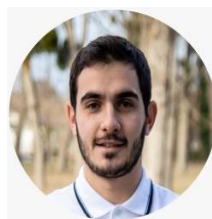
Приказани резултати показују да за серво МЈС снаге до 100W, каскадна регулација положаја без унутрашње струјне петље не деградира перформансе одзива у поређењу са структуром са унутрашњом струјном петљом.

У оба случаја постоји проблем уласка регулатора у лимит услед великих помјераја и поремећаја. Овај проблем рјешен је са нелинеарним П регулатором положаја, који у зависности од вредности грешке угла, адаптира референцу брзине према нелинеарном закону.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дарко Марчетић, Петар Матић, *Дигитално регулисани електромоторни погони*, Академска мисао, Београд, Електротехнички факултет, Бања Лука, 2020.
- [2] Слободан Вукосавић, *Дигитално управљање електричним погонима*, Академска мисао, Београд 2003.
- [3] Владан Вучковић, *Електрични погони*, Академска мисао, Београд 2002.

Кратка биографија:



Слађан Плавшић рођен је у Добоју 1996. год. Дипломирао је 2019. год. на Факултету техничких наука, смијер Мехатроника, роботика и аутоматизација, на којем је исте године уписао и мастер студије.

RAZVOJ MOBILNE ROBOTSKE PLATFORME ZASNOVANE NA ROS-U**DEVELOPMENT OF A ROS-BASED MOBILE ROBOT PLATFORM**Dušan Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – Za razvoj novih primena mobilnih robota, potrebno je imati test platforme. Dostupne su komercijalne mobilne robotske platforme, ali usled visoke cene čak i najosnovnijih modela, rad se bavi razvojem jedne nove platforme zasnovane na Robotskom Operativnom Sistemu (ROS). Odabran je skid steer pogon i motor sa direct drive pogonom. Nakon razvoja mehaničke konstrukcije razvijen je motor kontroler za upravljanje pogonskim motorima i izvršeno je povezivanje sa centralnim računarom.

Ključne reči: Mobilna robotika, Robotski operativni sistem, BLDC motori, upravljanje kretanjem, Raspberry Pi kontroler

Abstract – For development of new mobile robot applications, it is necessary to have a test platform. Various commercial mobile robot platforms are available, but due to high price of even base models, in this work development of a ROS-based (Robot Operating System) mobile robot platform is presented. Skid steer drive is selected among with direct drive motor. After development of mechanical construction, motor controller for driving the motors is developed and connected with the main computer.

Keywords: Mobile robotics, Robot Operating System, BLDC motors, Motion control, Raspberry Pi controller

1. UVOD

Robotski manipulatori su široko primenjeni u industriji i zastupljeni u velikom broju različitih aplikacija poput farbanja, sečenja, zavarivanja i rukovanja materijalom. Međutim, u najvećem broju slučajeva roboti su fiksirani u okviru proizvodnih robotskih ćelija i imaju nedostatak mobilnosti [1]. Tok materijala i radnih predmeta u fabrikama obično je obezbeđen primenom pokretnih traka, obrtnih stolova i dodatnih mobilnih robota, poput AGV-a.

AGV (*Autonomous Guided Vehicle* – autonomno vođeno vozilo) vozila autonomno opslužuju robotske manipulatore u fabrikama tako što dostavljaju delove između stanica za montažu prateći specijalne električne žice montirane u podu ili koristeći lasere kako bi se lokalizovali unutar korisnički definisane mape [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Savić, docent.

AGV vozila predstavljaju specijalnu klasu mobilnih robota sa standardizovanim metodama navigacije u fabričkim pogonima.

Međutim, mobilni roboti u širem smislu mogu umesto infrastrukture za navođenje (žice, reflektivni markeri...) da vrše planiranje putanje zasnovano na različitim tipovima senzora, poput LIDAR-a, GPS-a, ultrazvučnih i infracrvenih senzora. Ovo im daje veću fleksibilnost da sami formiraju mapu prostora i izbegavaju prepreke [2].

Kako bi se razvijale nove primene robota, potrebno je imati test platforme. Zbog toga, mobilni roboti se često koriste u istraživačkim laboratorijama i univerzitetima. Danas postoje mnoge komercijalne mobilne robotske platforme ove namene.

Najpopularniji komercijalni roboti za istraživanja su *Adept Pioneer* i *K-Team Khepera* varijante. Često komercijalni roboti nemaju željene karakteristike i teški su za adaptaciju usled namenskog softvera i hardvera. Veći nedostak je njihova cena: osnovni model *Pioneer 3-DX* košta oko 3000 dolara. *K-Team Koala II* košta oko 9000 dolara [3].

Cilj ovog master rada jeste dizajnirati i napraviti mobilnu robotsku platformu za potrebe istraživanja i nastave. Neke od osobina koje robot treba da poseduje su:

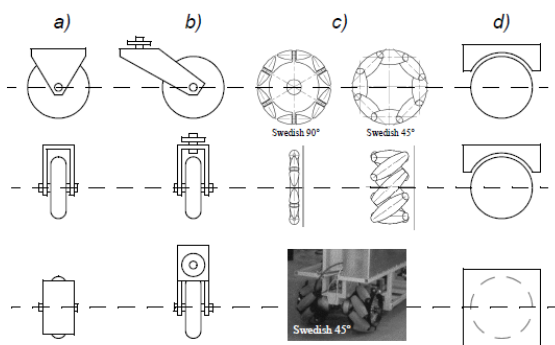
- Robustnost na spoljašnje uslove;
- Niska cena;
- Bežična komunikacija sa računarom operatera;
- Mogućnost proširenja dodatnim senzorima i aktuatorima;
- ROS integracija [4];

ROS je set softverskih biblioteka, alata i konvencija koji ima za cilj olakšavanje zadatka kreiranja kompleksnog i robustnog ponašanja robota. Na najnižem nivou ROS omogućava razmenu asinhronih poruka između različitih procesa. Pored ovoga ROS poseduje različite dodatne pakete za navigaciju, lokalizaciju [4].

2. MEHANIKA**2.1. Izbor pogona**

Dizajn mehanike je započet od odabira tipa pogona. Pogon se sastoji od aktuatora, odgovarajućih mehaničkih prenosnika i elemenata koji omogućavaju kretanje poput točkova ili gusenica.

Tip pogona definisan jekonfiguracijom, tj. brojem i rasporedom točkova na mobilnoj platformi. Na slici 1 prikazani su osnovni tipovi točkova.

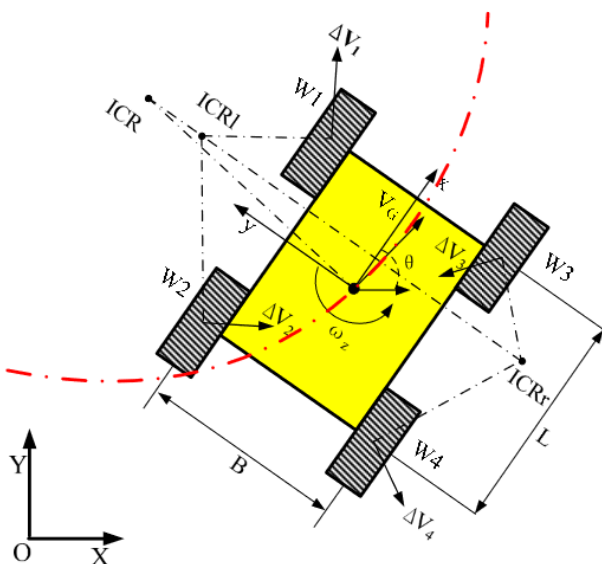


Slika 1. Četiri osnovna tipa točka [1]

Četiri osnovna tipa točka su:

- Standardni točak: dva stepena slobode; rotacija oko (aktuirane) osovine točka i oko vertikalne ose koja prolazi kroz tačku kontakta sa podlogom;
- “Kaster” točak: dva stepena slobode, kao kod standardnog, ali bez pogona i sa ofsetovanom osom rotacije;
- Švedski ili Mecanum točak: omnidirekcionni točak sa tri stepena slobode; rotacija oko (aktuirane) osovine točka, oko valjaka i oko tačke kontakta sa podlogom;
- Sferni točak: težak za tehničku realizaciju.

Kinematski modeli ovih točkova se razlikuju i stoga izbor točkova ima značajan uticaj na celokupnu kinematiku robota. Odabrana su 4 standardna točka postavljena u *skid steer* konfiguraciju. Kinematika ovog pogona je prikazana na slici 2.



Slika 2. Kinematika *skid steer* pogona [5]

Ovaj kinematski model podrazumeva sledeće pretpostavke [5]:

- Centar mase robota nalazi se u geometrijskom centru tela robota;
- Dva točka sa iste strane rotiraju se jednakim brzinama;
- Robot se kreće po čvrstoj podlozi i sva četiri točka su uvek u kontaktu sa podlogom.

Definisani su fiksni globalni koordinatni sistem (X, Y) i lokalni koordinatni sistem (x, y) vezan za robota. Pretpostavka je da se robot kreće u ravni sa linearnom brzinom izraženom u lokalnom koordinatnom sistemu kao $\mathbf{v} = (v_x, v_y, 0)^T$ i rotira oko vertikalne z-ose ugaonom brzinom $\boldsymbol{\omega} = (0, 0, \omega_z)^T$. Ako je $\mathbf{q} = (X, Y, \theta)^T$ vektor koji opisuje poziciju i orijentaciju robota preko generalisanih koordinata, onda je $\dot{\mathbf{q}} = (\dot{X}, \dot{Y}, \dot{\theta})^T$ vektor brzina. Veza između koordinatnih sistema data je formulom (1) [5].

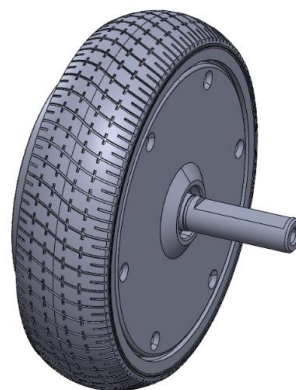
$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dok se robot kreće označavamo trenutne centre rotacije (ICR – Instantaneous Center of Rotation) gazišnog sloja levih točkova, gazišnog sloja desnih točkova i tela robota kao ICRL, ICRr i ICRG, redom. Poznato je da ICRL, ICRr i ICRG leže na liniji paralelnoj sa y-osom. Definišimo x-y koordinate za ICRL, ICRr i ICRG kao (x_l, y_l) , (x_r, y_r) i (x_g, y_g) , redom. Primetimo da ugaona brzina ω_z važi za celog robota. Daljom razradom kinematskog modela može se doći do veze linearne i ugaone brzine vozila sa brzinama točkova, što je prikazano izrazom (2). Poluprečnik točka označen je sa r , ω_l i ω_r su ugaone brzine levih i desnih točkova, a $y_0 = \frac{v_x - \omega_l r}{\omega_z} = \frac{v_x - \omega_r r}{\omega_z}$ je trenutni centar rotacije gazišnih slojeva točkova [5].

$$\begin{cases} v_x = \frac{\omega_l r + \omega_r r}{2} \\ v_y = 0 \\ \omega_z = \frac{-\omega_l r + \omega_r r}{2y_0} = \frac{-v_l + v_r}{2y_0} \end{cases} \quad (2)$$

2.1. Izbor motora

U poslednje vreme popularni su “balans skuteri” poznatiji pod imenom “hoverbord” [6]. Radi se o prevoznom sredstvu na koje stane vozač i upravlja ga nagnjanjem napred-nazad. Pogon je diferencijalni (sa dva točka), ali ne postoji kaster točak za oslanjanje već platforma balansira. Na slici 3 prikazan je 3D model točka koji pogoni hoverbord.



Slika 3. Točak hoverborda [7]

Iako zbog pojednostavljenog prikaza na 3D modelu to nije prikazano, kroz centar šuplje osovine prolaze žice koje idu od motora do energetske i upravljačke elektronike. U pitanju je točak sa tzv. direct drive

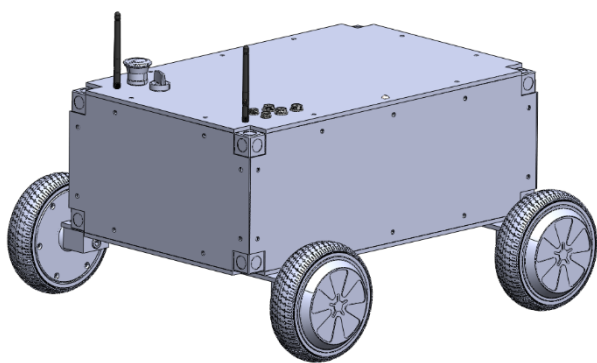
pogonom kod kog motor direktno pogoni opterećenje bez posredstva reduktora. Ovo je tip motora koji pogoni opterećenje direktno, bez reduktora. Posledica je znatno smanjenje broja pokretnih delova i ušteda prostora [8].

Ove motore karakteriše specifična konstrukcija. Naime, kod ovog motora stator se nalazi unutra, a rotor spolja. Na rotor je nanešena guma, te je dobijen motor u obliku točka. Osovina točka se zapravo ne rotira već se fiksira za konstrukciju hoverborda. Motor je snage 250 W, prečnika 165 mm, nominalnog napona 36 V i nominalne brzine 615 obr/min. Motor je bez četkica, i spada u PMSM (*Permanent Magnet Synchronous Motor*) motore, odnosno BLDC (*Brushless DC*) motore sa sinusoidalnom indukovanom kontra elektromotornom silom [9].

Ovaj tip motora pruža niz prednosti za konstrukciju mobilne robotske platforme: poseduje dovoljnu snagu i minimizira troškove mašinske izrade delova poput osovine točkova, prirubnica, nosača motora i remenica. Jedan ovakav direct drive motor moguće je nabaviti za oko 20 evra rasklapanjem rashodovanih, pokvarenih hoverbordova. Niska cena motora i izbegavanje dodatnih troškova mašinske obrade većeg broja delova bila je glavna motivacija za njegov izbor.

2.2. Konstrukcija

Za oblik konstrukcije mobilne robotske platforme izabran je oblik kutije jer je jednostavan za realizaciju i omogućava dobro iskorišćenje unutrašnjeg prostora. Dimenzije kutije bez stranica-poklopaca su 560 x 360 x 200 mm (dužina x širina x visina). Okvir kutije izrađen je od aluminijumskih profila 30 x 30 mm sa kanalima za T navrtke [10]. Nosači osovine motora nisu izrađivani već su iskorišćene aluminijumske konstrukcije rashodovanih hoverbordova sa kojih su brusilicom odsečeni nosači. 3D model robota prikazan je na slici 4.



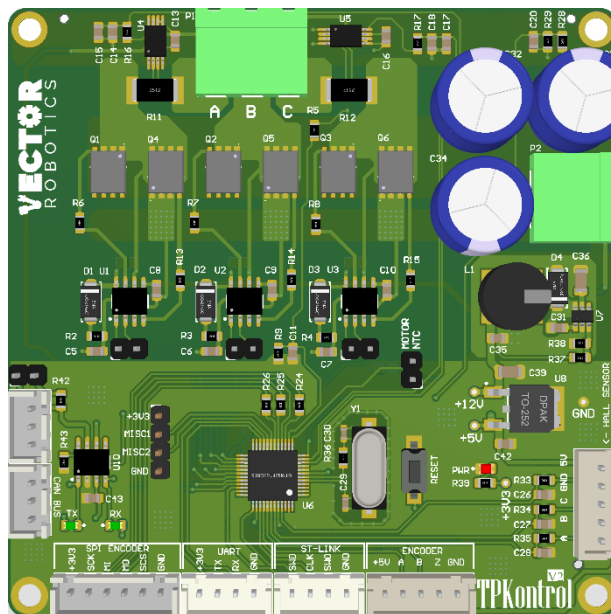
Slika 4. 3D model robota

Na gornjoj ploči nalaze se antene za wifi komunikaciju, prekidač, total stop taster i dodatni konektori.

3. ELEKTRONIKA

Kako bi robot ostvario kretanje, pored pogonskih motora potrebno je dodati sistem koji omogućava upravljanje tim motorima. Svakom motoru je potrebno dodeliti drajver, uređaj energetske elektronike koji će upravljačke signale male snage pretvoriti u signale odgovarajuće snage za pogon motora. Često se sreće i termin motor kontroler jer obično uz motor drajver pridružen je i mikrokontroler koji lokalno izvršava algoritam upravljanja motorom i prihvata

spoljašnje komande putem neke od digitalnih komunikacija. Za potrebe upravljanja motorima razvijen je nov namenski motor kontroler koji omogućava upravljanje jednim motorom. Zasnovan je na MOSFET tranzistorima BSC028N06NS [11], mikrokontroleru STM32F103C8T6 [12] i šant pojačavaču INA240 [13]. Motor kontroler podržava rad sa trofaznim motorima, merenje faznih struja, pruža interfejs za inkrementalne enkodere, UART i CAN BUS [14] komunikacije. 3D model kontrolera prikazan je na slici 5.



Slika 5. 3D model motor kontrolera

Četiri ovakva kontrolera umrežena su pomoću CAN BUS-a sa centralnim računarom za koji je izabran Raspberry Pi [15]. Kako bi Raspberry Pi pristupio CAN mreži, razvijena je dodatna prilagodna elektronska ploča. Na računaru je pokrenut ROS u okviru kog su napisani programi za komunikaciju sa motor kontrolerima koji omogućavaju sinhronizovano pokretanje motora i očitavanje trenutnih brzina.

Na osnovu željene brzine i kinematskog modela, softver preračunava potrebne brzine točkova i robot se kreće. Motor kontroleri izvršavaju trapezoidalnu [16] i sinusoidalnu [17] komutaciju motora.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je postupak projektovanja jedne mobilne robotske platforme zasnovane na ROS-u. Realizovana platforma prikazana je na slici 5. Kroz rad demonstrirano je i objedinjeno znanje stečeno na prethodnim godinama studija, ne samo na teorijskom nivou, već i na praktičnom.

Realizovana mobilna platforma spremna je za dalji rad sa ROS-om gde se brzine točkova mogu integraliti kako bi se pratila pozicija robota.

Usled proklizavanja podatak o poziciji samo preko točkova nije pouzdan i treba ga kombinovati sa drugim izvorima, ali platforma podržava povezivanje dodatnih senzora kao što su LIDAR i žiroskopi preko USB i CAN konektora.



Slika 6. Realizovana robotska platforma

5. LITERATURA

- [1] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, *Introduction To Autonomous Mobile Robots*. 1967.
- [2] "The Difference Between AGVs And Mobile Robots - CrossCo." <https://www.crossco.com/resources/articles/the-difference-between-agvs-and-mobile-robots/> (pristupljeno Sep. 13, 2021).
- [3] S. Pedre, M. Nitsche, F. Pessacg, J. Caccavelli, P. De Cristóforis, "Design of a multi-purpose low-cost mobile robot for research and education," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 8717 LNAI, no. August 2015, pp. 185–196, 2014, doi: 10.1007/978-3-319-10401-0_17.
- [4] "ROS.org | Powering the world's robots." <https://www.ros.org/> (pristupljeno Sep. 13, 2021).
- [5] T. Wang, Y. Wu, J. Liang, C. Han, J. Chen, Q. Zhao, "Analysis and experimental kinematics of a skid-steering wheeled robot based on a laser scanner sensor," *Sensors (Switzerland)*, vol. 15, no. 5, pp. 9681–9702, 2015, doi: 10.3390/s150509681.
- [6] "Balance Scooter - Zhejiang Yongkang Sportward Enterprises Co., Ltd. - page 1." <https://zjkajds.en.made-in-china.com/product-group/YMExFzIPvgcr/Balance-Scooter-catalog-1.html> (pristupljeno Sep. 14, 2021).
- [7] "6.5" Hoverboard HubMotor wheel | 3D CAD Model Library | GrabCAD." <https://grabcad.com/library/6-5-hoverboard-hubmotor-wheel-1> (pristupljeno Sep. 14, 2021).
- [8] "What is a Direct Drive motor? - Magnetic Innovations." <https://www.magneticinnovations.com/faq/direct-drive-motor/> (pristupljeno Sep. 14, 2021).
- [9] Yedamale Padmaraja, "AN885 Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals," *Microchip Technology Inc.*
- [10] "Telix." <https://www.telix.rs/sr/> (pristupljeno Sep. 14, 2021).
- [11] "BSC028N06NS, Infineon Technologies." <https://www.infineon.com/cms/en/product/power/mosfet/n-channel/bsc028n06ns/> (pristupljeno Sep. 17, 2021).
- [12] STMicroelectronics, "Mainstream Performance line, Arm Cortex-M3 MCU with 64 Kbytes of Flash memory, 72 MHz CPU, motor control, USB and CAN, Datasheet," no. August, pp. 1–117, 2015, [Online]. Available: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf>.
- [13] "INA240 data sheet, Texas Instruments." <https://www.ti.com/product/INA240> (pristupljeno Sep. 18, 2021).
- [14] S. Corrigan, "Introduction to the Controller Area Network (CAN) Application Report SLOA101B," 2002, Pristupljeno: Sep. 15, 2021. [Online]. Available: www.ti.com.
- [15] "Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi." <https://www.raspberrypi.org/> (pristupljeno Sep. 15, 2021).
- [16] B. Akin, M. Bhardwaj, J. Warriner, "Trapezoidal Control of BLDC Motors Using Hall Effect Sensors," *Texas Instruments*, 2011.
- [17] ATMEL, "AVR449: Sinusoidal driving of 3-phase permanent magnet motor using ATtiny261," pp. 1–24.

Kratka biografija:



Dušan Jovanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika – Robotika odbranio je 2021. god.

РАЗВОЈ КОРИСНИЧКЕ АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ГЕНЕРИСАЊЕ НАЛОГА ЗА УТОВАР СА ПОДРШКОМ ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ

DEVELOPMENT OF THE USER APPLICATION FOR CREATING SHIPPING ACCOUNT WITH SUPPORT OF THE AUGMENTED REALITY

Владимир Јурошевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – Рад је посвећен развоју корисничке апликације за генерисање налога за утовар са подршком проширене реалности. Бави се оптимизацијом процеса слагања транспортне амбалаже (транспортних кутија) на транспортно помоћно средство (равну палету), коришћењем претходно развијеног алгоритма [2] имплементираних у апликацију проширене реалности [1]. Тако се ужи процес унутар складишта повезује са ширим процесима унутар производног система на аутоматизован начин. У раду су дати детаљни поступци инсталације и коришћења апликације. Пропратно су дате потешкоће, недостаци и ограничења која су се јављала у оквиру практичне имплементације рада.

Кључне ријечи: Корисничка апликација, проширена реалност, паметне наочаре, слагање амбалаже, равна палета

Abstract – The paper is dedicated to the development of a user application for generating loading orders with augmented reality support. It deals with the optimization of the process of stacking transport packaging (transport boxes) on a transport aid (flat pallet), using a previously developed algorithm [2] implemented in an augmented reality application [1]. Thus, the narrower process within the warehouse is connected to the wider processes within the production system in an automated way. The paper presents detailed procedures for installing and using the application. Accompanying difficulties, shortcomings and limitations that occurred within the practical implementation of the work are given.

Keywords: User application, augmented reality, smart glasses, stacking packaging, flat palette

1. УВОД

Потешкоће и проблеми који се јављају приликом обављања практичних задатака у производним процесима при руковању предметима рада, завршном паковању готових производа и формирању збирних паковања доводе до интензивирања научних истраживања и инжењерских приступа ка проналажењу конкретних рјешења. Један од проблема

који се јавља јесте и поступак правилног формирања збирног паковања слагањем транспортне амбалаже (транспортних кутија) на транспортно помоћно средство (равну палету), односно проблем паковања палете (енгл. *Pallet Loading Problem*). У том својству је настао један овакав рад који радницима у производним процесима омогућава олакшање поменутог поступка уз помоћ проширене реалности (енгл. *Augmented Reality*). Проширена реалност омогућује убацивање виртуелних објеката у стварни тродимензиони простор човјека. Поменуте објекте корисник опажа као да су стварни. Коришћењем савремених технологија жели се повећати општа ефикасност производног система, која укључује и процесе у складишту.

2. ПРИМЈЕНА ПРОШИРЕНЕ РЕАЛНОСТИ УЗ ПОМОЋ ПАМЕТНИХ НАОЧАРА

Примјена технологије проширене реалности је остварена уз помоћ паметних наочара. Кориснички интерфејс наочара је веома сличан интерфејсу на паметним телефонима, тако да је адаптација корисника поједностављена.

2.1. Паметне наочаре „Vuzix Blade“

У табели 1 изложене су важније техничке спецификације за овај рад сходно подацима од произвођача, компаније „Vuzix“ [3] и страници [4].

Табела 1. Техничке спецификације паметних наочара

Оптика и електроника	Прозирна сочива Екран у боји на десном сочиву Процесор - Quad Core ARM CPU Камера – 8 MP са аутофокусом
Меморија	1 GB системске RAM и 8 GB интерне меморије за податке
Управљачке акције	Преко дршке осјетљиве на додир Са других уређаја
Батерија	Пуњива LiPo батерија од 470 mAh Могући додаток екстерне батерије
Конекције	Бежично 2.4 GHz WiFi и Bluetooth Micro USB
Софтвер	Инсталација сопствених апликација
Маса	90 g
Видно поље	19-28 степени

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистакао из мастер рада чији ментор је био др Слободан Дудић, ванр. проф.

Слика 1 даје изглед паметних наочара „Vuzix Blade“ коришћених у оквиру овог рада.



Слика 1. Изглед паметних наочара „Vuzix Blade“ [3]

2.2. Инсталација апликације на „Vuzix Blade“

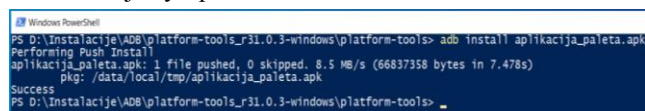
Поступак припреме инсталације апликације на паметне наочаре се може извршити ако се испоштују наредни кораци:

- 1) омогућити USB пренос података - *USB debugging Settings -> Device -> USB Mode -> MTP*;
- 2) активирати режим рада за развој апликација – *Developer mode*.
Упутство дато на сајту произвођача [5]¹;
- 3) активирати USB debugging - *Settings->System->Dev Options -> USB Debugging->On*;
- 4) инсталирати ADB (енгл. *Android Debug Bridge*) на рачунар;
- 5) повезати паметне наочаре са рачунаром преко Micro USB кабла;
- 6) инсталирати (пребацити) апликацију на паметне наочаре путем ADB-а.

Апликација за палетирање има екстензију *.apk. Након што се испуни припрема инсталације, потребно је још у оквиру шестог корака унијети завршну команду унутар командне линије рачунара:

`adb install <ime_aplikacije>.apk`

гдје <ime_aplikacije> означава назив извршног фајла, тј. назив апликације која се пребацује са рачунара на паметне наочаре. Унос завршне команде и потврда инсталације су приказани на слици 2.



Слика 2. Команда за инсталацију апликације

Покретање апликације проширене реалности на паметним наочарама је приказано на слици 3. На лијевој страни слике је приказана могућност брзог покретања апликације из почетног менија. На десној страни слике је приказана могућност проналажења и покретања апликације на основу путање:

Settings->Apps->Slaganje na paletu

¹ Како би се заиста приступило овој страници, неопходно је бити улоган на сајт произвођача Vuzix.

3. КОРИСНИЧКА АПЛИКАЦИЈА ЗА ГЕНЕРИСАЊЕ НАЛОГА ЗА УТОВАР

Савремена складишта нису само лагери производа и центри за распоређивање пријема и слања производа са лагера. Складишта постају предузећа унутар предузећа [6]. Због тога је потребно повезати сектор менаџмента са магацином у оквиру складишта. У савременом свијету већина складишта се и даље ослања на папиролошки прилаз у поступку обављања операција [7]. Резултат корисничке апликације јесте генерисан налог за утовар у *.pdf формату погодном за чување и штампање у папирној форми. Слика 3 приказује унијете одговарајуће податке, чиме је апликација спремна за генерисање налога за утовар.

Генерисани QR код ће се скенирати путем паметних наочара како би се преузели подаци са налога у апликацију проширене реалности.



Слика 3. Изглед корисничке апликације

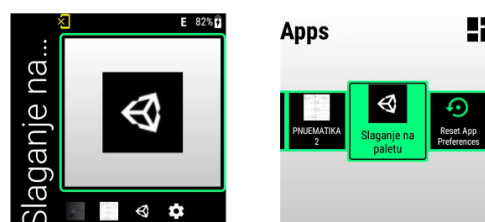
4. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АПЛИКАЦИЈЕ НА ПАМЕТНИМ НАОЧАРАМА

Када је транспортна амбалажа у виду транспортних кутија припремљена за слагање на палету, потребно је извршити скенирање QR кода са налога за утовар како би апликација проширене реалности добила све неопходне информације о амбалажи која је на располагању за слагање.

4.1. Примјена апликације проширене реалности

Апликација проширене реалности је развијена у оквиру рада [1], а алгоритам за слагање кутија у оквиру ње у раду [2]. За успјешну имплементацију поменуте апликације у реалним условима рада, потребно је да радник прође кроз неколико корака.

Најприје треба да укључи наочаре и стави их, тако да гледа кроз сочива. Садржај апликације се приказује на екрану, који се налази на десном сочиву. Рад апликације се започиње њеним покретањем, на један од два начина приказана на слици 4.



Слика 4. Покретање апликације на наочарама

Кориснички интерфејс апликације приказан је на слици 5. Редослијед операција које радник треба да предузме означени су словним ознакама од а до г.

Након што скенира QR код са налога за утовар, радник кликом треба да потврди генерисање алгоритма. Новим кликом омогућава приказ прве виртуелне кутије. У случају успјешног приказа прве кутије, закључује се да је камера наочара препознала маркер палете.

У супротном треба кориговати угао између наочара и палете док се заиста не прикаже виртуелна кутија.

Неопходни подаци за генерисање алгоритма скенирани са QR кода дати су у табели 2.

5. РЕЗУЛТАТИ

Изглед генерисаног налога за утовар је приказан на слици 6. Треба напоменути да налог није настао уређивањем у неком од програма за обраду текста и слика већ као резултат корисничке апликације креиране у оквиру овог рада.

Табела 2. Примјер коришћених података за тестну верзију слагања

Димензије [mm]			Количина	Боја
Ширина	Дужина	Висина		
480	410	200	5	BROWN
490	420	200	4	MAGENTA
410	430	200	7	TAN
600	330	200	2	YELLOW
430	450	200	9	MAROON



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA

KATEDRA ZA MEHATRONIKU, ROBOTIKU I AUTOMATIZACIJU



NALOG ZA UTOVAR

Mesto izdavanja: Novi Sad
Datum izdavanja: 15.09.2021
Valuta: RSD
Datum prometa: 15.09.2021

Magacin: 309
Adresa: Trg Dositeja Obradovica 6
Prethodni dokumenti:

Redni broj	Naziv proizvoda	Kolicina
1	PROIZVOD 10	5
2	PROIZVOD 11	4
3	PROIZVOD 12	7
4	PROIZVOD 3	2
5	PROIZVOD 14	9



Robu izdao _____

Obračunao _____

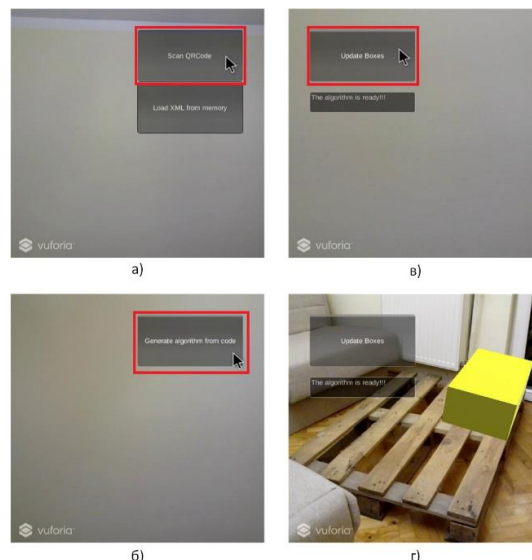
M.P.

Robu primio _____

Odgovorno lice _____

Слика 6. Изглед генерисаног налога за утовар

На слици 7 приказан је резултат апликације проширене реалности којом су сложене све кутије са налога за утовар на равну палету. Приказане кутије су виртуелне, а радник на основу њиховог распореда треба да физички сложи стварну амбалажу на палету.



Слика 5. Редослијед операција унутар апликације

Једној виртуелној кутији одговара једна стварна амбалажа идентичних димензија са производима.



Слика 7. Сложене све виртуелне кутије

Када су све виртуелне кутије сложене, са екрана наочара нестаје дугме којим се врши додавање нове кутије. На тај начин радник схвата да је поступак слагања у потпуности завршен.

Приликом рада са паметним наочарама до изражаја су дошли недостаци коришћеног модела наочара, који су довели до потешкоћа у практичном раду.

Наиме, несметано извршавање апликације било је Активно коришћење наочара са покренутом апликацијом проширене реалности је могуће свега око десетак минута. Након тога би се дршке наочара загријале. То је био јасан сигнал да се наочаре морају угасити и сачекати да се охладе.

Додатни недостатак јесте потреба за мобилним телефоном који има улогу показивача на екрану наочара, аналогно мишу код рачунара. Упркос поменутих недостацима, успјешно је показана функционалност тестиране апликације проширене реалности и алгоритма који се одвија у позадини, коришћењем паметних наочара.

Поред претходно наведеног, треба напоменути и то да је равна палета коришћена при тестирању већ раније експлоатисана и да је помало оштећена. Такође, при практичној имплементацији, палета је дјелимично била заклоњена другим инвентаром. Овакве околности додатно потврђују робусност апликације проширене реалности и алгоритма унутар ње.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата датих у одјелку 4 се види да је испуњен циљ рада. На основу уноса корисника у оквиру корисничке апликације је креиран налог за утовар са QR кодом. Скенирањем QR кода помоћу камере паметних наочара, потврђена је функционалност апликације проширене реалности и алгоритма унутар ње на паметним наочарама.

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Жекић, Б., *Имплементација алгоритма за решавање проблема паковања палете у апликацији проширене реалности*, дипломски рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2020.

[2] Тришић, Ж. *Развој алгоритма за рјешавање проблема слагања транспортне амбалаже на транспортно помоћно средство*, мастер рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2020.

[3] Интернет страница : <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses-upgraded#/blade-technical-specs>, приступљено дана 22.08.2021.

[4] Интернет страница : <https://vr-expert.com/news/vuzix-blade-upgraded-review/>, приступљено дана 26.07.2021.

[5] Интернет страница : <https://www.vuzix.com/Developer/KnowledgeBase/Detail/1077>, приступљено дана 25.08.2021.

[6] Дмитриев, А. В., *Цифровизация транспортно-логистических услуг на основе применения технологии дополненной реальности*, Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент, vol. 12, no. 2, pp. 169-178., 2008., URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-transportno-logisticheskikh-uslug-na-osnove-primeneniya-tehnologii-dopolnennoy-realnosti>, [дата обращения 07.08.2021].

[7] DHL Trend Research [2014.] *Augmented Reality in Logistics*, Available: https://members.aixr.org/storage/csi_augmented_reality_report_290414.pdf, [Accessed on: 09/12/2021]

Кратка биографија:



Владимир Јурошевић рођен у Доњецку (Украјина) 1997. год. Основне студије завршио 2020. на Факултету техничких наука. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Мехатроника – Имплементација аутоматских система одбранио је 2021. год.

JEDNAKOSNA LOGIKA**EQUATIONAL LOGIC**Marko-Georgije Crvenković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MATEMATIKA U TEHNICI**

Kratak sadržaj – Dati su osnovni pojmovi i teoreme logike prvog reda, kao i jednakosne logike. Navode se primeri jednakosnih klasa algebri. Osnovni model je Formalna teorija brojeva, data Peanovim aksiomama. Poseban deo rada je posvećen Srednjoškolskom problemu Tarskog i prikazan je elementaran deo dokaza. Takođe, data je skica dokaza čuvene teoreme nekompletnosti K. Godela.

Ključne reči: Relacija jednakosti, jednakosne klase algebri, problem Tarskog, teorema nekompletnosti.

Abstract – Basic notions and theorems of first order logic and equational logic are given. Some examples of equational classes of algebras are presented. The main model is Formal number theory, given by Peano axioms. The special part is devoted to Tarski's High School problem, and elementary part of the proof is presented. Also, the short proof of incompleteness theorem of K. Godel is given.

Keywords: Equational relation, equational classes of algebras, Tarski's problem, incompleteness theorem.

1. UVOD

Jednakosna logika je deo Matematičke logike u kojoj postoji jedan relacijski simbol, simbol jednakosti i specijalne aksiome koje formalno opisuju osobine klasične jednakosti.

U stvari, Jednakosna logika je logička podloga formalnih računa koje pominjemo u ovom radu. Neke formalne račune spominjemo samo kao primere formalnih teorija kao što su Teorija grupa, Teorija prstena, Teorija Booleovih algebri i Teorija mreža.

Glavni deo ovog rada odnosi se na Formalnu teoriju brojeva. Kroz priču o velikanu matematike dvadesetog veka Kurtu Godelu prikazujemo najveći rezultat aritmetike prirodnih brojeva, Teoremu nekompletnosti. U svoje vreme, dokaz ove teoreme praktično je pokazao da se čuveni program Davida Hilberta razvoja matematike dvadesetog veka ne može u celosti sprovesti.

Posledice ove teoreme u matematici i ostalim naukama su mnogobrojne. Zahvaljujući Godelovom dokazu Teoreme nekompletnosti stvorena je nova oblast matematike, Teorija algoritama. Teorija algoritama iznedrila je Turingove mašine i od njih je put vodio do računara.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Silvia Ghilezan, red. prof.

Dokazi velikih teorema samo su skicirani u ovom radu, a mogu se naći u modernim udžbenicima Matematičke logike, [1].

Poseban deo rada jeste priča o Srednjoškolskom problemu Tarskog. Alfred Tarski je šezdesetih godina prošlog veka primetio da su praktično svi zakoni koji važe u Teoriji brojeva logička posledica jedanaest osnovnih zakona koje učimo u školi. Ove zakone nazivamo HSI - High School Identities. Posle dvadeset godina, engleski matematičar Alex Wilkie je našao identitet koji je tačan u algebri prirodnih brojeva i koji ne može da se dokaže sintaksno. U radu je pokazano da je formula tačna, dok teži deo dokaza, da je formula logički neizvodljiva iz HSI iznosi više strana i veoma je tehnički zahtevan. Ono što je dokazano u ovom radu jeste činjenica da postoji pet 2-elementnih modela HSI identiteta. Prirodno je zapitati se da li smo odabrali prave aksiome da dokažemo sve identitete, tj. da li postoji konačan skup drugih aksioma čije logičke posledice su svi identiteti Teorije brojeva. Reuven Gurevič je u jednom od svojih radova [2] dokazao da ni jedan konačan skup aksioma u jeziku Formalne teorije brojeva ne implicira sve tačne identitete.

Najveći deo rada posvećen je Kurtu Godelu, i njegovoj Teoremi nekompletnosti. Četrdesetih godina dvadesetog veka Godel se našao u malom američkom mestu Princeton. Skromne kuće Princetona krile su naučne veličine koje su ostavile dubok trag u mnogim naukama. Najpoznatiji od njih bio je Godelov veliki prijatelj, Albert Einstein.

Opšte je mišljenje da su najveći logičari u istoriji čovečanstva bili Aristotel, Frege, Godel i Tarski.

2. SREDNJOŠKOLSKI PROBLEM TARSKOG

Šezdesetih godina prošlog veka Alfred Tarski je primetio da postoji samo jesenaest osnovnih identiteta koji važe u algebri pozitivnih celih brojeva $\mathbf{N}^+$ i čija posledica bi bili svi zakoni koji važe na $\mathbf{N}^+$. Ove zakone učimo u osnovnoj i srednjoj školi. Tarski ih je nazvao *High School Identities*, skraćeno HSI. To su identiteti:

1. $x + y \approx y + x$
2. $x + (y + z) \approx (x + y) + z$
3. $x \cdot 1 \approx x$
4. $x \cdot y \approx y \cdot x$
5. $x \cdot (y \cdot z) \approx (x \cdot y) \cdot z$
6. $x \cdot (y + z) \approx x \cdot y + x \cdot z$
7. $1^x \approx 1$
8. $x^1 \approx x$

9. $x^{y+z} \approx x^y \cdot x^z$
 10. $(x \cdot y)^z \approx x^z \cdot y^z$
 11. $(x^y)^z \approx x^{y \cdot z}$

Identiteti od 1. do 6. se označavaju $\overline{HSI}$ i uključuju samo operacijske simbole $+$, $\cdot$, $\uparrow$.

Definicija 1. Neka je $\mathcal{L}$ jezik $\mathcal{L} = \{+, \cdot, \uparrow, 1\}$. Algebra $\mathbf{A}$ koja zadovoljava identitete 1. – 11. naziva se HSI – algebra. Umesto $a \uparrow b$ pišemo a^b – stepenovanje.

Primetimo da je $\mathbf{N}^+ = (\mathbf{N}^+, +, \cdot, \uparrow, 1)$, gde je $\mathbf{N}^+$ skup pozitivnih celih brojeva, je HSI – algebra.

Definicija 2. Neka je $\tilde{\mathcal{L}} = \{+, \cdot, 1\}$. $\tilde{\mathcal{L}}$ – algebra $\mathbf{A}$ koja zadovoljava $\overline{HSI}$ naziva se $\overline{HSI}$ – algebra.

U $\overline{HSI}$ – algebri $\mathbf{A}$ pišemo n umesto $\underbrace{1 + 1 + \dots + 1}_n$

Jasno, $\overline{\mathbf{N}^+} = (\mathbf{N}^+, +, \cdot, 1)$ je $\overline{HSI}$ – algebra. Takođe, ako je $\mathbf{A}$ HSI – algebra, onda je $\bar{\mathbf{A}} = (\mathbf{A}, +, \cdot, 1)$, gde su $+$, $\cdot$, 1 isti kao u $\mathbf{A}$, $\overline{HSI}$ – algebra.

U stvari, identiteti HSI izolovani su u poznatom radu [3] Dedekinda iz 1888 godine. Dedekin je dokazao da oni slede iz Peanovih aksioma.

Kada govorimo o HSI identitetima, važi sledeće:

- (1) Postoji mnogo vrlo malih modela HSI .
- (2) Postoje tačni identiteti u $\mathbf{N}^+$ koji se ne mogu izvesti iz HSI .

Kad radimo sa jednakosnom teorijom čiji je model $\overline{\mathbf{N}^+}$ imamo korisnu činjenicu da svaki $\tilde{\mathcal{L}}$ -term t ima prostu normalnu formu $v(t)$, koju zovemo polinom. Sve normalne forme, tj. polinomi su posledice $\overline{HSI}$.

Teorema 1.

(a) Jednakosna teorija čiji su specijalni aksiomi 1. – 6. je odlučiva.

(b) Svi identiteti koji važe $\overline{\mathbf{N}^+}$ u mogu se izvesti iz $\overline{HSI}$.

Dokaz. (a) Neka je $t_1 \approx t_2$ identitet u jeziku $\tilde{\mathcal{L}}$ koji važi u $\overline{\mathbf{N}^+}$. Pomoću $\overline{HSI}$ 1. – 6. odredimo normalne forme $v(t_1)$ i $v(t_2)$. Tada je $v(t_1) = v(t_2)$. U protivnom bismo dobili različite vrednosti za t_1 i t_2 u $\overline{\mathbf{N}^+}$ jer je $\overline{\mathbf{N}^+}$ model ove teorije.

(b) Neka je Σ skup $\tilde{\mathcal{L}}$ – identiteta koji se mogu izvesti iz $\overline{HSI}$. Kako je $\overline{\mathbf{N}^+}$ model od $\overline{HSI}$, sledi da je Σ podskup svih identiteta koji važe u $\overline{\mathbf{N}^+}$. Neka $t_1 \approx t_2$ važi u $\overline{\mathbf{N}^+}$. Koristeći $\overline{HSI}$ možemo naći normalne forme za t_1 i t_2 i to onda daje izvođenje za $t_1 \approx t_2$. ■

Međutim, kada gledamo HSI i $\mathbf{N}^+$ nemamo više takvih normalnih formi. Situacija postaje mnogo komplikovanja zbog operacije $\uparrow$. Prirodni modeli od $\overline{HSI}$ su pozitivni racionalni i realni brojevi.

Međutim, kad tražimo prirodne modele od HSI ove mogućnosti nestaju. Na primer, pozitivni racionalni brojevi nisu zatvoreni za stepenovanje $\uparrow$. $\sqrt{2}$ nije racionalan broj.

U literaturi je prvi rad koji se odnosi na Problem Tarskog rad [4].

Srednjoškolski problem Tarskog glasi:

Da li su svi identiteti koji važe u algebri $\mathbf{N}^+$ sintaksna posledica HSI ?

Odgovor je negativan. Problem je rešio A.J. Wilkie 1980. godine u rukopisu [5]. Wilkie je pronašao formulu u jeziku $\mathcal{L}$ koja je tačna u $\mathbf{N}^+$, ali se ne može izvesti iz HSI . Navodimo Wilkijev identitet $W(x, y)$.

$$\begin{aligned} &((1+x)^y + (1+x+x^2)^y)^x \\ &\quad \cdot ((1+x^3)^x + (1+x^2+x^4)^x)^y \approx \\ &((1+x)^x + (1+x+x^2)^x)^y \\ &\quad \cdot ((1+x^3)^y \cdot (1+x^2+x^4)^y)^x. \end{aligned}$$

Da bismo videli da je ovaj identitet tačan u $\mathbf{N}^+$ primetimo sledeće

$$\begin{aligned} 1+x^3 &\approx (1+x) \cdot (1-x+x^2) \\ 1+x^2+x^4 &\approx (1+x+x^2) \cdot (1-x+x^2). \end{aligned}$$

Označimo sa $A = 1+x$, $B = 1+x+x^2$, $C = 1-x+x^2$. Tada Wilkijev identitet postaje

$$\begin{aligned} &(A^y + B^y)^x \cdot ((A \cdot C)^x + (B \cdot C)^x)^y \approx \\ &(A^x + B^x)^y \cdot ((A \cdot C)^y + (B \cdot C)^y)^x \end{aligned}$$

što je očigledno tačno, tj. leva i desna strana su identične. Naime, leva i desna strana Wilkijevog identiteta pomnožena je sa C^{xy} .

Međutim, ovaj identitet se ne može izvesti iz HSI . Problem je polinom $C = 1-x+x^2$. Znak oduzimanja, $-$, u C nije u jeziku $\mathcal{L}$. Pitanje je da li možda postoji neko drugo C koje bi bilo u jeziku $\mathcal{L}$. Wilkie je pokazao da ne postoji. Nepostojanje C ne znači da se identitet ne može prikazati na neki drugi način semantički ili čak sintaksno. Wilkie je pokazao da se njegov identitet nikako ne može izvesti iz HSI .

Čovek koji je na elementaran način približio problem genijalnog A. Tarskog je profesor Univerziteta Waterloo u Kanadi. S. Burris, u radu [6]. Pre ovog rada S. Burris i S. Lee su objavili interesantan rad [7] u kome su navedeni mali modeli HSI identiteta. Sledio je rad [8] u kome je konstruisana algebra u kojoj su važili HSI , a nije važio Wilkijev identitet $W(x, y)$ i koja je imala 12 elemenata.

Postavlja se pitanje da li su nas pogrešno učili u školi, odnosno da li postoji neki drugi konačan skup aksioma iz kojih bismo izveli sve zakone algebra pozitivnih celih brojeva. Odgovor je negativan. R. Gurevič je 1990. godine dokazao da takav skup ne postoji. Preciznije rečeno, Gurevič je pokazao sledeće:

Neka je $\mathcal{L} = \{\text{termovi signature } (+, \cdot, \uparrow, 1)\}$ i $K = \{(t \approx u) | t, u \in \mathcal{L}, \mathbf{N}^+ \models t \approx u\}$.

Za bilo koji konačan $S \subset K$ postoji identitet (Wilkijevog tipa) $(t \approx u) \in K$, od jedne promenljive, takav da se $t \approx u$ ne može izvesti iz S .

Aktuelnost i primenljivosti ovih rezultata potvrđuje njihova implementacija i verifikacija u interaktivnom dokazivaču, koji je u COQ uradio Joseph Tassarotti 2015. godine, [9].

3. GEDELOV UNIVERZUM

Kraj devetnaestog veka nagovestio je veliko spremanje u matematici. Stvarane su nove matematičke discipline: Matematička logika i Teorija skupova. Centralne figure u razvoju tzv. *osnova matematike* tog doba bili su Gotlob Frege, Georg Cantor, David Hilbert, Bertrand Russell, Giuseppe Peano, Richard Dedekind, Lejeune Dirichlet.

Ispostavilo se da Euklidovi dokazi nisu tako savršeni kao što se mislilo preko dve hiljade godina. Veliki posao oko sređivanja uradio je Hilbert. Njegova knjiga iz 1899. godine i dan danas se smatra odličnim udžbenikom Geometrije. Hilbertova knjiga je dočekana sa velikim uvažavanjem u matematičkom svetu. Početkom dvadesetog veka Hilbert je smatran za vodećeg matematičara sveta.

U leto 1900. godine održao se u Parizu Drugi međunarodni kongres matematičara. Hilbert je bio pozvan da održi jedno od glavnih predavanja na kongresu.

Drugi problem koji je postavio na svetskom matematičkom kongresu 1900. godine Hilbert je formulisao ovako:

Dokazati da aksiome aritmetike nisu protivrečne, tj. da se polazeći od njih u konačnom broju logičkih koraka ne može doći do rezultata koji protivreče jedan drugom.

Aksiome koje je Hilbert imao u vidu na kongresu odnose se na aritmetiku realnih brojeva. Kasnije, a naročito počevši od dvadesetih godina prošlog veka, problem je shvaćen kao da se odnosi, pre svega, na aritmetiku u pravom smislu reči, tj. na teoriju prirodnih brojeva i Peanove aksiome.

Od 5. do 7. septembra 1930. godine u nemačkom gradu Königsbergu održana je konferencija o epistemologiji egzaktnih nauka. Konferenciju je organizovalo Društvo za empirijsku filozofiju iz Berlina, koje je održavalo veze sa Bečkim krugom. Sastanak je održan uoči konferencije Društva nemačkih naučnika i lekara i Šeste skupštine nemačkih fizičara i matematičara.

Prvi dan su bila jednočasovna plenarna izlaganja tri rivalska filozofska pravca: logicizam, intuicionizam i formalizam. Govornici su bili Rudolf Carnap, Arend Heyting i John van Neumann. Dan kasnije Hilbert, na skupštini matematičara drži svoje čuveno predavanje. Tada je rekao:

*Za matematičara nema Ignorabimus i po mom mišljenju, ni uopšte za bilo koju prirodnu nauku. Pravi razlog zašto niko nije pronašao nerešiv problem jeste, prema mom mišljenju, taj da ne postoji nerešiv problem. Nasuprot luckastom Ignorabimus, naš kredo glasi:
Mi moramo znati - mi ćemo znati.*

Sutradan, u nedelju, za okruglim stolom, Godel je jednostavno rekao:

Možemo navesti primere rečenica koje su jasno tačne, ali nedokazive u formalnom sistemu klasične matematike.

Gedlov rezultat je dokrajčio skoro stogodišnji trud da se pronađu aksiome matematike iz kojih bi pomoću logičkih pravila mogla biti dokazana sva tačna matematička tvrdjenja.

Grubo rečeno, Godelova teorema o nepotpunosti formalne aritmetike glasi:

Unutar formalne aritmetike, pod uslovom da je neprotivrečna, postoje istinita tvrdjenja za koja ne postoji formalni dokaz unutar te teorije.

Komentar čuvenog matematičara Andre Weila bio je:

Bog postoji jer je aritmetika nesumnjivo neprotivrečna, a đavo postoji jer to ne možemo dokazati.

4. LITERATURA

- [1] P. Janičić, Matematička logika u računarstvu, Matematički fakultet, Beograd 2009.
- [2] R. Gurevič, Equational theory of positive numbers with exponentiation is not finitely axiomatizable, *annals of Pure and Applied Logic* 49, 1-30, 1990.
- [3] R. Dedekind, Was sind und was sollen die Zahlen, Vierweg, 1898. [2] A.E. Bryson, Y.C. Ho, "Applied Optimal Control", New York, Wiley, 1975.
- [4] J. Doneđ, A. Tarski, An extended arithmetic of ordinal numbers, *Fundamenta Mathematicae*, 65, 95-127, 1969.
- [5] A. I. Wilkie, On exponentiation - a solution to Tarski's high school problem, Oxford University 1980.
- [6] S. Burris, S. Lee, Tarski's high school identities, *American Mathematical Monthly*, 100, No. 3, 231-236, 1993.
- [7] S. Burris, S. Lee, Small models of the high school identities, *International Journal of Algebra and Computation*, Vol. 2., No. 2. 139-178, 1992.
- [8] S. Burris, K. Yeats, The Saga of the High School Identities, *Algebra Universalis*, Vol. 52, 325-342, 2008-
- [9] Tassarotti, Formalization of Tarski's High School Algebra Problem in Coq. GitHub <https://github.com/jtassarotti/tarski-hsap>, 2015

Kratka biografija:



Marko-Georgije Crvenković rođen je u Novom Sadu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Matematika – Matematička logika odbranio je 2021.god. kontakt: marko.crvenkovic@gmail.com

**PROCENA RIZIKA OD POPLAVNIH TALASA I PREDLOG ADAPTACIONIH REŠENJA
ZA TRETMAN OTPADNIH VODA GRADA NOVOG SADA****FLOOD RISK ASSESSMENT AND ADAPTATION SOLUTIONS FOR THE TREATMENT
OF WASTEWATER IN THE CITY OF NOVI SAD**

Daria Ilić, Maja Turk Sekulić, Slobodan Kolaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INŽENJERSTVO TRETMANA I ZAŠTITE
VODA-TEMPUS**

Kratak sadržaj – U radu je dat prikaz analize rizika od poplavnih talasa i adaptacionih rešenja za tretman otpadnih voda grada Novog Sada. Prikazane su osnove za projektovanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, moguće opcije lokacija postrojenja i potencijalna rešenja tehnoloških procesa prerade otpadne vode.

Ključne reči: Otpadna voda, procesi prečišćavanja otpadnih voda, SBR tretman, aktivni mulj, obrada mulja

Abstract – The paper analyzes the risk assessment of flood waves and adaptation solutions for the treatment of municipal wastewater in the City of Novi Sad. A detailed analysis of the basis for the design of the wastewater treatment plant, possible options for the location of the plant and options for the wastewater treatment process was performed.

Keywords: Wastewater, Wastewater treatment processes, SBR treatment, Activated sludge, Sludge treatment,

1. UVOD

Otpadne vode predstavljaju otpadne tokove, odnosno iskorišćene vode iz svih tipova naselja, domaćinstava i industrija. Prema sastavu su složene smeše različitih kategorija voda, gde svaka komponenta ima izmenjen izvorni sastav, biološke, fizičke i hemijske parametre. Otpadne vode međusobno fluktuiraju po količini, sastavu, biološkoj aktivnosti i higijenskom statusu.

Ulaze u ciklus kruženja vode u prirodi, pri čemu se tokom upotrebe njihov sastav izmeni u znatno većoj meri nego što se to događa u prirodnim uslovima [1]. Prečišćavanje otpadnih voda podrazumeva separaciju ili redukciju koncentracionih nivoa različitih zagađujućih materija u njima.

Značajni parametri kvaliteta otpadnih voda su organsko opterećenje (definisano preko BPK₅, HPK), količina suspendovanih materija (SS), konduktivnost, nutrijenti azot i fosfor, temperatura, mutnoća, miris, teški metali, boja, patogeni organizmi i pH vrednost.

Redukcija rastvorene i dispergovane biorazgradive organske materije, azota (N), fosfora (P) i stabilizacija

organske materije postiže se putem različitih mikroorganizama, prvenstveno bakterija [1]. Uslovi u pogledu kvaliteta efluenta, definisani su i propisani zakonskim uredbama u pogledu kvaliteta efluenta za ispuštanje u recipient koji služe prilikom dizajniranja tretmana za određivanje potrebnog stepena prečišćavanja otpadne vode.

Kod dimenzionisanja postrojenja za prečišćavanje otpadne vode (PPOV), projektovana veličina postrojenja zavisi od broja stanovnika, načina života koji se vodi u toj regiji, razvoja industrije, geografskog područja, veličine slivne površine, količine i sastava otpadnih voda. Izbor efikasnog i izvodljivog procesa zavisi od kvaliteta ulazne otpadne vode, kvaliteta izlazne prečišćene otpadne vode, prostora potrebnog za postrojenje, nusprodukata i kvaliteta emisija [1].

U svetlu sve većeg stepena zabrinutosti vezanog za postojeće i potencijalne uticaje ekstremnih klimatskih događaja i posledica koje one imaju na socijalno ekonomski aspekt društva i životnu sredinu, potrebno je uraditi procenu uticaja ekstremnih klimatskih promena na sve velike infrastrukturne objekte. U ovom slučaju potrebno je uraditi procenu rizika od pojave poplavnih talasa odnosno analizu rizika i eventualnih adaptacionih rešenja u slučaju prekomernih padavina, poplava i drugih akcidentnih događaja, što je od izuzetnog značaja sa aspekta redukcije stepena rizika i minimizacije finansijskih gubitaka.

Pod pojmom katastrofalnih rizika, pre svega, podrazumevaju se prirodne nepogode kao što su: poplave (fluvi- alne i pluvijalne), visoke vode, oluja, uragan, zemljotres, klizanje tla, požari, eksplozije ili ratni rizici, atomski rizici ili rizici od terorističkih napada, rizik nuklearnog terorizma ili pandemije bolesti. Mogu biti rezultat kako prirodnih, tako i antropogenih uticaja. Za društvo kao celinu, ispoljavanje katastrofalnog rizika dovodi do poremećaja velikog broja funkcija karakterističnih za svako društvo [2].

Katastrofalni rizici klasifikuju se na:

- rizike od prirodnih katastrofa (zemljotresi, olujni vetrovi, poplave, vulkanske erupcije);
- rizik kritične infrastrukture (transportni sistemi, vodosnabdjevanje, sistemi za električnu energiju, kompleksni sistemi);
- katastrofalne ekološke rizike (klimatske promene, genetski inženjering, nuklearne centrale);
- rizike ljudskog faktora, terorizam.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Maja Turk Sekulić, red. prof.

Hazard (događaj) koji je nemoguće predvideti, ali znamo da će do njega doći, nazivamo štetnim događajem. Rizik od datog štetnog događaja, u ovom slučaju poplava, predstavlja verovatnoću pojave štete na ugroženom području. Događaj smatramo katastrofalnim ako je izazvao štetu velikih razmera u tri različite kategorije: život i zdravlje ljudi, ekonomija/ekologija i društvena stabilnost. Nakon pojave nekog katastrofalnog događaja kao odgovor na njegov uticaj i spremnost za buduću, nastupa period od šest faza, od kojih svaka faza zahteva drugačiji spektar aktivnosti reagovanja: odgovor (faza vanredne situacije), oporavak, razvoj, prevencija, ublažavanje i spremnost [2].

2. OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE PPOV

Projektno rešenje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda grada Novog Sada obuhvata odabir tretmana obrade vode, gde je predloženo da se vrši predtretman, primarno, sekundarno, tercijarno prečišćavanje otpadnih voda i tretman mulja.

Predtretman podrazumeva separaciju krupnih nečistoća, inertnog materijala, peska, masti i ulja na gruboj i finoj rešetci, kao i ujednačavanje sastava i protoka efluenta. Pesak i masnoća uklanjaju se u kružnim primarnim taložnicima. Primarni taložnici uklanjaju do 10% ukupnog azota, 10% ukupnog fosfora, do 30 % BPK i 55 do 60 % ukupne suspendovane materije, smanjujući opterećenje daljih procesnih jedinica [4]. Mulj i plivajuće materije koji su uklonjeni u primarnim taložnicima (PST) prenose se do jedinice za prečišćavanje mulja. Na osnovu niza procena i analiza, za sekundarno prečišćavanje, kao najadekvatnija rešenja, pokazali su se: konvencionalni aktivni mulj (CAS), sekvencionalni šaržni reaktor (SBR) i membranski bioreaktor (MBR), kao i anaerobno prečišćavanje mulja [3]. Konvencionalni aktivni mulj predstavlja masu mikroorganizama uzgojenih u procesu prečišćavanja u cilju potpune ili delimične razgradnje organskih materija do ugljen dioksida, vode i određenih neorganskih jedinjenja. Postupak sa aktivnim muljem bi imao tri osnovne komponente: reaktor, u kojem se nalaze suspendovani aerobni mikroorganizmi koji u dodiru sa otpadnom vodom započinju prečišćavanje; jedinica za separaciju tečnosti i čvrstih materija koja se naziva sekundarni taložnik (SST); i sistem recirkulacije mulja, za recirkulaciju aktivnog mulja na početak procesa [3].

SBR je sistem punjenja i pražnjenja aktivnog mulja. Ciklus rada svakog SBR ima četiri faze. Tokom faze "punjenja" aktivan je sistem mehaničkih miksera i kompresora vazduha. Nakon punjenja SBR-a druga faza je faza "aeracije" u kojoj se odvija glavna redukcija organskog ugljenika, kao i nitrifikacija amonijaka. Tokom treće faze, koja se naziva "taloženje", aktivni mulj se taloži u mirnim uslovima [1]. Kao poslednja faza ciklusa planira se "izvlačenje", gde bi se gornji sloj bistrog efluenta izdvajao iz SBR-a pomoću dekantera. Za potencijalnu nadogradnju, za fazu tercijarnog prečišćavanja sugerise se povećanje broja SBRa, kako bi se omogućili procesi nitrifikacije – denitrifikacije. Mikseri koji su projektovani za SBR rezervoare, obezbeđuju ujednačen kvalitet otpadnih voda i sprečavaju taloženje tokom procesa potencijalne denitrifikacije [3].

MBR je sistem aktivnog mulja sa membranama, smeštenim na kraj rezervoara sa aktivnim muljem, za separaciju tečnosti i čvrste materije. Membrane su montirane u module, koji se spuštaju u bioreaktore. Moduli su sačinjeni od membrana, potporne konstrukcije za membranem, ulazne i izlazne veze napajanja i celokupne potporne konstrukcije. Membrane su pod vakuumom (manjim od 50 kPa), koji obezbeđuje protok vode kroz membrane, dok čvrste materije ostaju u reaktoru. Kako bi se minimiziralo taloženje čvrstih materija i prljanje spoljašnjosti membrane, uvodi se, putem distributivne cevi sa više otvora, komprimovani vazduh na dnu membranskog modula.

Kako se mehurići vazduha podižu prema površini, dolazi do spiranja površine membrane. Vazduh, takođe, omogućava održavanje aerobnih uslova u u reaktoru, kao i čvrstih materija u suspendovanoj fazi. U potencijalnoj fazi nadogradnje čitavog procesa, za tercijarno prečišćavanje trebalo bi da bude obezbeđena, pre rezervoara za aeraciju, dodatna komora za denitrifikaciju, slično kao kod konvencionalnog aktivnog mulja. U komori bi bili postavljeni mikseri koji obezbeđuju ujednačen protok i kvalitet otpadne vode i sprečavaju taloženje. Pored recirkulacije mulja, recirkuliše se i otpadna voda od aerisanog do anoksičnog dela kako bi se obezbedila denitrifikacija nitrata nastalih oksidacijom amonijaka koji je prisutan u otpadnim vodama. Jedinice za obradu mulja uključuju stabilizaciju i dehidrataciju [3].

3. PROCENA OPASNOSTI OD POPLAVA

U današnje vreme, rizik od različitih vrsta poplava konstantno se povećava. Klimatske promene, rezultiraju povećanjem količine padavina, porastom temperature, frekvencije i intenziteta kišnih oluja, što sve direktno utiče na status poplavnih talasa. Poplave su u Evropi postale učestalije od 1985. godine. Statistika beleži više nego dvostruko veći broj bujičnih poplava u poređenju s kasnim osamdesetim godinama prošlog veka. Prema navodima Evropske agencije za životnu sredinu [5], usled sve snažnijih i učestalijih poplava na lokalnom i regionalnom nivou, negativne posledice rečnih i bujičnih poplava na teritoriji Evrope postaju sve značajnije.

Zakonom o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama („Službeni glasnik RS”, broj 87/2018) uređuje se smanjenje rizika od katastrofa, prevencija i jačanje otpornosti i spremnosti pojedinaca i zajednice za reagovanje na posledice katastrofa. Zaštita i spasavanja ljudi, materijalnih, kulturnih dobara i druga pitanja od značaja za organizovanje i funkcionisanje sistema smanjenja rizika od katastrofa i upravljanja vanrednim situacijama.

Postoji više različitih vrsta poplava, u zavisnosti od njihovog porekla ili posledica koje imaju. Različite vrste poplava mogu se prepoznati na osnovu: porekla vode (izvor), geografija područja prijema, uzroka, brzine nastupanja. Kako razlikujemo poplave i njihove posledice, tako se i verovatnoća pojave takođe razlikuju, i na kraju i rizik. Pre nego što se izvrši procena opasnosti, potrebno je utvrditi koje vrste poplava su dominantne i katastrofalne u slivu, jer u praksi izbor opasnosti i primenjene metode procene rizika variraju u zavisnosti od vrste poplave.

Opšte prihvaćena definicija u svetu za rizik od poplave je definisan na sledeći način [6]:

$$\text{rizik od poplave} = \text{opasnost (od poplave)} \times \text{ranjivost (društva/područja)}.$$

Kao što je navedeno u radu [7], navedena definicija rizika od polava prihvaćena je i od strane EU Floods Directive, 2007. Pojedini stručnjaci smatraju da je definicija rizika kreirana na Univerzitetu tehnologije u Delftu preciznija [7]:

$$\text{rizik od poplave} = \text{verovatnoća (od poplave)} \times \text{posledice},$$

Autori smatraju da je za procenu opasnosti od poplave neophodno utvrditi i uzeti u obzir sve katastrofalne događaje iz prošlosti. Takođe, potrebno je proceniti veličinu i učestalost poplava. Poplave se ne dešavaju svake godine ili u poznatim i definisanim vremenskim intervalima. Njihov opseg je takođe različit. Velike poplave se javljaju ređe od srednjih ili malih.

Cilj procene opasnosti od poplave jeste procena verovatnoće pojave poplave tokom određenog vremenskog perioda. Iz razlika u verovatnoće pojava poplava različitih razmera, proizilazi koncepta povratnog perioda, odnosno prosečnog vremenskog perioda za poplave koje su jednake ili premašuju neki zacrtani nivo.

Povratni period je takođe poznat kao interval ponavljanja predstavljen simbolom T i izražen kao periodu godinama. Što je veći broj godina u intervalu ponavljanja, to je manja verovatnoća da će se ta poplava odviti u određenoj godini. Sve analize verovatnoće pojave nekog ekstremnog događaja se baziraju na obradi podataka iz prošlosti [7]. Pretpostavlja se da će klimatske karakteristike iz prošlosti, tokom proteklih 100 godina, biti iste ili slične u narednih sto i više godina.

Treba imati u vidu da klimatske promene imaju veću neizvesnost u proceni opasnosti i ugroženosti. Ovo će znatno otežati predviđanje i procenu rizika od katastrofa u budućnosti. Potrebno je naglasiti da se pojedini antropogeni uticaji na kapacitet korita reke, da prihvati ekstremni talas, tumače i posmatraju kao klimatske promene. Pod tim se podrazumevaju: izgradnja objekata u koritu reke, sužavanje korita za veliku vodu izgradnjom nasipa, veći koeficijent oticaja sa sliva zbog seče šuma ili izgradnja naselja.

U okviru procene rizika od poplava, posebno se razmatra događaj sa maksimalno mogućom štetom od poplave. To je šteta koju bi izazvala poplava najvećeg ikada izmerenog nivoa vode, po najgorem scenariju. Odbrambeni nasipi na rekama u Srbiji dimenzionisani su na 100-godišnji povratni period (veliku vodu). Merodavni nivo vode za dimenzionisanje nasipa određuje se na osnovu statističke analize određenog niza maksimalnog godišnjeg vodostaja, procena rizika i potencijala šteta od poplava koje se vrše za povratne periode od 5, 20 i 100 godina [7].

4. PROCENA RIZIKA OD POJAVE POPLAVNIH TALASA NA PPOV GRADA NOVOG SADA

Na osnovu kompletne analize tehničko-tehnoloških zahteva i potencijalnih rizika od katastrofalnih događaja, svojena je lokacija Postrojenja za tretman otpadne vode – Rokov Potok, koja se nalazi na desnoj obali Dunava,

nizvodno od izvorišta pitke vode Petrovaradinska Ada, u podnožju Petrovaradinske tvrđave i podgrada (Sika 1). Prosečna visina terena parcele je 77 m.n.J.m.



Slika 1. Lokacija novoprojektovanog Postrojenja za tretman otpadnih voda grada Novog Sada

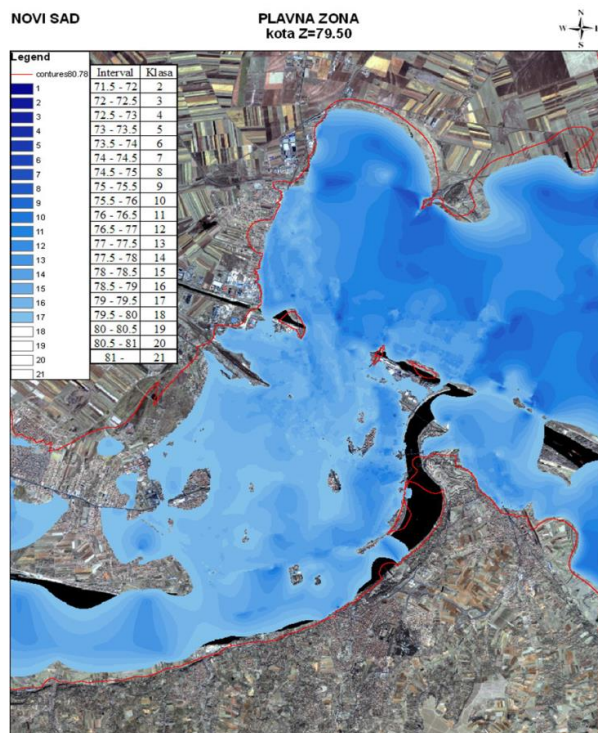
Izabrana lokacija PPOV-a nalazi se na inundaciji reke Dunav, koju je reka u prošlosti plavila i postoji potencijalna opasnost od poplavnog talasa. Pomenuta površina se nalazi u formiranoj retenziji koja je omeđena odbrambenim nasipom na severoistoku i jugu, dok se na zapadu izdiže nasip sa obnovljenom putnom saobraćajnicom. Saobraćajnica vodi sa novog mosta ka budućoj petlji Petrovaradin istok, koja će biti sastavni deo autoputa Fruškogorskog koridora.

Kako nasip na zapadu retenzije predstavlja deo pristupne rampe novog Žeželjevog mosta i zaštitu podgrada Petrovaradinske tvrđave od velikih voda Dunava, kota krune nasipa je znatno viša od nivoa mogućih poplavnih talasa. Nasipi na jugu ujedno štite retenziju od bujičnih voda i velikih voda iz Rokovog potoka, koje su pod uticajem velikih voda Dunava pri nailasku poplavnog talasa.

Nasipi na severoistoku i jugu retenzije imaju prosečnu kotu krune preko 80.0 m.n.J.m., međutim rekognosciranjem terena utvrđeno je da postoje kritična mesta duž nasipa na kojima je kota znatno niža. Analize studije [8], urađene za potrebe JVP „Vode Vojvodine“ 2011. godine, ukazuju na zone plavljenja područja Novog Sada pri različitim nivoima poplavnog talasa. Na Slici 2. prikazane su zone plavljenja pri poplavnom talasu na koti 79.50 m.n.J.m. Ako posmatramo samu lokaciju PPOV, u slučaju kote 79.50 m.n.J.m dolazi do plavljenja i retenzije u kojoj se nalazi lokacija PPOV. Dakle, taj nivo poplavnog talasa predstavlja katastrofalni događaj za budući infrastrukturni projekat. Predstavljeni pristup određivanja plavnog područja podrazumeva korišćenje istorijskih podataka o poplavi i topografskih karata.

Sa razvojem tehnologije i geodetskih sistema premera laserskim skeniranjem, stekli su se uslovi za formiranje digitalnih modela terena (DTM) koji su osnov za hidrauličko modelovanje, kao adekvatniji pristup. Analiza hidrauličkim modelima bazira se na primeni linijskih i prostornih matematičkih modela koji su u stanju da uspešno simuliraju strujanje u otvorenim tokovima. Dvodimenzionalni (2D) modeli izračunavaju protok i nivoje paralelno sa glavnim tokom, kao i neparalelno, što je slučaj kretanja vode u inundacijama i prilikom prelivanja u zaleđe nasipa.

Mogu se koristiti za modelovanje područja složene topografije, kao što su šire poplavne ravnice ili retenzije. U doktorskoj disertaciji urađenoj na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu [9] sprovedena je analiza u kojoj je formiran prostorni (2D) model Dunava kroz Srbiju u softverskom paketu HEC-RAS. Dati model, u prikazanom istraživanju, korišćen je za procenu rizika selektovanog lokaliteta PPOV-a. Konkretno za posmatranu lokaciju rezultati analize su pokazali da bi pri nivoima vode Dunava većim od 79.20 m.n.J.m. došlo do plavljenja predviđene retenzije.



Slika 2. Površine i dubine plavljenja Novog Sada za slučaj nivoa 79.50 m.n.J.m [6]

5. ZAKLJUČAK

U okviru rada prikazana je analize projekta izgradnje PPOV grada Novog Sada, sa predloženim lokacijama, tretmanima prerade vode i mulja. Prodiskutovana je i predstavljena procena rizika od pojave poplavnih talasa na lokaciji PPOV, na osnovu koje se može zaključiti da izabrani lokalitet predstavlja potencijalno plavno područje. Iz tog razloga, lokaciju Postrojenja za tretman komunalnih otpadnih voda grada Novog Sada neophodno je osigurati saniranjem kritičnih mesta duž nasipa na kojima je kota niža. Sama lokacija Postrojenja se nalazi u retenziji čija je površina niža od nivoa poplavnog talasa. Međutim, projektovani nasipi su dovoljno široki i smatra se da njihova konstrukcija (materijal, oblik, zbijenost po slojevima) omogućuje, uz pomenuto saniranje kritičnih mesta retenzija, sigurnu zaštitu od potencijalnog stogodišnjeg poplavnog talasa.

6. LITERATURA

[1] Kolaković S. Vujović S., "Postupci i postrojenja za tretman voda". Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.

[2] Babić, B. "Identification and definition of risk, threats and disasters." Risk Management in the Western Balkans: 2.

[3] Višeslav R., Srdić T., Durus A. i dr. "Prethodna studija opravdanosti za postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda u Novom Sadu", Novi Sad, 2016

[4] Janković M., Povrenović D., "Osnovne tehnologije prečišćavanja otpadnih voda", Tehnološko-metalurški fakultet" Beograd, 2013.

[5] European Environment Agency, "Flood risks and environmental vulnerability.", No 1/2016.

[6] Ndini M., "Opasnosti od poplava i procena rizika", Novi Sad, 2020.

[7] EU-funded Integrated project, WL| Delft Hydraulics, Deltares, "Flood risk assessment and flood risk management", Report Number T29-09-01, pp. 13-15, 2009.

[8] Kolaković S., Budimski Lj., Vujović S., Jeftenić G., Mašić B., Kolaković S.S., Studija: Druga odbrambena linija pored leve obale Dunava u funkciji zaštite od velikih voda Novog Sada, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, avgust 2011.

[9] Kolaković S.S., „Model upravljanja poplavama na ravničarskim rekama na primeru Dunava kroz Srbiju“, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2017.

[10] Radonić, J., Turk Sekulić, M., Čulibrk, D., Drews, M., Dømgård, M. L., and Wortmann, M. Climate services for large scale investments in infrastructure and climate resilience in the Danube Basin. EGU General Assembly, 2020, EGU2020-20103,

<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-20103>, 2020. [11] Zakon o smanjenju rizika od katastrofa i upravljanju vanrednim situacijama („Službeni glasnik RS”, broj 87/2018),

Kratka biografija:



Daria Ilić rođena je u Novom Sadu 1996. god. Osnovne akademske studije završila na Fakultetu tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva tretmana i zaštite voda – Procena rizika od poplavnih talasa i predlog adaptacionih rešenja za tretman komunalnih otpadnih voda Grada Novog Sada, 2021.

kontakt: dariailic23@gmail.com



Maja Turk Sekulić rođena je 1976. godine u Novom Sadu. Gimnaziju Jovanović Zmaj završila je 1995. godine. Diplomirala na Tehnološkom fakultetu 2003. godine. Doktorirala 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Uža oblast interesovanja – Zelene tehnologije tretmana u domenu inženjerstva zaštite životne sredine.

kontakt: majaturk@uns.ac.rs

**ПРОЈЕКТОВАЊЕ СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА У
СТАМБЕНОМ ОБЈЕКТУ - ГАРАЖА****PROJECTING OF SPRINKLER INSTALLATION FOR EXTINGUISHING FIRE IN THE
BUILDING – GARAGE**Синиша Граховац, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД
КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА**

Кратак садржај – У раду је обрађен проблем избора аутоматског стабилног система за гашење пожара. Урађен је пројекат аутоматске стабилне инсталације за гашење пожара типа спринклер, за гаражу у стамбеној згради у изградњи на Златибору. Узета је у обзир намена објекта, класа пожарне опасности, ватроотпорност грађевинских конструкција, путеви за евакуацију, ватрогасна постројења, заштита од специфичних ризика, уређаји за гашење пожара, сигурносне мере и организација.

Кључне речи: Спринклерски системи, безбедност од пожара, пројекат спринклер инсталације за гаражу у стамбеној згради.

Abstract – The paper covers the issue of choice of the stable automatic fire-extinguishing system. Project of sprinkler-type stable automatic fire-extinguishing installation of garage in the building has been developed for this aim. The purpose of the facility, fire hazard class, fire resistance of construction structures, evacuation routes, firefighting plants, protection against specific risks, fire extinguishers, security measures and organization have been taken into account.

Key words: Sprinkler systems, fire safety, sprinkler installation project of garage in the building.

1. УВОД

Спринклер инсталација спада међу најефикасније инсталације за гашење пожара. То је аутоматска инсталација распрскавајућим млазом воде. У припремном положају пре активирања има затворене млазнице. Млазнице се отварају на одређеној температури и тако се инсталација аутоматски активира. Спринклер инсталација истовремено врши и дојаву пожара, давањем алармног сигнала, јер је свака спринклер млазница истовремено и термомаксимални јављач пожара.

У раду је приказан пројекат спринклер инсталације за подземну гаражу усклађен законом о заштити од пожара, а прорачун и димензионисање инсталације извршене према стандарду СРПС ЕН 12845.

Уградњом спринклер система, спречава се брзо ширење пожара, као и настала материјална штета.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор др Митар Јоцановић, ванр. проф.

Многа осигуравајућа друштва умањују премију осигурања клијентима који имају уграђене спринклер системе, што доноси значајну уштеду у трошковима осигурања.

При избору спринклер инсталације, треба узети у обзир низ критеријума и фактора. Зависно од услова, спринклер инсталације се изводе као:

- а) Мокра спринклер инсталација
- б) Сува спринклер инсталација
- в) Комбинована (мокро-сува) спринклер инсталација
- г) Сува брзодејствујућа спринклер инсталација
- д) Сува инсталација са претходним управљањем

**2. АУТОМАТСКА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАШЕЊЕ
ПОЖАРА ВОДОМ - СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА****2.1. Законска обавеза за постављање аутомских
система за гашење пожара**

Према Закону о заштити од пожара (Сл.Гласник РС 111/2009; 20/2015, 87/2018) у објектима у којима се одвијају технолошки процеси, у којима се производе, прерађују, користе и склађиште запаљиве, експлозивне и друге опасне материје, у високим објектима (осим стамбених зграда), у зградама архива и документације од посебне вредности, у објектима у којима се обавља трговина површине преко 3500 m², у објектима који служе за изложбе површине преко 1000 m², музејима, биоскопима, позориштима, аеродромским зградама површине преко 1000 m², обавезна је и уградња уређаја који омогућавају благовремено гашење пожара (стабилни системи за гашење пожара).

Данас се у Европи користе следећи прописи при пројектовању и извођењу спринклер инсталације:

- СРПС ЕН 12845:2015 - Инсталације за гашење пожара – аутоматски спринклер системи - Пројектовање, уградња и одржавање
- СЕА 4001:2009 – Sprinkler Systems:Planning and Installation.

Поред Закона о заштити од пожара и следећи правилници ближе регулишу уградњу ових система:

1. Правилник о техничким нормативима за заштиту складишта од пожара и експлозија ("Сл. лист СФРЈ", бр. 24/1987)
2. Правилник о техничким нормативима за уређаје у којима се наносе и суше премазна средства ("Сл. лист СФРЈ", бр. 57/1985)
3. Правилник о техничким прописима за специјалну заштиту електроенергетских

постројења од пожара ("Сл. лист СФРЈ", бр. 16/1966, 58/1972, 24/1975 и 74/90)

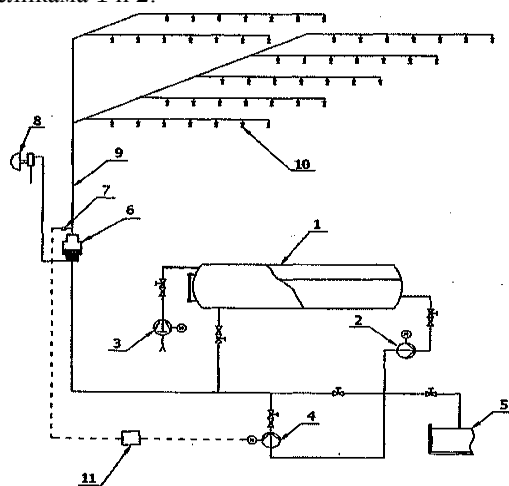
- Правилник о заштити на раду при изради експлозива и барута и манипулисању експлозивима и барутима ("Сл. лист СФРЈ", бр. 55/1969)
- Правилник о техничким захтевима за заштиту гаража за путничке аутомобиле од пожара и експлозија ("Сл. лист Србије и Црне Горе", бр. 31/2005)

Аутоматски стабилни системи за гашење пожара морају бити предвиђени у великим и средњим подземним гаражама, као и у великим надземним затвореним гаражама. Аутоматски стабилни системи за гашење пожара морају бити предвиђени у гаражама са аутоматизованим паркирањем и у гаражама у којима се паркирање возила врши искључиво гаражним лифтом.

2.2. Основни елементи и принцип функционисања

Спринклер инсталација се састоји од система ценовода на којима су постављене спринклер млазнице и спринклер централе у којој се налазе спринклер станице, пумпе, резервоар под ваздушним притиском, компресор и др.

Спринклер инсталацију сачињавају делови приказани на сликама 1 и 2.



Сл.1.Схема спринклер инсталације

1.Резервоар под ваздушним притиском - служи за почетно гашење, обично до 10 мин, 2.напојна пумпа - снабдева резервоар водом, 3.компресор - одржава ваздушни притисак изнад воде у резервоару, 4.спринклер пумпа - преузима гашење, после пражњења резервоара, 5.базен са водом, 6.спринклер станица, 7.склопка, 8.алармно механичко звоно, 9.ценоводи, 10.спринклер млазница, 11.електрични командни орман

2.3. Издавање штићеног простора од нештићеног – пожарно издавање

Када се објект штити стабилном инсталацијом за гашење пожара, онда се мора штитити цела његова површина.

Минимална ватроотпорност зидова између штићеног и нештићеног простора мора бити 1h. Врата између простора морају бити самозатварајућа или да се аутоматски затварају у случају пожара. Ниједан део нештићеног простора не би требало да буде лоциран вертикално испод спринклер штићеног простора. Уколико висина скривеног простора у крову или поду

спринклер штићеног простора прелази 0,8 m, простор мора бити заштићен спринклер инсталацијом.

2.4. Функционална шема спринклер инсталације

Вода се допрема до спринклер вентила електричном пумпом смешеном у пумпној станици на етажи подрум (-3). Неисцрпни извор воде је резервоар смештен поред пумпне станице, испод рампе.

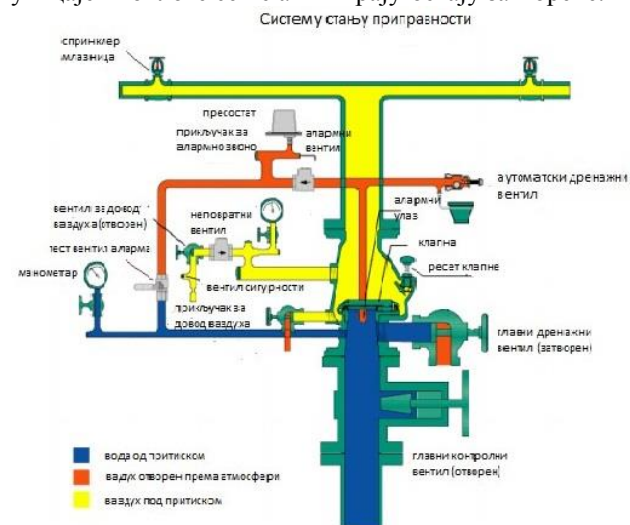
Паралелно са спринклер пумпом, на инсталацију је повезана ценој пумпа која служи за одржавање притиска у систему-штити спринклер пумпу од честог укључивања.

Засуни испред спринклер вентила служе за одвајање система од извора воде. Ови засуни, када се не врши одржавање система, морају бити отворени како би се омогућио проток воде ка инсталацији. Положај отворености је јасно означен на засуну.

Засун служи за затварање довода воде у сврху:

- замене спринклер млазнице
- надоградње, односно, реконструкције
- испитивања цевне мреже
- отклањања кварова

Систем развода је суви јер се гаража не греје и Инвеститор не може гарантовати да неће доћи до смрзавања воде изван пумпне станице. Код сувог система развода ваздух се налази у ценоводима и изнад спринклер алармног вентила. Када се млазница активира, ваздух излази. Млазнице које нису под утицајем топлоте се не активирају-остају затворене.



Сл.2. Спринклер систем у стању приправности

Начин рада инсталације је следећи:

- топлота, од пламена, изазива активирање млазнице,
 - ваздух из ценовода истиче кроз млазницу, што изазива пад притиска у деоници изнад сувог вентила,
 - овај пад притиска изазива отварање клапне сувог вентила, што омогућава проток воде од извора воде ка спринклер систему,
 - у алармном воду се јавља проток воде, што активира аларм који се одмах сигнализира ПП централни.
- Са обе стране клапне вентила су постављени манометри за контролу притиска.

Тестирање исправности вентила се обавља отварањем тест вентила када се симулира пад притиска изнад

клапне вентила. На слици бр.2 је приказан шематски приказ мокрог спринклер система у стању приправности, а на слици бр.3 у радном стању приликом активирања млазнице.



Сл.3. Истицање воде на отвореној спринклер млазници

3. ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈИ И ПРОРАЧУНСКЕ ОСНОВЕ

Предметни стамбени објекат је спратности По1+По2+По3+Су+Пр+6+Пк, лоциран је на парцели к.п. бр. 7381 К.О. Чајетина, општина Чајетина, у северозападном делу парцеле, чија површина је 17481 m². Димензије стамбеног надземног дела објекта у основи су 85,11 x 30,23 m, апсолутна кота приземља је 1012,60 m. Улази у објекат су предвиђени на етажи приземља са југоисточне стране. Укупна бруто изграђена површина подземно и надземно износи 27932,84 m², а укупна нето површина 24222,36 m².

Објекат има укупно 241 стамбену јединицу. Површина свих стамбених јединица износи 9855,85 m². У самом објекту је обезбеђено укупно 366 паркинг места за аутомобиле и 18 паркинг места за квадове за 241 стамбену јединицу. Од укупног броја паркинг места предвиђено је 18 паркинг места за особе са инвалидитетом. Остала паркинг места су предвиђена као паркинг места на отвореним површинама око објекта.

Подземна гаража је смештена у сутерену и 3 подземне етаже објекта. Гаражи се приступа са северозападне стране. Поред паркинг места са комуникацијама у простору подземне гараже се налазе и помоћне просторије као и спринклер пумпна станица са пратећом опремом на етажи -3. Из подземне гараже се степеницама и лифтом може директно ићи на више етаже. Укупна нето површина гаражног дела износи 11.517,84 m².

Подземна гаража која се налази у предметном објекту према члану 14 Правилника о техничким захтевима за заштиту гаража за путничке аутомобиле од пожара („Сл. лист СЦГ“, бр. 31/2005) спада у „ВЕЛИКУ“ гаражу.

У објекту су изведени следећи системи и опрема:

- стабилни систем за аутоматско гашење пожара – спринклер
- ручни преносни апарати за гашење пожара
- хидрантска мрежа

4. ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ПОДЗЕМНУ ГАРАЖУ СТАМБЕНОГ ОБЈЕКТА По1+По2+По3+Су+Пр+6+Пк

Прорачун спринклер инсталације може се вршити у складу са једним од неколико постојећих стандарда: ЕН 12845 (стандард које су усвојиле земље ЕУ), ВдС ЦЕА4001 (стандард који је развијен у Немачкој), НФПА 13 (стандард који је развијен у САД).

Прорачун сваке инсталације почиње одређивањем класе пожарне опасности којој припада дати објекат – простор који се штити. Класе пожарне опасности према ВдС ЦЕА4001 или ЕН 12845, су следеће:

- LH (Light Hazard) –штићена подручја са малим пожарним оптерећењем и малом запаљивошћу материјала.
- OH (Ordinary Hazard) –штићена подручја са средњим пожарним оптерећењем и средњом запаљивошћу материјала. Деле се у подгрупе OH1, OH2, OH3 и OH4.
- HNP (High Hazard Proces) –штићена подручја у области производње са великим пожарним оптерећењем и великом запаљивошћу материјала. Деле се у подгрупе HNP1, HNP2, HNP3, HNP4.
- NNS (High Hazard Storage) –штићена подручја са складиштењем материјала и роба. Деле се на подгрупе NNS I до NNS IV.

5. ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ

Основни прорачун за потребну количину воде, као и конструктивно функционални захтеви базирају се на прописима СРПС ЕН 12845:15.

Прорачун сваке инсталације почиње одређивањем класе пожарне опасности којој припада дати објекат - простор који се штити.

Из табеле А.2 Анекса А стандарда, за подземну паркинг гаражу, одређује се средња класа опасности OH, подгрупа - OH2.

Пројектна количина воде (висина поливања) и површина дејства

Из стандарда, за класу опасности OH2 одређује се:

- Минимална брзина дотока воде: 5 mm/min
- површина дејства за суви спринклер систем: 180 m²

Минимални притисак истицања на млазницама

Минимални притисак истицања на млазницама у хидраулички најнеповољнијој ситуацији, за класу опасности OH, према стандарду је 0,35 бар.

Максимална површина дејства по млазници и максимално растојање између млазница

Из стандарда, за класу опасности OH одређује се:

- максимална површина дејства по једној млазници: 12 m²
- максимално растојање између две млазнице: 4 m

Време деловања инсталације

Минимално време деловања инсталације, за класу опасности OH, према стандарду, је 60 минута.

Коефицијент К млазнице

Номинални коефицијент К млазница, за класу опасности OH, према стандарду, је 80.

5.1 Хидраулички прорачун

Карактеристике потребног протока и притиска на вентилу и пумпи дате су у табели. $Q=1138.12 \text{ l/min}$, $P=3.46 \text{ bar}$

На основу прорачунатих минималних карактеристика за спринклер пумпу у пумпној станици:

- проток $Q=1138.12 \text{ l/min}$

- напор $H=35 \text{ m}$

Одабрана је спринклер пумпа произвођача Grundfos, тип NK80-400/365, следећих карактеристика у радној тачки:

- проток $Q=1311 \text{ l/min}$

- напор $H=46 \text{ m}$

- снага електро мотора $P=18.5 \text{ kW}$

Табела 1. Пад притиска кроз цевовод за избор пумпе

Прорачун хидраулички најнеповољније површине								
Тачка	Фактор К		Проток	Локални отпори	Еквив. дужина (m)		Укупни притисак (bar)	
Деоница	DN	du	(l/min)		Локални отпори	Дужина деонице	Проточни пад прит.	Геодет. пад прит.
(mm)	(mm)				(m)	(m)	(bar)	(bar)
a	80		59.84			4.52	0.5600	
a-6	DN25	29,7	59.84	K0.6	0,6	3,92	0,0494	0,0392
6	80		64,43	-			0,6486	
6-1	DN25	29,7	124,27	T1.5	3,66		0,1588	0,0392
1d			124,27				0,8436	
a'	80		59.84			2,76	0,5600	
a'-1	DN25	29,7	59.84	K0.6	0,6	2,16	0,01123	0,0392
1л			70,35				0,61043	
1	211,89		194,62			7,00	0,8436	
1-2	DN40	43,1	194,62	P0,6 T3,0	3,60	3,40	0,1136	
2	211,89		207,31			8,00	0,9572	
2-3	DN50	54,5	401,93	P1,0 T3,6	4,60	3,40	0,0525	
a1	80		59.84			4,12	0,5600	
a1-61	DN25	29,7	59.84	K0.6	0,60	3,52	0,0462	
61	80		62,29			3,26	0,6062	
61-3	DN25	29,7	122,13	T1.5	1,50	1,76	0,0394	
3d			152,73				0,6456	
a1'	80		59.84			2,36	0,5600	
a1'-3	DN25	29,7	59.84		0,60	1,76	0,0265	
3л			78,52				0,5865	
3	230,14		231,25			7,00	1,0097	
3-4	DN 65	70,3	633,18	T3,6	3,60	3,40	0,0930	
4	230,14		241,67			5,38	1,1027	
4-5	DN 65	70,3	874,85	T3,6	3,60	1,78	0,1306	
5л	230,14		874,85				1,3639	
a2	80		59.84			4,12	0,5600	
a2-62	DN25	29,7	59.84	K0,6	0,60	3,52	0,0462	
62	80		62,29			3,26	0,6062	
62-6	DN25	29,7	122,13	T1,5	1,50	1,76	0,0394	
6d			122,13				0,6456	
a2'	80		59.84			2,36	0,5600	
a2'-6	DN25	29,7	59.84	K0,6	0,60	1,76	0,0265	
6л			62,78				0,5865	
6			184,91			5,78	0,6456	
6-5	DN50	54,5		P1,0 T3,0	4,0	1,78	0,272	
5d			263,27				0,6728	
5			1138,12			185,95	1,3639	
5-СВ-П	DN100	107,1	1138,12	УК78,24	78,24	107,71	0,9409	1,1517
Пумпа			1138,12				3,4565	

6. ЗАКЉУЧАК

Подземне гараже су специфични објекти које због свог положаја, намене, вентилације и других фактора представљају изазов за све који се баве заштитом од пожара, а посебно за припаднике ватрогасних јединица. Узроци пожара у оваквим објектима су углавном на возилима, због неисправности или евентуалних радова на истим. Због присуства запаљивих материјала и материја које се налазе у возилима, евентуални пожари на возилима у подземним гаражама би се веома лако и брзо ширили, а постојала би и опасност од могућих експлозија.

Циљ и сврха уградње овакве инсталације у објект јесте да са једне стране држи евентуални пожар под надзором и контролом, тј. да спречи његово даље ширење, чиме би се добило на времену евакуације људи из угроженог подручја, а друга важна карактеристика овог система је и спречавање прекомерног загревања конструкције објекта ради задржавања интегритета исте, постројења, инсталација и сличног у току самог пожара.

Веома је важно напоменути да се постројење мора уредно одржавати како би се осигурало да, у случају потребе, функционише. Овај задатак може се лако превидети или недовољно уважити. Ако се то догоди тада, то значи опасност по живот људи који се налази и борави у објекту, као и ризик од значајних финансијских трошкова.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Инсталације за гашење пожара; З.Секуловић, М.Дамановић, М.Богнер; ЕТА, Београд 2014
- [2] Превентивна заштита од пожара; З.Секуловић, М.Дамановић, М.Богнер; ЕТА, Београд 2012.
- [3] Закон о заштити од пожара („Службени гласник РС“, број 111/2009; 20/2015, 87/2018)
- [4] Пројектовање противпожарне заштите; В. Бујандрић, Н.Бујандрић; Ведеко, Београд 1996.
- [5] Правилник о техничким нормативима за заштиту гаража за путничке аутомобиле од пожара и експлозија („Сл.Лист Србије и Црне Горе“, бр. 31/2005)

Кратка биографија:



Синиша Граховац рођен је у Мостару 1972. године. Факултет техничких наука у Новом Саду, одсек Машински, завршава 2009. год.

На Факултету техничких наука, у Новом Саду, школске 2018/2019. уписује мастер академске студије: Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара. Мастер рад из научне области Инжењерство управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара брани 2021. год.

**СПРИНКЛЕРСКЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ГАШЕЊЕ ПОЖАРА ПОДЗЕМНЕ ГАРАЖЕ
ПОСЛОВНЕ ЗГРАДЕ У НОВОМ САДУ****SPRINKLER FIRE EXTINGUISHING INSTALLATIONS FOR UNDERGROUND GARAGE
OF A BUSSINES BUILDING**

Давид Дракул, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – УПРАВЉАЊЕ РИЗИКОМ ОД
КАТАСТРОФАЛНИХ ДОГАЂАЈА И ПОЖАРА**

Кратак садржај – У раду је анализирана проблема-тика избора аутоматског стабилног система за гашење пожара типа спринклер. Урађен је пројекат аутоматске стабилне инсталације за гашење пожара типа-спринклер за подземну гаражу која се састоји из 2 нивоа. Узета је у обзир удаљеност објекта од ватрогасно-спасилачке јединице, као и сви потребни стандарди који се користе за пројектовање стабилног система типа спринклер за подземне гараже.

Кључне речи: Спринклер системи, подземна гаража, пројекат аутоматске стабилне инсталације

Abstract – The paper covers the issue of choice of the stable automatic fire-extinguishing system. Project of sprinkler-type stable automatic fire-extinguishing installation for 2 level underground garage has been developed for this aim. The distance of the building from the fire-rescue unit was taken into account, as well as all the necessary standards used for the design of a stable sprinkler system for underground garages.

Keywords: Sprinkler systems, underground garage, project of automatic stable installation

1. УВОД

Предмет разматрања овог рада су пожари, процена висине пожарног ризика, аутоматска спринклер инсталација за гашење пожара као и њена примена у подземној гаражи пословног објекта, која због свог положаја, специфичног пожарног оптерећења, вентилације и других фактора представља изазов за све оне који се баве заштитом од пожара. У раду је приказан пројекат спринклер инсталације за подземну гаражу усклађен законом о заштити од пожара, а прорачун и димензионисање инсталације извршене према стандардима VdS CEA 4001 и SRPS EN 12845. Један од најстаријих и најраспрострањенијих типова стабилних инсталација које за гашење користе воду су Спринклер инсталације.

Овај тип инсталација се користи за гашење различитих типова објеката који могу бити и различитог пожарног оптерећења, од малог, као што су хотели, му-

зеји, болнице, школе, преко средњих као што су гараже, робне куће, лакша индустријска постројења, па све до тешких као што је хемијска индустрија, разна складишта, индустрије боја и лакова, текстилна индустрија итд.

Предности спринклер система:

- једноставно одржавање,
- висока ефикасност гашења,
- непостојање лажних аларма,
- у случају пожара активирају се само оне млазнице које се налазе у делу простора који је захваћен пожаром, тако да су штете од деловања воде минималне.

Приликом израде пројекта Спринклер инсталација за подземну гаражу треба обезбедити да изведена инсталација покрива већи део простора гараже, за које се то на основу процене ризика од настанка пожара у објекту, покаже као потребно или препоручено (Еуроаларм метода).

**2. АУТОМАТСКА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАШЕЊЕ
ПОЖАРА ВОДОМ - СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА****2.1. Законска обавеза постављања спринклер
инсталација**

Ширењем примене спринклер инсталација појавила се потреба за стварањем правила на основу којих би се оне уграђивале. Прве стандарде у овој области дале су осигуравајуће компаније. Године 1896. основана је организација “National Fire Protection Agency - NFPA” која је те године издала први стандард у области аутоматских спринклер инсталација познат као НФПА 13. Код нас се данас користе следећи прописи при пројектовању и извођењу спринклер инсталације:

- СРПС ЕН 12845:2009. Инсталације за гашење пожара – Аутоматски спринклер системи – Пројектовање, уградња и оржавање,
- ВдС ЦЕА 4001:2009. - Sprinkler systems: Planning and Installation.

Домаћи прописи за спринклер инсталације не постоје. Много важније од самог прописа за пројектовање и извођење спринклер инсталације је постојање важећих прописа које дефинишу где је потребно поставити ову инсталацију.

У свим објектима и просторијама у којима се врше технолошки процеси у којима се користе или производе запаљиве и експлозивне материје или

НАПОМЕНА:

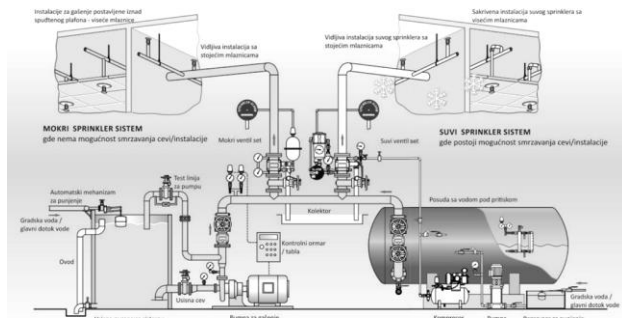
Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Митар Јоцановић, ванр. проф.

старају експлозивне смеше обавезно је постављање аутоматске стабилне инсталације за гашење пожара. Поред закона о заштити од пожара и следећи правилници детаљније регулишу уградњу ових система:

- Правилник о техничким нормативима за заштиту складишта од пожара и експлозија („Службени лист СФРЈ“, број 24/1985),
- Правилник о техничким нормативима за уређаје у којима се наносе и суше премазна средства („Службени лист СФРЈ“, број 57/1985),
- Правилник о техничким прописима за специјалну заштиту електроенергетских постројења од пожара („Службени лист СФРЈ“, број 16/1966, 58/1972. и 24/1975),
- Правилник о заштити на раду при изради експлозива и барута и манипулисању експлозивима и барутима („Службени лист СФРЈ“, број 55/1969),
- Правилник о техничким захтевима за заштиту гаража за путничке аутомобиле од експлозија и пожара („Службени лист Србије и Црне Горе“, број 31/2005).

2.2. Основни елементи и принцип функционисања

Спринклер инсталација се састоји од система цеви за воду, млазница које распршују воду која гаси пламен, контролних вентила и осталих неопходних уређаја за правилно функционисање. То су релативно једноставна постројења која се углавном састоје од: извора воде, Система ценовода за дистрибуцију воде, Распрскавајућих млазница (спринклера), Контролних вентила, Пумпног постројења (ако је неопходно), Алармних уређаја.



Сл.1. Спринклер систем и саставни делови инсталације

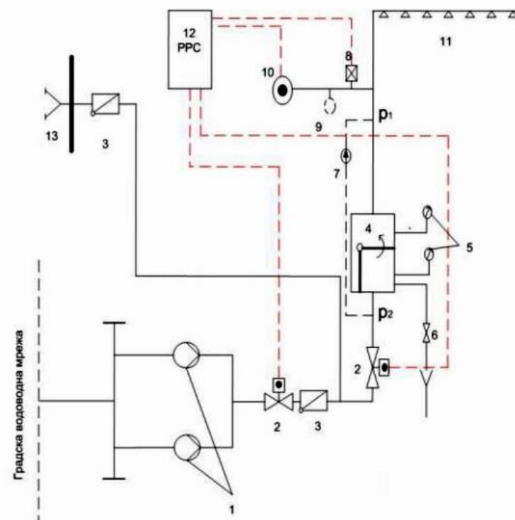
2.3. Избор типа спринклер система

Избор типа спринклер система врши се према следећим критеријумима:

- температуре простора,
- просторије током целе године брзине ширења пожара,
- могућности наношења штете приликом гашења.

Температура просторије која се штити, одредиће који ће се спринклер систем поставити, мокри, суви или комбиновани.

Мокри систем ће се поставити у просторије где не може доћи до замрзавања и где се не могу појавити високе температуре, јер би дошло до испаравања воде.



Сл.2. Шема мокрог спринклер система

1 - пумпе, 2 - засун са микропрекидачем, 3 - неповратни вентил, 4 - мокри алармни вентил, 5 - манометар, 6 - дренажа, 7 - цокеј пумпа, 8 - индикатор протока, 9 - комора за сакупљање вишка воде услед флукутација притиска у систему, 10 - аларм, 11 - спринклер млазнице, 12 - централа за дојаву пожара, 13 - прикључак за ватрогасну службу; - Црвеном линијом означена је сигнализација

Брзина ширења пожара има утицаја на избор спринклер система и његових елемената. Брзо ширење може учинити да спринклер систем није довољна заштита. Ако је то случај, онда објекти и простори морају имати допунску заштиту, допунска заштита могу бити преградни зидови, а површине зоне не веће од 100m².

2.4. Дефинисање спринклера

Дефинисање спринклера врши се избором врсте, броја и распореда спринклера.

А) Избор врсте спринклера

Избор врсте спринклера врши се следећим критеријумима:

- избором материје која реагује на температуру,
- обликом млаза ,
- величином- протоком,
- температуром активирања- отварања .

Избор активирајуће материје своди се на избор једног од две врсте спринклера, спринклера са ампулом или са лакотопљивом легуrom. У том смислу постоје и конструктивне разлике, али је, код обе врсте, температура она индикација која активира - отвара спринклер. Ако у просторији постоје услови за корозију, онда ће се поставити спринклер са ампулом. Према облику млаза постоје следеће врсте спринклера:

- Нормални спринклер са усмереним млазом према поду или плафону, у облику лопте, са

максималном површином покривања 9 и 12 m², у висећој или стојећој изведби,

- Спринклер са млазом према поду у облику параболоида, са максималном површином покривања до 12m², у висећој или стојећој изведби,
- Равни спринклер са положеним обликом млаза, за специјалну примену, максималне површине покривања до 21m², за ЛН, у висећој или стојећој изведби,
- Зидни спринклер са полупараболичним обликом млаза усмереним ка поду, максималне површине покривања до 9m².



Сл.3 Типови спринклер млазница

Избор спринклер млазнице се врши на основу К фактора помоћу формуле:

$$K = \frac{Qm}{\sqrt{Pm}}$$

Где је:

- Qm, [l/min] – проток воде по једној млазници
- Pm, [bar] – радни притисак млазнице.

Температуру активирања спринклер система, отварање спринклера, треба да је 30°C виша од максималне температуре простора.

Б) Број спринклера

Број спринклера зависи од потребне количине воде за гашење, величине спринклера и распореда. При томе се морају поштовати захтеви за излазни притисак на спринклеру који се налази на најнеповољнијем положају (највећа висина и највећа удаљеност) буде најмање 0.35 до 0.7 бара у зависности од пожарне опасности, као и прописана растојања спринклера (међусобна и зидна).

На број спринклера има утицај и висина просторије, начин складиштења запаљивог материјала и степен пожарне опасности. Тако се највише угрожене просторије предвиђа један спринклер на 6,5 и 9 m², за средње 9m² и 12 m² а за лаке на 21 m².

3. ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ПОДЗЕМНУ ГАРАЖУ ПОСЛОВНОГ ОБЈЕКТА Су2+Су1+Пр+7+Те

Поступак пројектовања стабилне инсталације за гашење пожара водом, типа спринклер је спроведен на основу Закона о заштити од пожара („Сл.гласник РС“, бр. 111/2009, 20/2015, 87/2018 и 87/1018) те захтева Инвеститора. Форма пројекта задовољава

форму Пројекта за извођење (ПЗИ) из Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта ("Службени гласник РС", бр. 23/2015). С обзиром да не постоји правилник који прописује техничке захтеве за пројектовање спринклер инсталације, поступак пројектовања је изведен на основу техничких захтева из (СРПС ЕН 12845: Остали закони, прописи и стандарди који дефинишу начин извођења инсталације, контролу и одржавање су:

- Закон о безбедности и здрављу на раду ("Сл. гласник РС" бр. 101/2005 и 91/2015),
- Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при коришћењу опреме за рад ("Сл. гласник РС" бр. 23/2009 и 123/2012 и 102/2015),
- Правилник о личној заштитној опреми ("Сл. гласник РС" бр. 100/2011),
- Сет стандарда за извођење и контролу заварених спојева.

Овим пројектом је, према намени, карактеру и садржају објекта, као и присутним опасним материјама и процесима рада, а на основу увида у испројектовано стање инвестиционо - техничке документације, законске и нормативне регулативе, свеобухватно и сажето обрађена проблематика заштите од пожара у пословном објекту Су2+Су1+Пр+7+Те у улици Житни Трг у Новом Саду.

3.1. Прорачун и димензионисање инсталације

Основни прорачун за потребну количину воде, као и конструктивно функционални захтеви базирају се на прописима СРПС ЕН 12845:2009.

Прорачун сваке инсталације почиње одређивањем класе пожарне опасности којој припада дати објекат - простор који се штити. Из табеле А.2 Анекса А стандарда, за подземну паркинг гаражу, одређује се средња класа опасности ОН, подгрупа - ОН2. Пројектна количина воде (висина поливања) и површина дејства Из табеле 3 стандарда, за класу опасности ОН2 одређује се:

- Минимална брзина дотока воде: 5 mm/min,
- површина дејства за мокри систем: 144 m².

Минимални притисак истицања на млазницама у хидраулички најнеповољнијој ситуацији, за класу опасности ОН, према стандарду је 0,35 бар. Максимална површина дејства по млазници и максимално растојање између млазница Из табеле 19 стандарда, за класу опасности ОН одређује се:

- максимална површина дејства по једној млазници: 12 m²
- максимално растојање између две млазнице: 4 m.

Време деловања инсталације:

Минимално време деловања инсталације, за класу опасности ОН, према стандарду, је 60 минута.

Коефицијент К млазнице:

Номинални коефицијент К млазница, за класу опасности ОН, према стандарду је 80.

На основу прорачунатих минималних карактеристика за спринклер пумпу по етажи, укупан минимални проток за обе етаже износи:

- проток $Q = 1432.96 \text{ l/min}$ односно $85.98 \text{ m}^3/\text{h}$,
- напор $H = 13.51 \text{ m}$.

				ukupno:	6.76		
	Po etaži			Q u m3/h	42.99		
				Snaga P u kW:	8.07		
Q		85.9777		P	16.1384	H	13.5147

Сл 4. Вредности Q, P и H по етажи и за оба нивоа гараже за избор пумпе

Одабрана је спринклер пумпа произвођача KBS Etaline тип 65-65-160, следећих карактеристика у радној тачки:

- проток $Q = 850 \text{ m}^3/\text{h}$
- напор $H = 140 \text{ m}$
- снага електро мотора $P = 18.5 \text{ kW}$.

4. ЗАКЉУЧАК

Подземне гараже су специфични објекти које због свог положаја, намене, вентилације и других фактора представљају изазов за све који се баве заштитом од пожара, а посебно за припаднике ватрогасних јединица. Узроци пожара у оваквим објектима су углавном на возилима, због неисправности или евентуалних радова на истим.

Због присуства запаљивих материјала и материја које се налазе у возилима, евентуални пожари на возилима у подземним гаражама би се веома лако и брзо ширили, а постојала би и опасност од могућих експлозија. Аутоматска спринклер инсталација за заштиту од пожара је врло ефикасна у контроли температуре и спречавању ширења ватре на друга возила.

Када се прскалице активирају у раним фазама пожара, величина ватре се може држати под надзором и контролом, а брзина ослобађања топлоте ограничити.

Међутим, код већине пожара на аутомобилима извор пожара се налази или у моторном простору или унутар аутомобила. Стога систем није ефикасан као средство за гашење пожара, јер прскалице не могу довести воду директно у средиште ватре, јер је она заштићена каросеријом аутомобила.

Због свега тога а и због састава материјала у савременим аутомобилима, дим ће успети да преовлада над температуром, ширење ватре и температуре ће бити ограничено, али ће се драматично повећати производња дима.

Циљ и сврха уградње овакве инсталације у објекат јесте да са једне стране држи евентуални пожар под надзором и контролом, тј. да спречи његово даље ширење, чиме би се добило на времену евакуације људи из угроженог подручја, а друга важна карактеристика овог система је и спречавање прекомерног загревања конструкције објекта ради задржавања интегритета исте, постројења, инсталација и сличног у току самог пожара. Веома је важно напоменути да се постројење мора уредно одржавати како би се осигурало да, у случају потребе, функционише. Овај задатак може се лако предвидети или недовољно уважити. Ако се то догоди тада, то значи опасност по живот људи који се налази и борава у објекту, као и ризик од значајних финансијских трошкова.

Из свега наведеног може се закључити да стабилни аутоматски систем за гашење распршеним млазом воде типа спринклер спада међу најефикасније и најјефтиније инсталације за гашење пожара, и где год постоји економска и техничка оправданост постављања овог система увек треба тежити уградњи истог.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Инсталације за гашење пожара; З. Секуловић, М. Дамановић, М. Богнер; ЕТА, Београд 2014.
- [2] Правилник о техничким нормативима за заштиту гаража за путничке аутомобиле од пожара и експлозија („Сл. Лист Србије и Црне Горе“, бр. 31/2005)
- [3] Закон о заштити од пожара („Службени гласник РС“, број 111/2009; 20/2015, 87/2018)
- [5] Стандард СРПС ЕН12845:2009
- [6] Стандард СРПС ЕН 12259-12
- [7] Стандард СРПС ЕН 12259-1:2008

Кратка биографија:



Давид Дракул рођен је у Фочи 1995. године. Факултет техничких наука у Новом Саду, одсек Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара, дипломира 2019. год. На Факултету техничких наука, у Новом Саду, школске 2020/2021. уписује мастер академске студије: Управљање ризиком од катастрофалних догађаја и пожара. Мастер рад из научне области Инжењерство управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара брани 2021. године.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2020. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Lađinović	Milan Mirković	Slobodan Krnjetin
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Obradović	Milan Rapajić	Slobodan Morača
Aleksandar Kovačević	Đorđe Vukelić	Milan Segedinac	Sonja Ristić
Aleksandar	Đula Fabian	Milan Simeunović	Srđan Kolaković
Kupusinac	Đura Oros	Milan Trifković	Srđan Popov
Aleksandar Ristić	Đurđica Stojanović	Milan Trivunić	Srđan Vukmirović
Bato Kamberović	Filip Kulić	Milan Vidaković	Staniša Dautović
Biljana Njegovan	Goran Sladić	Milena Krklješ	Stevan Gostojić
Bogdan Kuzmanović	Goran Švenda	Milica Kostreš	Stevan Milisavljević
Bojan Batinić	Gordana	Milica Miličić	Stevan Stankovski
Bojan Lalić	Milosavljević	Mijodrag Milošević	Strahil Gušavac
Bojan Tepavčević	Gordana Ostojić	Milovan Lazarević	Svetlana Bačkalić
Bojana Beronja	Igor Budak	Miodrag Hadžistević	Svetlana Nikoličić
Branislav Atlagić	Igor Dejanović	Miodrag Zuković	Tanja Kočetov
Branislav Nerandžić	Igor Karlović	Mirjana Damnjanović	Tatjana Lončar -
Branka Nakomčić	Igor Peško	Mirjana Malešev	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Miroslava Radeka	Uroš Nedeljković
Branko Škorić	Igor Maraš	Mirko Borisov	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivan Mezei	Miro Govedarica	Velimir Čongradec
Danijela Ćirić	Ivan Todorović	Miroslav Hajduković	Veran Vasić
Danijela Gračanin	Ivana Katić	Miroslav Kljajić	Veselin Perović
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Popović	Višnja Žugić
Darko Čapko	Ivana Maraš	Miroslav Zarić	Vladimir Katić
Darko Marčetić	Ivana Miškeljin	Mitar Jocanović	Vladimir Mučenski
Darko Reba	Jasmina Dražić	Mitar Đogo	Vladimir Strezoski
Dejan Ecet	Jelena Atanacković	Mladen Kovačević	Vlado Delić
Dejan Jerkan	Jeličić	Mladen Tomić	Vlastimir Radonjanin
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Vojin Ilić
Dejana Nedučin	Jelena Demko Rihter	Nebojša Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragan Ivanović	Jelena Radonić	Neda Milić Keresteš	Zdravko Tešić
Dragan Jovanović	Jelena Slivka	Nemanja	Zoran Anišić
Dragan Ivetić	Jelena Spajić	Stanisavljević	Zoran Brujić
Dragan Jovanović	Jovan Petrović	Nemanja Sremčev	Zoran Čepić
Dragan Kukolj	Jovanka Pantović	Nikola Đurić	Zoran Jeličić
Dragan Mrkšić	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zoran Mitrović
Dragan Pejić	Lazar Kovačević	Nikola Radaković	Zoran Papić
Dragan Šešlija	Leposava Grubić	Ninoslav Zuber	Željen Trpovski
Dragana Bajić	Nešić	Ognjen Lužanin	Željko Jakšić
Dragana	Livija Cvetičanin	Pavel Kovač	
Konstantinović	Ljiljana Vukajlov	Peđa Atanasković	
Dragana Šarac	Ljiljana Cvetković	Petar Malešev	
Dragana Štrbac	Ljubica Duđak	Platon Sovilj	
Dragoljub Šević	Maja Turk Sekulić	Predrag Šidžanin	
Dubravka Bojanić	Marinko Maslarić	Radivoje Dinulović	
Dušan Dobromirov	Marko Marković	Radomir Kojić	
Dušan Gvozdenac	Marko Todorov	Radovan Štulić	
Dušan Kovačević	Marko Vekić	Relja Strezoski	
Dušan Uzelac	Maša Bukurov	Slavica Mitrović	
Duško Bekut	Matija Stipić	Slavko Đurić	
Đorđe Ćosić	Milan Čeliković	Slobodan Dudić	