



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXIII

Број: 10/2018

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXXIII Свеска: 10

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад
Главни и одговорни уредник: проф. др Раде Дорословачки, декан Факултета
техничких Наука у Новом Саду

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки
Проф. др Драгиша Вилотић
Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Владимир Катић
Проф. др Драган Шешилија
Проф. др Миодраг Хаџистевић
Проф. др Растислав Шостаков
Доц. др Мирослав Кљајић
Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин
Проф. др Никола Јорговановић
Доц. др Борис Думнић
Проф. др Дарко Реба
Проф. др Ђорђе Лађиновић
Проф. др Драган Јовановић
Проф. др Мила Стојаковић
Проф. др Драган Спасић
Проф. др Драгољуб Новаковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни
уредник
Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

Проф. др Драган Шешилија
Проф. др Драгољуб Новаковић
Др Иван Пинђер
Бисерка Милетић

Језичка редакција:

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

Издавачки савет:

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН,
проф. др Радослав Радивојевић, 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
Раде Дорословачки. – Год. 7, бр. 9 (1974)-1990/1991, бр.21/22 ; Год. 23, бр 1 (2008)-. – Нови Сад :
Факултет техничких наука, 1974-1991; 2008-. – илустр. ; 30 цм. –(Едиција: Техничке науке –
зборници)

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

Часопис је покренут давне 1960. године, одмах по оснивању Машинског факултета у Новом Саду, као „Зборник радова Машинског факултета“, а први број је одштампан 1965. године. Након осам публикованих бројева у шест година, пратећи прерастање Машинског факултета у Факултет техничких наука, часопис мења назив у „Зборник радова Факултета техничких наука“ и 1974. године излази као број 9 (VII година). У том периоду у часопису се објављују научни и стручни радови, резултати истраживања професора, сарадника и студената ФТН-а, али и аутора ван ФТН-а, тако да часопис постаје значајно место презентације најновијих научних резултата и достигнућа. Од броја 17 (1986. год.), часопис почиње да излази искључиво на енглеском језику и добија поднаслов «Publications of the School of Engineering». 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 30.01.2018. до 30.05.2018. год., а који се промовишу 12.07.2018. 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 10., објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре и
- инжењерског менаџмента.

У свесци са редним бројем 9. објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- саобраћаја,
- мехатронике,
- математике у техници,
- геодезије и геоматике,
- регионалне политике и развоја и
- сценске архитектуре и дизајна.

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. Marko Orelj, Jasmina Dražić, ANALIZA NAČINA IZVOĐENJA FASADE HOTELA U BUDVI	1701-1704
2. Srđan Adamović, PRELIMINARNA PROCENA TROŠKOVA IZGRADNJE SAOBRAĆAJNICE	1705-1708
3. Andrijana Brajović, ANALIZA VREMENA TRAJANJA IZGRADNJE INDUSTRIJSKE HALE PRIMENOM METODA CPM I PERT	1709-1712
4. Milorad Subotić, PROCENA STANJA, DOGRADNJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE OBDANIŠTA „BAMBI“ U LOZNICI	1713-1716
5. Marko Dupljanin, Bojan Matić, OCENA STANJA PUTNIH OBJEKATA NA DELU TERITORIJE OPŠTINE BEOČIN	1717-1720
6. Đorđe Tošković, PROJEKTOVANJE ASFALJNIH MEŠAVINA PO EVROPSKIM STANDARDIMA.....	1721-1724
7. Miloš Rašević, Vladimir Mučenski, TEHNOLOGIJA GRAĐENJA MINI HIDRO ELEKTRANA I TEHNO EKONOMSKE ANALIZE IZGRADNJE	1725-1728
8. Bojan Klac, Nebojša Radović, MODEL STRATEŠKOG IZBORA GRAĐEVINSKIH MAŠINA NA IZVOĐENJU RADOVA REHABILITACIJE I REKONSTRUKCIJE KOLOVOZA	1729-1732
9. Miroslav Lazić, UPOTREBA AGILNIH METODOLOGIJA U UPRAVLJANJU GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA	1733-1736
10. Danilo Stipić, Ljubomir Budinski, ANALIZA HIDRAULIČKOG UDARA U VODOVODNIM SISTEMIMA	1737-1740
11. Azra Barišić Žižović, PROCENA STANJA I SANACIJA ARMIRANOBETONSKE GARAŽE U SKLADU SA EVROPSKIM STANDARDOM EN 1504	1741-1744
12. Savo Morović, UPOREDNA ANALIZA ODŠTETNIH ZAHTEVA PREMA FIDIK USLOVIMA UGOVARANJA REALIZACIJE GRAĐEVINSKIH PROJEKATA	1745-1748
13. Славољуб Илић, УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРОЈЕКТОВАЊА ЗА РАЗЛИЧИТЕ КЛАСЕ ДУКТИЛНОСТИ УКРУЋЕНИХ И НЕУКРУЋЕНИХ КОНСТРУКЦИЈА АБ ЗГРАДА	1749-1752

	STRANA
14. Miloš Vukobrat, PROJEKAT AB INDUSTRIJSKO–POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROKODU SA UPOREDNOM ANALIZOM DEJSTVA KRANOVA	1753-1756
15. Stefan Bošnjaković, MODEL FUNKCIONISANJA VODOZAHVATA FABRIKE SINTETIČKOG KAUČUKA U ELEMIRU	1757-1760
16. Милутин Божовић, КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ВИШЕСПРАТНЕ АРМИРАНОБЕТОНСКЕ ЗГРАДЕ СА И БЕЗ БАЗНЕ ИЗОЛАЦИЈЕ	1761-1764
17. Danijel Parenta, HIDROIZOLACIONE SPOJNICE ZA RADNE PREKIDE U BETONIRANJU	1765-1768
18. Ivan Stanković, USPOSTAVLJANJE I KALIBRACIJA MODELA BUNARSKOG VODOZAHVATA INDUSTRIJSKOG POGONA U BAČKOJ PALANCI	1769-1772
19. Nikola Gulan, OSNOVNI KONCEPT I TEHNIČKO REŠENJE POSTROJENJA ZA TRETMAN VODE U OKVIRU REGIONALNOG VODOVODNOG SISTEM „ISTOČNI SREM“	1773-1776
20. Ivana Božulić, Vladimir Živaljević, Dušan Kovačević, PROJEKAT KONSTRUKCIJE SPORTSKE HALE SA UPOREDNOM ANALIZOM TOPOLOGIJE GLAVNOG NOSAČA	1777-1779
21. Dušan Maksimović, Ljubomir Budinski, NUMERIČKO MODELIRANJE PODZEMNOG STRUJANJA ISPOD PREGRADE PRIMENOM SOFVERSKOG PAKETA „GMS-MODFLOW“	1780-1783

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Ilija Tatović, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, OTPORNOST PVC FOLIJA ŠTAMPANIH TEHNIKOM SITO ŠTAMPE NA SPOLJAŠNJE UTICAJE	1784-1787
2. Ljiljana Kuzmanović, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, POSTOJANOST ELEKTROFOTOGRAFSKIH OTISAKA NA MAT I SJAJNIM PAPIRIMA PRI IZLAGANJU UTICAJU TRLJANJA	1788-1791
3. Milan Tomić, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, ISPITIVANJE KVALITETA OTISAKA DOBIJENIH INK JET ŠTAMPOM POMOĆU EPSON GRAFIČKIH SISTEMA	1792-1795
4. Nikola Počuč, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, KONTROLA KVALITETA OTISKA DIGITALNE ŠTAMPE U ŠTAMPARIJI UNAGRAF d.o.o.	1796-1799
5. Ondrej Bartoš, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, POSTOJANOST PLASTIČNIH PODLOGA ŠTAMPANIH INK DŽET TEHNIKOM ŠTAMPE NA SPOLJAŠNJE UTICAJE	1800-1803
6. Aleksandra Popadić, Neda Milić, ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA PERCEPCIJE BOJE KOD OSOBA SA POREMEĆAJEM VIĐENJA BOJA	1804-1807

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Milica Filipović, Milena Krklješ, REHABILITACIONI CENTAR ZA UČESNIKE RIJALITI PROGRAMA	1808-1811
2. Jovana Radević, REVITALIZACIJA I NADGRADNJA ČEŠKOG MAGACINA U NOVOM SADU	1812-1815

	STRANA
3. Ana Koljubicki, GRAD ZA LJUDE: REVITALIZACIJA INDUSTRIJSKE ZONE KONFLUENS U LIONU	1816-1819
4. Milan Prvulj, Milena Krklješ, STUDIJA CENTRA ZA RAZVOJ I PROMOCIJU KULTURE U PANČEVU	1820-1823
5. Sanja Pavlović, REVITALIZACIJA ENTERIJERA DOMA VOJSKE U VALJEVU /istraživanje estetskih ideala u oblikovanju „praznih“ prostora/	1824-1827
6. Arabela Salković, ENTERIJER BIBLIOTEKE U NOVOM PAZARU	1828-1831
7. Tanja Ivanišević, POTENCIJAL RAZVOJA RURALNIH OBLASTI UZ DEO TOKA REKE DUNAV U REPUBLICI SRBIJI	1832-1835
8. Stefan Vujić, PROSTORNE FORME ZA SCENSKO IZVOĐENJE: EFEMERNO POZORIŠTE NA TAJVANU	1836-1839
9. Aleksandra Pejaković, Marko Todorov, PROJEKAT ENTERIJERA KULTURNOG CENTRA U NOVOM SADU	1840-1843
10. Aleksandra Mecek, REVITALIZACIJA OBJEKTA ZAMAK U RUSKOM KRSTURU	1844-1847

Radovi iz oblasti: Industrijsko inženjerstvo i menadžment

1. Ivana Đurović, PRIMENA SAFE OKVIRA U VELIKIM SOFTVERSKIM KOMPANIJAMA: STUDIJA SLUČAJA UVOĐENJA AGILNOG OKVIRA U POSLOVANJE	1848-1851
2. Tamara Milić, ANALIZA UTICAJA PLANIRANJA POSLOVANJA I OTPORA PREMA PLANIRANJU U MALIM I SREDNJIM PREDUZEĆIMA	1852-1855
3. Горан Малетић, УТИЦАЈ ПРИМАРНЕ ЕМИСИЈЕ АМЕРИЧКИХ ФЕДЕРАЛНИХ РЕЗЕРВИ НА РАСТ ЦЕНА АКЦИЈА	1856-1859
4. Milana Božićić, Ljubica Duđak, DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE U IT KOMPANIJAMA	1860-1863
5. Nikola Učur, NEUROMARKETING: UTICAJ VIZUELNIH ELEMENATA NA PODSVESNO U ČOVEKU	1864-1867
6. Nemanja Stojanović, Veselin Perović, ANALIZA UTICAJA STRANIH DIREKTNIH INVESTICIJA NA PLATNI BILANS REPUBLIKE SRBIJE	1868-1871
7. Dragana Đajić, ANALIZA STRUKTURE TROŠKOVA NA PRIMERU 32 IKT PREDUZEĆA U SRBIJI	1872-1874
8. Marina Rehak, UNAPREĐENJE POSLOVANJA U SZTR „KOVAČEVIĆ“	1875-1878

ANALIZA NAČINA IZVOĐENJA FASADE HOTELA U BUDVI**ANALYSIS OF WAYS OF CONSTRUCTING FACADE ON HOTEL IN BUDVA**Marko Orelj, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je razmatran problem izbora optimalnog načina izvođenja kamene fasade hotela u Budvi. Analize su obuhvatile tehnno-ekonomske pokazatelje (troškove i vreme izvođenja), energetska efikasnost i trajnost fasade.

Abstract - In this paper we have considered the problem of the selection of the optimal way of constructing a stone facade of a hotel in Budva. The analyzes included techno-economic indicators (costs and build time), energy efficiency and durability of facade.

Ključne reči: fasade, kamen, način izvođenja, troškovi, vreme, koeficijent prolaza toplote, trajnost, optimizacija

1. UVOD

Fasadu prvo uočimo na objektu, ona je "lice" objekta. Pogledom na fasadu stvaramo vizuelni doživljaj o izgledu fasade, o bojama, materijalima, načinu na koji je oblikovana i usaglašena sa okruženjem. Pri planiranju i projektovanju fasada moraju se uzeti u obzir i svi energetske faktori, bi se dobio kvalitetan, energetski efikasan objekat. Fasada treba da bude privlačna, trajna, ali i dovoljno fleksibilna da se po potrebi i zahtevima doteruje i menja. Pravilno projektovana i izvedena fasada sa jedne strane podrazumeva zanimljiv eksterijer, ali istovremeno obavezuje na kvalitet i ispunjenost tehničkih, tehnoloških i ekonomskih pokazatelja.

U skladu sa predmetom rada opisani su, vizuelno prikazani, različiti tipovi fasada i date njihove osnovne karakteristike. Poseban akcenat je stavljen na kamene fasade, a detaljno su prikazani i mogući postupci ugrađivanja fasadne obloge.

U radu su analizirana dva načina izvođenja kamene fasade za odabrani objekat (hotel):

- ventilisana kamena fasada -Varijanta 1 i
- kamena fasada izvedena po mokrom postupku - Varijanta 2.

Načini izvođenja fasade vrednovani su na osnovu: troškova izvođenja fasade, vremena izvođenja fasade, koeficijenta toplotne provodljivosti i trajnosti fasade.

Cilj rada je bio da se na osnovu definisanih kriterijuma, predloži povoljniji (optimalni) način izvođenja fasade hotela MAJESTIC u Budvi.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, red.prof.

2. KAMENE FASADE

U građevinarstvu kamen [1] se koristi od davnina i svoju primenu je zadržao do današnjih dana, zbog svog prisustva (prirodni je materijal) i povoljnih karakteristika:

- velike trajnosti i postojanosti,
- otpornosti na vlagu, kišu, sneg i mraz,
- otpornosti na požare, visoke i niske temperature,
- dobrih akustičkih svojstava, apsorbuje zvuk i ne stvara se odjek,
- otpornosti na mehanička oštećenja,
- mogućnosti obrade i
- visokih estetskih svojstva i unikatnosti (ne postoje dva identična komada kamena), a njegova lepota nikada ne zastareva.

Kamen nastaje od stena koje se usled dejstva kiše, vetra, mraza, poplava i drugih erozivnih sila, sitne i drobe na manje delove. Postanak i mineralni sastav stena određuju karakteristike kamena. Boja, nijanse, tekstura, hemijske i fizičke osobine i struktura prirodnog kamena zavise dakle, od vrste stena od kojih je on tokom vremena nastao.

Po postanku stene mogu biti:

- magmatske,
- sedimentne i
- metamorfne.

Arhitektonski kamen se svrstava u dve grupe:

- GRANITI - silikatni kamen koji je magmatskog i metamorfnog porekla; u ovu grupu spadaju stene poput petroloških granita, diorita, gnajsa i kvarca i
- MERMERI - stene sedimentnog i metamorfnog porekla, poput dolomita, travertina, kalcitnih i dolomitnih mermera.

Kamen poseduje lep i atraktivan izgled, on može da se obrađuje i da se od njega kreiraju spoljnjie i unutrašnje obloge. Najčešći načini izvođenja kamenih fasada su:

- suvi postupak - ventilisana kamena fasada i
- kamena fasada izvedena po mokrom postupku.

2.1. Ventilisana kamena fasada

Ventilisane fasade ne prijanjaju direktno na zid, imaju dodatni sloj vazduha koji pruža dobru izolaciju, naročito leti, čime se obezbeđuje visok stepen uštede energije. Da bi se zadovoljio princip ventilisanja neophodno je omogućiti ulaz vazduha sa donje strane fasade i izlaz na vrhu fasade.

Kod ventilisanih kamenih fasada treba obezbediti da sloj vazduha može da cirkuliše i leti i zimi. Minimalan

ventilisani sloj je širine 2 cm, a zbog tolerancija u izvođenju grubih građevinskih radova, poželjno je da taj sloj bude od 4 do 5 cm.

Strožiji zahtevi za energetske efikasnosti objekta povećavaju vrednosti debljine termoizolacionog sloja. U skladu sa karakteristikama izabranog materijala, debljina termoizolacionog sloja određuje se za svaki objekat posebno, obavezno je da se uradi adekvatan termički proračun.

Osnovne faze kod izvođenja kamenorezačkih radova na ventilisanim kamenim fasadama su:

- postavljaju se primarni i sekundarni nosači na projektovana mesta, fiksiranjem za konstrukciju objekta,
- postavljaju se vertikalni profili (fiksiranje na sekundarne i vertikalne nosače), na idealnom položaju potrebnom za kamen,
- po doterivanju vertikalnih profila u potrebnu ravan, vrši se finalno pritezanje ankera.
- Sledeća faza je ugradnja termoizolacije, neposredno pre kamena da se ne bi oštetila. Ovu fazu radova – ugradnju termoizolacije najčešće rade specijalizovane izolaterske grupe.
- Kad je materijal za oblaganje fasade (kamen) spreman za ugradnju pristupa se postavljanju horizontalnih nosača ili drugih profila koji prihvataju direktno kamenu oblogu.

2.2. Kamene fasade po mokrom postupku

Mokri postupak se danas uglavnom primenjuje na manjim objektima, sa kamenim pločama debljine 2cm ili više. Ugradnju kamena po mokrom postupku moguće je izvesti na dva načina:

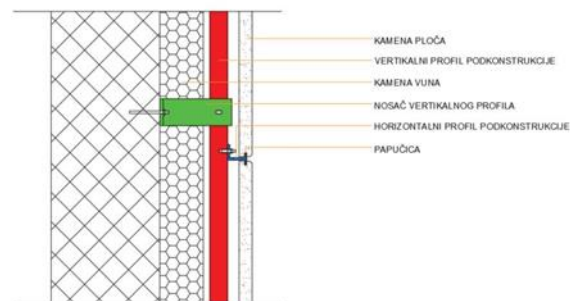
1. **Montaža kamena na lepak za kamen** se primenjuje za fasade kuća i drugih objekata manje spratnosti. Ovaj postupak se ređe primenjuje, zbog visoke cene i lošeg kvaliteta lepkova (lepkovi za kamen na našem tržištu nemaju veliku otpornost na mraz i visoke temperature).
2. **Montaža kamena na cementni malter**, se najčešće primenjuje, a i kvalitetniji je način izvođenja kamenih fasada. Postupak se sastoji iz sledećeg; u zidu (od raznih opearskih elemenata ili betona) se buše rupe, u koje se postavljaju ankeri i fiksiraju anker fiksom. Potom se postavlja armaturna mreža koju nose ankeri. Prvi red kamena na fasadi se ankeriše inoks ankerima. Nakon završetka prvog reda, između zida i kamena se prazan prostor zasipa cementnim malterom. Drugi red, kao i svi ostali redovi se postavljaju na sledeći način:
 - kamena ploča se buši sa jedne bočne strane i odozgo,
 - potom se pocinkovanom žicom veže za Q-mrežu,
 - nakon montaže kamena, prazan prostor između kamene obloge i zida se zasipa cementnim malterom.

Posle postavljanja kamena po oba postupka, vrši se fugovanje. Širina fugne se određuje u zavisnosti od vrste kamena i želje investitora, a uglavnom je 1 cm.

Za analizu u ovom radu, u cilju izbora povoljnijeg načina izvođenja fasade hotela u Budvi, formirana su dva varijanta rešenja:

- Varijanta 1: ventilisana kamena fasada
- Varijanta 2: kamena fasada izvedena po mokrom postupku.

Na slikama 1 i 2 prikazani su preseki i materijali u strukturi fasadnog zida za obe varijante izvođenja, Varijanta 1 i Varijanta 2.



Slika 1. Varijanta 1 – ventilisana kamena fasada



Slika 2. Varijanta 2 - kamena fasada izvedena po mokrom postupku

3. KRITERIJUMI ZA IZBOR NAČINA IZVOĐENJA FASADE

Načini izvođenja kamene fasade vrednovani su sa više aspekata. Usvojeni su kriterijumi analize:

- troškovi izvođenja fasade,
- vreme izvođenja fasade,
- koeficijent toplotne provodljivosti za fasadni zid,
- pokazatelj trajnosti fasade.

3.1. Troškovi izvođenja fasade

Analiza troškova za izvođenje fasada urađena je za obe od navedenih varijanti. Proračun je rađen za celu fasadu, a ukupni troškovi su svedeni na 1m² fasade. U troškove su uračunati svi materijali koji su potrebni za izradu fasade, kao i rad i transport. Cene materijala su preuzete od dobavljača ili od proizvođača materijala. U tabeli 1 prikazani su troškovi izvođenja fasade.

Tabela 1. Troškovi izvođenja fasade

	Ukupni troškovi izvođenja [€]	Površina fasade [m ²]	Ukupni troškovi [€/m ²]
Varijanta 1	211,310.86	439.00	1,547.19
Varijanta 2	224,304.18	439.00	1,666.69

3.2. Vreme izvođenja fasade

U skladu sa adekvatnim normativima [2], sproveden je postupak proračuna vremena za izvođenje fasade [3]. U tabeli 2 je prikazano ukupno vreme za završetak radova za obe varijante izvođenja fasade.

Tabela 2. Vreme izrade fasade

	Vreme izvođenja fasada ukupno (dana)
Varijanta 1	45
Varijanta 2	67

Analiza je pokazala da je potrebno manje vremena za izvođenje ventilisane kamene fasade, za čak 22 radna dana, nego za izradu fasade po mokrom postupku.

3.3. Koeficijent toplotne provodljivosti

Prema Pravilniku [4], za fasadne zidove propisan koeficijent prolaza toplote za nove zgrade za spoljni zid je $U=0,30\text{W/m}^2\text{K}$, a na njegovu vrednost utiču karakteristike svih materijala u strukturi fasadnog zida.

Urađen je adekvatan proračun, izračunati su koeficijenti toplotne provodljivosti za obe varijante fasadnog zida i njihove vrednosti su prikazane u tabeli 3.

Tabela 3. Koeficijent toplotne provodljivosti

	Koeficijent toplotne provodljivosti [$\text{W/m}^2\text{K}$]
Varijanta 1	0.147
Varijanta 2	0.157

3.4. Trajnost fasade

Na trajnost kamenih fasada utiču: vrsta kamena, način montaže, kvalitet lepkova ukoliko se lepi kamen za zid, kvalitet cementnog maltera, kao i održavanje.

Kamene fasade radene mokrim postupkom mogu da imaju veliku trajnost ukoliko se objekat nalazi na lokaciji gde su blage zime. Jedan od najvećih neprijatelja ovih fasada je mraz, pa treba izabrati vrstu kamena iz podneblja na kome se objekat gradi i obezbediti kvalitet montaže na visokom nivou. Kamene fasade po mokrom postupku imaju rok trajanja od 80 do 100 godina. Pri analizi u ovom radu, za tip fasade po mokrom postupku, usvojena je trajnost od 80 godina.

Kod ventilisanih fasada trajnost se uglavnom procenjuje na oko 50 godina, a direktno zavisi od procenjene trajnosti podkonstrukcije koju daju proizvođači.

Zbog lokacije hotela, proizvođači podkonstrukcija ne daju velike garancije na svoj proizvod. Budva je mesto na Jadanskom moru, sa visokim procentom soli u vazduhu, što je glavni razlog bojazni proizvođača podkonstrukcija i razlog zašto se u ovim krajevima izbegavaju pocinkovane podkonstrukcije, tj. u obzir dolaze samo aluminijumske podkonstrukcije.

Za fasadu hotela MAJESTIC u Budvi, izabran je kamen Sivec. Kamenolom (majdan) Sivec se nalazi u okolini grada Prilepa u Republici Makedoniji, gde je klima slična klimi u Budvi, retki su mrazevi. Ovaj kamen je postojan i na uticaj soli. Za izvođenje ventilisane fasade usvojen je podatak za trajnost od 50 godina.

Pri vrednovanju načina izvođenja fasade koje uključuje trajnost, uveden je pokazatelj u obliku:

$$Pt = \frac{1}{T} \quad (1)$$

gde je T – trajnost fasade izražena u godinama

U tabeli 4. prikazane su vrednosti ovog pokazatelja.

Tabela 4. Pokazatelj trajnosti fasade

	Varijanta 1	Varijanta 2
T (god.)	50	80
Pt	0.02	0.0125

4. IZBOR NAČINA IZVOĐENJA FASADE

Izbor povoljnijeg načina izvođenja fasade urađen je primenom metode višekriterijumske optimizacije (VKO). U postupak optimizacije uključene su četiri kriterijumske funkcije:

- f_1 – troškovi izvođenja fasade,
- f_2 – vreme izvođenja fasade,
- f_3 – pokazatelj toplotne provodljivosti za fasadni zid i
- f_4 – pokazatelj trajnosti fasade.

Model višekriterijumske optimizacije minimizira sve pojedinačne kriterijumske funkcije i dat je u obliku:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4) \quad (2)$$

Prilikom rešavanja zadatka VKO, metodom kompromisnog programiranja i metodom kompromisnog rangiranja alternativnih rešenja, urađene su dve analize:

- u prvom prolazu, određena su kompromisna rešenja za različite vrednosti parametara $p = 1, 2, \infty$, kojima su definisane strategije odlučivanja i rangirana su rešenja pod uslovom da sve kriterijumske funkcije imaju iste težinske koeficijente - ANALIZA I i
- ANALIZA II - uvedene su „težine“ pojedinih kriterijuma i prioritet je dat pokazatelju trajnosti fasade ($w_1=0,15, w_2=0,15, w_3=0,15, w_4=0,55$).

Ulazni podaci za primenu metode VKO, dati su u tabeli 5.

Tabela 5. Ulazni podaci

	Varijanta 1	Varijanta 2
f_1	1,547.19	1,666.69
f_2	45.00	67.00
f_3	0.15	0.16
f_4	0.02	0.013

Izlazni rezultati optimizacije, redosled varijantnih rešenja, prikazani su tabelarno (od tabele 6 do tabele 10).

Tabela 6. Metoda kompromisno programiranje

$p=1$ - rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno

	Varijanta 1	Varijanta 2
Redosled	1	2

Tabela 7. Metoda kompromisno programiranje

 $p=2$ - rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

	Varijanta 1	Varijanta 2
Redosled	1	2

Tabela 8. Metoda kompromisno programiranje $p=\infty$ - prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

	Varijanta 1	Varijanta 2
Redosled	1	2

Tabela 9. Metoda višekriterijumsko kompromisno rangiranje alternativnih rešenja

ANALIZA I - isti težinski koeficijenti

	Varijanta 1	Varijanta 2
redosled varijantnih rešenja		
$v_1=0,0$	1	2
$v_1=0,3$	1	2
$v_1=0,6$	1	2
$v_1=0,9$	1	2
$v_1=1,0$	1	2

Tabela 10. Metoda višekriterijumsko kompromisno rangiranje alternativnih rešenja

ANALIZA II - različiti težinski koeficijenti

	Varijanta 1	Varijanta 2
redosled varijantnih rešenja		
$v_1=0,0$	2	1
$v_1=0,3$	2	1
$v_1=0,6$	2	1
$v_1=0,9$	2	1
$v_1=1,0$	2	1

Na osnovu rezultata proračuna (redosleda varijantnih rešenja) za obe metode, metoda kompromisnog programiranja za sve tri strategije odlučivanja i metoda kompromisno rangiranje sa ravnopravnim učešćem svih kriterijuma (ANALIZA I) povoljnije rešenje je ventilisana kamena fasada - Varijanta 1.

Po ulaznim podacima ventilisana fasada povoljnije je rešenje po tri kriterijuma (troškovi, vreme i koeficijent toplotne provodljivosti), pa su iskorišćene mogućnosti metoda višekriterijumske optimizacije i ispitana je osetljivost rešenja na težinske koeficijente. Analize su pokazale da tek naglašavanjem značaja pokazatelja trajnosti preko 0.5 ($w_4 = 0.55$), fasada izvedena po mokrom postupku bi predstavljala optimalno rešenje (ANALIZA II).

Kao konačan zaključak svih analiza na bazi četiri kriterijuma, za fasadu hotela u Budvi predložena je varijanta izvođenja – **ventilisana kamena fasada**, kao povoljnije (optimalno) rešenje.

5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je bio izbor povoljnijeg načina izvođenja kamene fasade hotela u Budvi. Odabrana su dva tipa fasada koja su analizirana:

- Varijanta 1: ventilisana kamena fasada
- Varijanta 2: kamena fasada izvedena po mokrom postupku.

Za oba načina izvođenja fasade urađeni su odgovarajući proračuni, prema važećim propisima i normativima i sračunate su vrednosti tehno-ekonomskih pokazatelja (troškova i vremena izvođenja fasade), pokazatelja energetske efikasnosti, kao i pokazatelja trajnosti fasade.

Formiran je model sa četiri kriterijumske funkcije, koje su dominantne u procesu donošenja odluke: troškovi izvođenja fasade, vreme izvođenja fasade, koeficijent toplotne provodljivosti fasadnog zida i pokazatelj trajnosti fasade.

Metodom višekriterijumske optimizacije, metodama kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja, predložena je ventilisana kamena fasada, kao povoljnije rešenje za fasadu hotela u Budvi.

6. LITERATURA

- [1] Časopis KAMEN- prilog, br. 77/14, Agency MAG, 2014.
- [2] Normativi i standardi rada u građevinarstvu- visokogradnja, građevinski radovi-1, *Građevinska knjiga, Beograd, 2004.*
- [3] Trivunić, M., Matijević, Z. : "Tehnologija i organizacija građenja", *praktikum (drugo izdanje), Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006.*
- [4] Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, *Sl. glasnik RS br.61/11.*

Kratka biografija:



Marko Orelj rođen u Kninu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja, odbranio je 2017. god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958. god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2015.god. je u zvanju redovnog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske konstrukcije i tehnologije.

PRELIMINARNA PROCENA TROŠKOVA IZGRADNJE SAOBRAĆAJNICE

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE COST OF CONSTRUCTION OF THE ROAD

Srđan Adamović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Na konkretnom primeru izvršena je preliminarna procena troškova izgradnje saobraćajnice u Sresmoj Mitrovici. Metod za preliminarnu procenu troškova ovog projekta izabran je model zasnovan na predmeru i predračunu radova. U radu je izvršena analiza cena za svaku poziciju rada ovog projekta i sagledani su svi faktori koji bi uticali na smanjenje troškova izgradnje. Nakon analiziranja svake pozicije rada određeni su direktni troškovi gradilišta (radna snaga, materijal, mehanizacija), kao i indirektni troškovi gradilišta.

Abstract - On the concrete case, a preliminary estimate of the cost of construction of a road in Sresma Mitrovica was made. Preliminary cost estimation method for this project was selected based on the premise and calculation of works. The paper analyzes prices for each position of work of this project and examines all factors that would influence the reduction of construction costs. After analyzing each position, direct costs of the site (work force, material, machinery) as well as the indirect costs of the site were determined.

Ključne reči: Preliminarna procena troškova, analiza cena, direktni troškovi gradilišta, indirektni troškovi gradilišta.

1. UVOD

Procena troškova u građevinarstvu je relativno stara stručna i naučna disciplina, koja se, u širem značenju pojma, može definisati kao proces u kome strana zainteresovana za izgradnju investicionog objekta pokušava da odredi količinu resursa kako bi se postigao neki projektni cilj ili donela odluka značajna za realizaciju projekta. Kvalitetna procena troškova je neophodan ulazni podatak za donošenje većine važnih odluka tokom realizacije projekta, dok loša procena troškova može da bude kobna u finansijskom smislu po izvođača radova. Život svake građevinske firme vezan je direktno na učešće u realizaciji projekta. Kako je za dobijanje posla, cena njegove realizacije uglavnom glavni kriterijum, procenu troškova možemo posmatrati kao najodgovorniji i najznačajniji posao prilikom formiranja ponude za realizaciju nekog projekta.

U ovom radu je izvršena preliminarna procena troškova na izgradnji pristupnih puteva i kružne raskrsnice u okviru petlje magistralne pruge Beograd – Šid – Državna granica i lokalnog puta, grad Sremska Mitrovica, metodom zasnovanim na predmeru i predračunu radova.

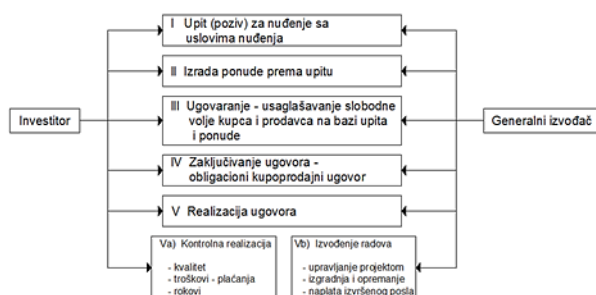
NAPOMENA:

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

Izvršena je kompletna analiza cena za svaku poziciju rada koja je predviđena prilikom realizacije projekta. Nakon analiziranja svake pozicije rada određeni su direktni troškovi gradilišta (radna snaga, materijal, mehanizacija), kao i indirektni troškovi gradilišta.

2. UPIT (ZAHTEV ZA PONUDU)

Pre sklapanja svakog ugovora između investitora i izvođača prethodi čitav niz aktivnosti koje je neophodno obaviti da bi došli do sklapanja ugovora.



Slika 2.1 Šema aktivnosti od upita do ugovora [1]

Na osnovu karakteristika upita mogu se definisati sledeće podele prema:

- načinu na koji upit definiše predmet posla,
- načinu izbora najpovoljnije izvođača,
- uslovima upita za davanje ponudračeve prodajne cene.

3. PROCEDURA PROCENE POSLA SA STANOVIŠTA IZVOĐAČA RADOVA

Sagledavajući primljeni upit, izvođač u kratkom roku treba da sagleda globalne troškove realizacije projekta i proceni da li je zainteresovan za eventualno učešće u poslu.

Ukoliko izvođač proceni da ima interesa da odgovori na upit, on pouzdanije i detaljnije procenjuje troškove, vreme i ostale parametre posla.

3.1. Konceptualna (gruba procena)

Zadatak konceptualne procene troškova je, pre svega, da doprinese oceni opravdanosti daljeg rada na proceni i ponudi u celini.

Konceptualna procena se uglavnom iskazuje zbirno, uz par ključnih pokazatelja ili samo jednom cifrom, bez detaljnog ulaganja u strukturu troškova.

Preporuka je da šef tima za formiranje konceptualne procene bude pouzdan i iskusan inženjer, koji će, po potrebi, biti odgovoran i za glavne poslove na izradi detaljne procene i ugovaranju.

3.2. Preliminarna (detaljna) procena

Preliminarna procena je osnovni izvor podataka o troškovima i vremenu u fazi izrade ponude, pre eventualnog zaključenja ugovora o izgradnji.

Izrada preliminarne procene može da traje od nekoliko dana do nekoliko meseci, zavisno od veličine projekta i kvaliteta ulaznih podataka. Rezultat rada preliminarne procene je obično neka forma ponude, koja podleže evulaciji (prihvatanje ili ne prihvatanje) od strane investitora.

Najvažniji stručni preduslov za formiranje preliminarne procene troškova je obezbeđenje dovoljnog broja ulaznih podataka.

Pri sagledavanju preliminarne procene, izvođač obično grupiše troškove u četiri osnovne celine:

1. direktni troškovi izvođenja pozicija na gradilištu;
2. troškovi angažovanja podizvođača i isporučioaca;
3. indirektni troškovi na gradilištu;
4. troškovi van gradilišta.

Direktni troškovi su oni troškovi koji se ostvaruju direktnim radom na gradilištu.

Troškovi koji se ostvaruju angažovanjem podizvođača i isporučilaca, po pravilu, usvajaju se i analiziraju na osnovu prikupljenih ponuda.

Indirektni troškovi na gradilištu obuhvataju sve aktivnosti koje nisu direktno vezane za izvođenje radova na objektu, ali su neophodne na gradilištu u toku realizacije projekta.

Troškovi van gradilišta, pre svega, treba da pokriju poslovanje u sedištu firme.

3.3. Definitivna (izvođačka) i totalna (konačna) procena

Definitivna procena omogućava izvođaču da do kraja proceni finansijske i vremenske efekte svih proizvodnih tokova. Pri tome je jasno da su finansijski efekti primarni. Definitivna procena za izvođača ima, pre svega, operativan značaj, kao sredstvo koje poboljšava njegovu finansijsku uspešnost na projektu. [1]

4. ANALIZA CENA

Da bi procenili troškove gradjenja pristupamo postupku izrade kalkulacije i formiranju cena što nazivamo analizom cena.

Formiranje cena je složen proces sa tačnim ulaznim podacima i dobrim poznavanjem tehnologije izvođenja pojedinačnih operacija rada, uslova gradjenja, lokacije objekta i građevinskih normi. Cene izvođenja radova razlikuju se za svako gradilište i mnogi činioci utiču na promenu cena izvođenja radova, kao što su: stručnost kadrova izvođača, dobra organizacija poslovanja izvođača, stepen mehanizovanosti izvođača, lokacija objekta, ugovoreni rok izgradnje, tačnost tehničke dokumentacije i mnogi drugi.

Za svaku poziciju u predmeru izvođač mora da formira jediničnu cenu po kojoj će se ta pozicija izvoditi. Jedinične cene radova daju se po jedinici mere te pozicije i mogu biti izražene u (m³, m², m, kg, t, itd.).

Sadržaj troškova za formiranje jedinične cene možemo podeliti na:

1. direktni troškovi izvođenja pozicija na gradilištu;
2. troškovi angažovanja podizvođača i isporučioaca;
3. indirektni troškovi na gradilištu;
4. troškovi van gradilišta.

Direktni troškovi su oni troškovi koji se ostvaruju direktnim radom na gradilištu i možemo ih podeliti na:

1. troškovi radne snage,
2. troškovi osnovnog i pomoćnog materijala,
3. troškovi mehanizacije.

Cenu radne snage za neku poziciju rada formiramo na osnovu normativnog vremena za sve operacije potrebne za izradu te pozicije, unutrašnjeg transporta materijala i bruto satnica radnika.

Cena materijala za izradu neke vrste rada se obračunava na osnovu vrste materijala i količine potrebne za tu vrstu rada, kao i na osnovu cene materijala sa uračunatim troškovima transporta. Vrste i količine materijala se utvrđuju na osnovu normi utroška materijala (za gradjenje, pogonski i pomoćni).

Cena mehanizacije se dobija na osnovu normativnog vremena potrebnog za sve operacije koje su potrebne za izradu određene pozicije i cene časa rada građevinske mašine. Cena časa rada građevinske mehanizacije se dobija na osnovu sledeće formule:

$$E_{MEH} = E_{RS} + E_{GM} + E_{AM} + E_{OS}$$

Gde je:

E_{RS} - trošak radne snage, odnosno trošak rokovaoca mašine,

E_{GM} - trošak goriva i maziva,

E_{AM} - trošak amortizacije,

E_{OS} - ostali troškovi u koje spadaju troškovi osiguranja i registracije, troškovi guma, troškovi opravke i tekućeg održavanja, itd.

Indirektni troškovi na gradilištu obuhvataju sve aktivnosti koje nisu direktno vezane za izvođenje radova na objektu, ali su neophodne na gradilištu u toku realizacije projekta.

Cenu pozicije rada dobijamo preko sledeće formule:

$$C_p = (E_{RS} + E_{MAT} + E_{MEH}) \times (1 + \varphi)$$

gde je:

C_p – prodajna cena pozicije,

E_{RS} – troškovi radne snage,

E_{MAT} – troškovi materijala,

E_{MEH} – troškovi mehanizacije,

φ – kalkulatívni faktor.

Kalkulatívni faktor dobijamo preko sledeće formule:

$$\varphi = \frac{\text{indirektni troškovi}}{\text{direktni troškovi}}$$

5. PRELIMINARNA PROCENA TROŠKOVA IZGRADNJE SAOBRAĆAJNICE

Za određivanje troškova izgradnje postoje razne metode. Detaljna procena troškova u građevinarstvu u formi predmera i predračuna radova je, svakako, metod koji je najzastupljeniji u praksi izvođača radova pa je tako i u ovom slučaju on korišćen.

5.1. Direktni troškovi gradilišta

Direktni troškovi su oni troškovi koji se ostvaruju direktnim radom na gradilištu, na realizaciji konkretne pozicije ili aktivnosti u okviru izgradnje objekta. U te osnovne troškove spadaju:

1. troškovi radne snage,
2. troškovi osnovnog i pomoćnog materijala,
3. troškovi mehanizacije.

Analiziranjem svake pozicije pojedinačno dobijamo da su ukupni direktni troškovi za ovo gradilište 47.968.064,05 din.

5.1.1. Troškovi radne snage

Za izgradnju svagog objekta su potrebni inženjeri, tahničari, majstori, pomoćni radnici na gradilištu.

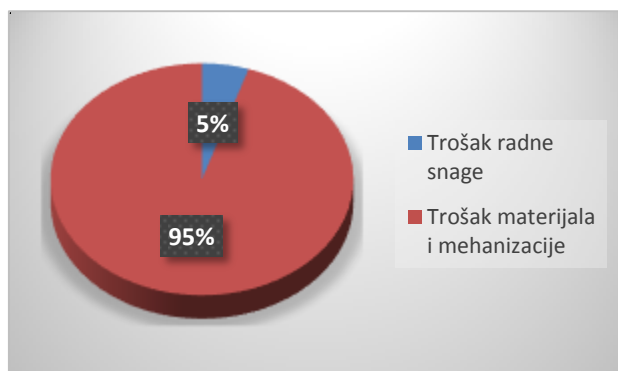


Slika 5.1. Radnici na asfaltiranju

Trošak radne snage dobija se analiziranjem svake pozicije rada. Bruto satnice radne snage množe se sa potrebnom normom za izvršenje konkretne pozicije i dobija se ukupna cena radne snage za tu poziciju.

Ukupna cena radne snage za realizaciju ovog projekta iznosi 2.392.433,16 din.

Na grafiku 1 prikazano je procentualno učešće cene radne snage u ukupnoj ceni gradilišta.



Grafik 1. Procentualno učešće radne snage u ukupnoj ceni gradilišta

5.1.2. Troškovi materijala

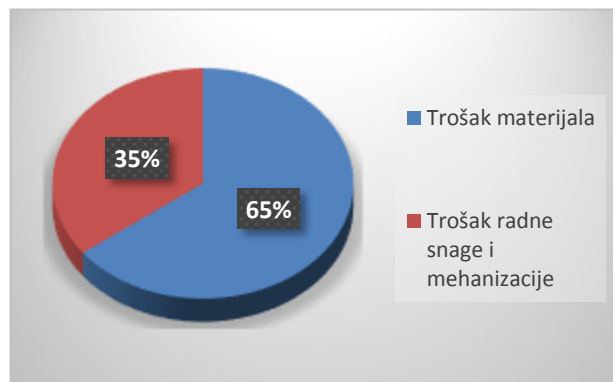
Materijal koji se koristi na gradilištu možemo podeliti na osnovni i pomoćni. U osnovni materijal spadaju oni materijali koji se ugrađuju u objekat (cement, pesak, šljunak, armatura, beton, kameni agregat, betonska galanterija, itd.), dok se pod pomoćnim materijalom smatra onaj materijal koji služi kao pomoć pri izgradnji (ekseri, žica, daske, itd.).

Materijal kao i njegov transport imaju značajnu ulogu u formiranju cene gradilišta, pa je vrlo bitno naći što

jeftiniji materijal, a pritom mora da zadovoljava traženi kvalitet, kao i da njegov transport do gradilišta bude što kraći.

Ukupna cena potrebnog materijala za ovo gradilište iznosi 31.032.700,24 din.

Procentualno učešće cene materijala na ukupnu cenu gradilišta dato je na grafiku 2.



Grafik 2. Procentualno učešće cene materijala u ukupnoj ceni gradilišta

Materijal treba nabaviti što jeftinije, međutim, prilikom kalkulisanja sa cenama sve firme će dobro sagledati ponudu u materijalu i uglavnom sve će imati podjednaknu cenu za svaki materijal. Niža cena za neki materijal može se postići rabatom, i to je stvar kojom jedna firma može biti u prednosti u odnosu na drugu. Rabat se ostvaruje količinom robe (materijala) koju prodavac (izvođač) naručuje i preuzima od proizvođača. Takođe, na rabat utiče i učestalnost naručivanja robe (materijala), ali i vrste robe (materijala). Ozbiljne firme, firme koje godišnje urade mnogo projekata, utroše mnogo materijala, u prednosti su u odnosu na firme koje rade manje projekata jer mogu da ostvare veći rabat kod proizvođača materijala.

5.1.3. Troškovi mehanizacije i transporta

Izgradnja saobraćajnice je nezamisliva bez primene građevinske mehanizacije. Primena građevinskih mašina je jedan od najbitnijih faktora za realizaciju bilo kog investicionog projekta.

Prilikom izgradnje saobraćajnice, pozicija u kojoj nije zastupljena neka građevinska mašina gotovo da ni ne postoji, pa samim tim troškovi mehanizacije imaju bitnu ulogu u ukupnoj ceni izgradnje nekog objekta.



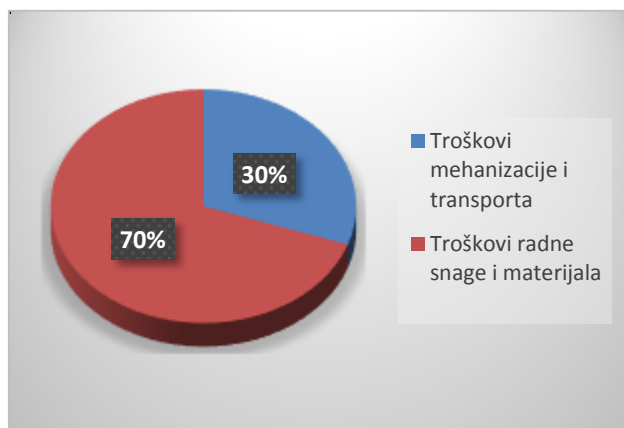
Slika 5.2. Mehanizacija na gradilištu

S obzirom da mehanizacija ima značajnu ulogu u ukupnim troškovima gradilišta prilikom analiziranja

svake pozicije teži se ka što boljim određivanjem učinka određene građevinske mašine na toj poziciji a za to koristimo proverene normative ali i iskustvo inženjera koji rade na analiziranju cena pozicija. Osim toga, da bi dobili što realniju cenu neke pozicije potrebno je da nam i cena časa rada određene mašine bude što realnije određena.

Ukupan trošak mehanizacije za ovo gradilište iznosi 14.542.930,65 din.

Na grafiku 3 prikazano je kako procentualno troškovi mehanizacije utiču na ukupan trošak gradilišta.



Grafik 3. Procentualno učešće troškova mehanizacije i transporta u ukupnim troškovima gradilišta

5.2. Indirektni troškovi gradilišta

Indirektni troškovi na gradilištu obuhvataju sve aktivnosti koje nisu direktno vezane za izvođenje radova na objektu, ali su neophodne na gradilištu u toku realizacije projekta. Veoma je važno i uočiti da deo indirektnih troškova na gradilištu zavisi i od roka realizacije posla (npr. obezbeđenje gradilišta, iznajmljivanje objekta za smeštaj radnika i sl.), a deo je fiksiran u odnosu na vreme rada (npr. ograđivanje i označavanje gradilišta, itd.).

Za ovo gradilište indirektni troškove možemo podeliti na sledeće grupe:

- 1) troškovi radne snage,
- 2) transportne usluge,
- 3) materijalni troškovi gradilišta,
- 4) kancelariski materijali,
- 5) ostali troškovi gradilišta.

Osim indirektnih troškova gradilišta postoje i troškovi van gradilišta koji takođe spadaju u indirektni troškove. Ti troškovi, pre svega, treba da pokriju poslovanje u sedištu firme. Ovi troškovi se procenjuju na osnovu knjigovodstvenih analiza poslovanja firme u prethodnom periodu.

Analizirajući sve ove troškove dobijamo da su nam ukupni indirektni troškovi gradilišta 5.829.008,90 din.

Kada imamo određene direkne i indirektni troškove gradilišta možemo odrediti i kalkulativni faktor, koji će u ovom slučaju iznositi $\varphi = 0,1215$.

Na osnovu njega dobijamo da je ukupna procenjena vrednost troškova izgradnje pristupnih puteva i kružne raskrsnice u okviru petlje magistralne pruge Beograd – Šid – Državna granica i lokalnog puta, grad Sremska Mitrovica, **53.796.183,83 dinara**, bez poreza na dodatnu vrednost. Bitno je napomenuti i to da se na kalkulativni faktor koji se dobija odnosom indirektnih i direktnih troškova dodaje i procentualna zarada firme koja zavisi od više faktora i različit je za svaku firmu. U prilogu 6 prikazan je predmer i predračun radova.

6. ZAKLJUČAK

Da bi došlo do realizacije bilo kog građevinskog projekta potrebno je prethodno izvršiti procenu troškova za taj projekat i na osnovu njih definisati ocenu opravdanosti, obim i kvalitet posla, obezbeđenje finansiranja, odluku o učešću na tenderu, izbor izvođača, planiranje nabavke materijala, izvođenje dodatnih radova i slično.

S obzirom da je za dobijanje posla merodavna najniža ponuđena cena, analiza cena se mora izvršiti što je preciznije moguće, kako bi bili konkurentni drugim ponuđačima, a sa druge strane kako bi ostvarili željeni profit.

Preciznom analizom svake pozicije rada dobili smo potrebe u resursima. Određena je potrebna grupa radne snage za realizaciju projekta. Određena je vrsta i količina svog potrebnog materijala za izgradnju saobraćajnice. Takođe, određene su vrste mašina, kao i časovi njihovog rada pri izgradnji.

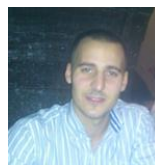
Troškovi resursa nisu jedini troškovi koji se javljaju na gradilištu, pa je prilikom procene troškova potrebno sagledati i odrediti sve indirektni troškove gradilišta ali i troškove van gradilišta koje je potrebno uračunati u cenu kako bi pokrili sve troškove ovog projekta.

Nakon svih analiza i procena dobija se da je za izgradnju pristupnih puteva i kružne raskrsnice u okviru petlje magistralne pruge Beograd – Šid – Državna granica i lokalnog puta, grad Sremska Mitrovica, potrebno **53.796.183,83 dinara**.

7. LITERATURA

- [1] Upravljanje projektima u građevinarstvu, Branislav Ivković, Željko Popović

Kratka biografija:



Srđan Adamović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1990. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2018. godine.

ANALIZA VREMENA TRAJANJA IZGRADNJE INDUSTRIJSKE HALE PRIMENOM METODA CPM I PERT**ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION TIME OF THE INDUSTRIAL HALL USING THE CPM AND PERT METHODS**

Andrijana Brajović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Zadatak ovog rada se sastoji od teorijskog i praktičnog dela. U teorijskom delu dat je istorijski razvoj CPM i PERT metoda, način njihovog proračuna, kao i važnost mrežnog planiranja prilikom određivanja vremena trajanja projekta. U praktičnom delu prikazana je primena ove dve metode na primeru Industrijske hale, prednosti i mane primenjenih metoda i rezultat dobijenih analiza.

Abstract – The task of this paper consists of a theoretical and practical part. In the theoretical part, the historical development of CPM and PERT methods, the way of their calculation, and the importance of network planning in determining the duration of the project are given. In the practical part, the application of these two methods is presented in the example of the Industrial Hall, the advantages and disadvantages of the applied methods and the result of the analyzes obtained.

Ključne reči: Mrežno planiranje, CPM, PERT, analiza vremena trajanja

1. UVOD

U istoriji, najveća postignuća ostvarila su se projektima, odnosno obavljeni su zadaci u navedenom vremenskom razdoblju a rezultat je bio zacrtani cilj. Da bi ti zadaci bili vremenski ispunjeni potrebno je izračunati vremenski period trajanja projekta. Najučestalije i najpoznatije tehnike odnosno metode za to su CPM (Critical Path Method) i PERT (Program Evaluation and Review Techniques) metode.

1.1. Predmet rada

Predmet ovog rada jeste primena metode kritičnog puta i PERT metode za projekat „Industrijske hale“ koja je građena u Valjevu, odnosno proračun vremena trajanja samog projekta.

Istraživačka pitanja koja će obuhvatiti ovaj rad su planiranja, važnost mrežnog planiranja, prednosti i nedostaci tehnike procene i revizije projekta (PERT) kao i metode kritičnog puta i razlike dobijenih rezultata. Rezultat koji se očekuje od ovog rada jeste detaljan opis PERT metode kao i detaljan opis problematike planiranja. U ovom radu će nakon detaljne analize biti jasno navedene sve prednosti i nedostaci obe metode.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red.prof.

1.2. Cilj rada

Cilj istraživanja je dati detaljan pregled literature koja obrađuje problematiku mrežnog planiranja projekta i procenjivanje trajanja projekta s posebnim osvrtom na rezultate koje dobijamo analizom ove dve metode.

1.3. Primenjene metode

Metode koje se primenjuju u ovom radu su metoda kritičnog puta (CPM) i metoda procene i revizije programa (PERT). Isto tako primenjena je i grafička metoda – Gantogram, gde se prikazuje dinamika odvijanja aktivnosti.

Takođe, primena PERT metode biće prikazana i kroz softver za crtanje tabela, dijagrama i mreža koji se naziva EDRAW.

2. PROCES PLANIRANJA PROJEKTA

Proces planiranja je primarna faza svakog upravljanja projektom, kojim se obuhvataju ciljevi i načini ostvarivanja istih. Dobro planiranje znači da nije od značaja istaći samo predmet rada, već i načine kako ostvariti postavljene ciljeve.

2.1. Faze projekta

Uspešnost upravljanjem projekta se ogleda u održavanju ravnoteže između troška, kvaliteta i vremena samog izvršavanja projekta. Da bi se ravnoteža uspešno održala, potrebno je definisati proceduru toka životnog ciklusa projekta, tako da upravljanje projektima obuhvata procese:

- planiranja,
- organizovanja,
- kontrole,
- koordinacije.

2.2. Mrežno planiranje

Metode mrežnog planiranja počele su se razvijati u prošlom veku u svrhu lakšeg i pouzdanijeg praćenja i predviđanja projekta, kao i predviđanja mogućih izvora problema i koordiniranja aktivnosti u projektu kako bi se izbeglo kašnjenje.

Mrežno planiranje predstavlja deo vremenskog planiranja, a sam mrežni dijagram prikaz vremenske linije. U početku se takav prikaz razvio u linijsko planiranje, a zatim su se javili složeniji projekti, čiji obim više nije pristajao takvom jednostavnom načinu prikazivanja, pa su se iz takve potrebe razvili mrežni prikazi sa isprepletanom događajima i aktivnostima, njihove međuzavisnosti i trajanja.

Tehnika mrežnog planiranja obuhvata tri faze:

- Analiza strukture
- Analiza vremena
- Optimizacije mrežnog plana.

2.2.1. Istorijski razvoj tehnika mrežnog planiranja

Nakon osnovnog tipa linijskog planiranja - Gantograma, razvile su se tehnike mrežnog planiranja radi lakšeg organizovanja složenijih projekata.

Tehnika mrežnog planiranja je nova metoda upravljanja proizvodnjom ili nekom drugom aktivnošću. Prvi put je primenjena u SAD-u 1957./58. godine prilikom planiranja velikih projekata za hemijsku industriju Du Pont de Nemours i izrade podmornice tipa Polaris za potrebe američke ratne mornarice.

Danas je u upotrebi veliki broj različitih varijanti tehnike mrežnog planiranja, ali su sve manje-više izvedene od dve osnovne metode: metode kritičnog puta (CPM) i metode procene i revizije projekata (PERT). [9]

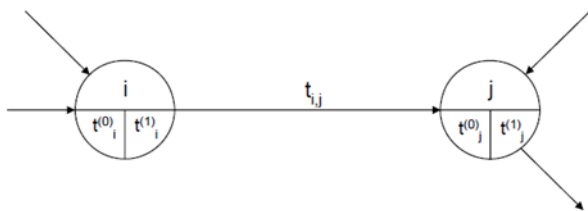
2.2.2. Gantogram

Gantogram predstavlja grafičku metodu za dinamičko planiranje radova čiji je raspored prikazan horizontalnim linijama dužine proporcionalne trajanju aktivnosti. Prikaz gantograma sastoji se od tabličnog i grafičkog prikaza, gde su u tabličnom delu prikazani podaci o aktivnostima po redovima i kolonama (svaki red nova aktivnost, svaka kolona podaci o aktivnostima).

U grafičkom delu su prikazane vremenska osa i aktivnosti prikazane u vremenu. Za projekat „Industrijske hale“ koristimo Microsoft Office Project 2007 za prikaz dinamičkog plana.

2.2.3. Analiza vremena projekta primenom CPM metode

Metodu kritičnog puta primenjujemo kada je vreme trajanja pojedinih aktivnosti poznato i oslanja se na deterministički pristup i relativno čvrste procene vremena trajanja aktivnosti.



Slika 1. Za potrebe vremenske analize, označavanje događaja i aktivnosti

- $t_{i,j}$ – procenjena dužina trajanja aktivnosti i-j
- $t_i^{(0)}$ – najraniji početak aktivnosti i-j
- $t_i^{(1)}$ – najkasniji početak aktivnosti i-j
- $t_j^{(0)}$ – najraniji završetak aktivnosti i-j
- $t_j^{(1)}$ – najkasniji završetak aktivnosti i-j
- i – oznaka početnog događaja aktivnosti i-j
- j – oznaka završnog događaja aktivnosti i-j

Da bismo odredili koje aktivnosti leže na kritičnom putu mora biti zadovoljen uslov:

$$t_{i,j} = t_j^{(1)} - t_i^{(0)} \quad (1)$$

Najraniji završetak aktivnosti $t_j^{(0)}$ dobija se:

$$t_j^{(0)} = \max (t_i^{(0)} + t_{i,j})$$

$$t_1^{(0)} = 0, \quad i < j, \quad j = 2, 3, 4, \dots, n \quad (2)$$

Najkasniji početak aktivnosti $t_i^{(1)}$ dobija se:

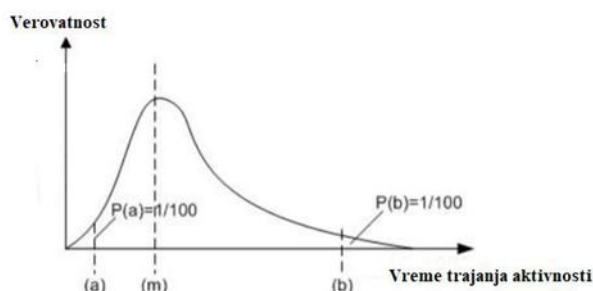
$$t_i^{(1)} = \min (t_j^{(1)} - t_{i,j})$$

$$t_n^{(1)} = T_p, \quad i < j, \quad i = n-1, n-2, \dots, 2, 1 \quad (3)$$

2.2.4. Analiza vremena projekta primenom PERT metode

Vreme realizacije projekta po metodi PERT je stohastičke prirode, posledica je neizvesnosti vremenske procene trajanja pojedinih aktivnosti, dok neizvesnost procene potiče, od prirode zadataka koji se obuhvataju jednim mrežnim dijagramom. Podaci koji su neophodni za analizu vremena su:

- a_{ij} - optimističko vreme trajanja izvršenja pojedinih aktivnosti (i - j),
- m_{ij} - najverovatnije vreme izvršenja aktivnosti (i - j)
- b_{ij} - pesimističko vreme izvršenja aktivnosti i predstavlja najduže vreme za izvođenje aktivnosti.



Slika 2. Beta raspodela sa tri vremenske procene trajanja aktivnosti

3. ANALIZA VREMENA TRAJANJA NA PRIMERU PROJEKTA „INDUSTRIJSKE HALE“ PRIMENOM CPM METODE

Pravilo je da se najraniji početak i najraniji završetak aktivnosti određuju proračunom od početka mrežnog dijagrama prema kraju (od 1 do n), pri čemu se uzima maksimalna vrednost trajanja aktivnost ako se u jednoj aktivnosti susreću više njih. Najkasniji početak i najkasniji

završetak proračunavaju se od kraja mrežnog plana prema početku (od n do 1), pri čemu se upisuju minimalne vrednosti trajanja aktivnosti.

Na primeru projekta „Industrijske hale“ nakon analize mrežnog plana i njegovih aktivnosti dobijamo vreme najranijeg mogućeg završetka projekta $t_{105}^{(0)}=101$ dan, a rezultat najkasnijeg dozvoljenog završetka projekta $t_{105}^{(1)}=102$ dana. Kao radni kalendar u MS Project-u usvajamo 5 radnih dana da je prva smena od 8:00č do 12:00č, pauza od 12:00č do 13:00č i druga smena od 13:00č do 17:00č.

4. PERT METODA (PROJECT EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE)

4.1. Analiza vremena projekta PERT metodom na primeru izgradnje „Industrijske hale“

Mrežni plan objekta obrađen je u programu AutoCAD 2015 putem metode CPM gde su prikazane aktivnosti i njihove međuzavisnosti. Isto tako prikazan je i mrežni plan za PERT metodu gde su prikazana tri vremena ove

metode (a,m,b), na osnovu kojih određujemo očekivano vreme (te)_{ij} trajanja aktivnosti (i -j), kao i njenu varijansu (σ²). Cilj ovog istraživanja je odrediti koja je verovatnoća završetka projekta za planirano vreme (TS)_i koje je dobijeno putem metode kritičnog puta (CPM).

$$(te)_{ij} = \frac{a_{ij} + 4 \cdot m_{ij} + b_{ij}}{6} \quad (4)$$

$$(\sigma^2)_{ij} = ((b_{ij} - a_{ij})/6)^2 \quad (5)$$

Dobijene vrednosti za očekivano vreme i varijanse unete su na mrežni dijagram. Kao treći korak u analizi vremena određuje se najranije vreme nastupanja događaja (TE)_j gde se usvaja (TE)_i=0. Kao četvrti korak određuje se najkasnije vreme nastupanja događaja (TL)_i gde se usvaja (TL)_n=(TE)_n.

Određivanje kritičnog puta svakako spada u analizu vremena. Podrazumevajući da kritičnost razmatramo za pretpostavku (TL)_n=(TE)_n onda kritični put možemo odrediti odmah po određivanju najranijeg vremena nastupanja događaja, idući od završnog ka početnom događaju. Naravno, po određivanju vremena najkasnijeg nastupanja događaja, može se proveriti tačnost određivanja kritičnog puta, jer za događaje na kritičnom putu mora biti (TE)_i=(TL)_i za svako (i) sa kritičnog puta.

- Standardna devijacija za kritični put 1 iznosi:

$$\sigma_{Te} = \sqrt{\sum \sigma_{ij}^2} = \sqrt{\sum (b_{ij} - a_{ij})^2 / 36} = \sqrt{0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,1111 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,1111 + 0,0625 + 0,0277} = 1,5267$$

- Standardna devijacija za kritični put 2 iznosi:

$$\sigma_{Te} = \sqrt{\sum \sigma_{ij}^2} = \sqrt{\sum (b_{ij} - a_{ij})^2 / 36} = \sqrt{0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,1111 + 0,0625 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0625 + 0,0625 + 0,1111 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,0277 + 0,1111 + 0,0625 + 0,0277} = \sqrt{19 \cdot 0,0625 + 30 \cdot 0,0277 + 3 \cdot 0,1111} = 1,5335$$

Određivanje verovatnoće nastupanja događaja (P)_i vrši se preko faktora verovatnoće (Z)_i, podrazumevajući da je nastupanje događaja aleatorna promenljiva sa normalnom raspodelom verovatnoće.

Verovatnoća da će projekat hale biti završen za planirano vreme od 102 dana (CPM) za kritični put 1 iznosi:

$$Z = (102 - 102,08) / 1,5267 = -0,0524$$

Na osnovu tablice za normalnu raspodelu dobijamo verovatnoću P.

$$P = 0,4801 = 48,01\%$$

Iz razloga niskog procenta verovatnoće završetka projekta za planirano vreme, uzimamo subjektivnu procenu da je planirano vreme 105 dana. Verovatnoća da će projekat hale biti završen za planirano vreme 105 dana iznosi:

$$Z = (105 - 102,08) / 1,5267 = 1,9126$$

Na osnovu tablice za normalnu raspodelu dobijamo verovatnoću P.

$$P = 0,9719 = 97,19\%$$

Isti proračun prolazimo i za kritični put 2. Prvo računamo verovatnoću završetka projekta za planirano vreme po CPM metodi od 102 dana i ona iznosi:

$$Z = (102 - 102,08) / 1,5335 = -0,0522$$

Na osnovu tablice za normalnu raspodelu dobijamo verovatnoću P.

$$P = 0,4769 = 47,69\%$$

I za kritični put 2 dobijamo niske vrednosti verovatnoće završetka projekta, pa po slobodnoj proceni uzimamo planirano vreme od 105 dana koje iznosi:

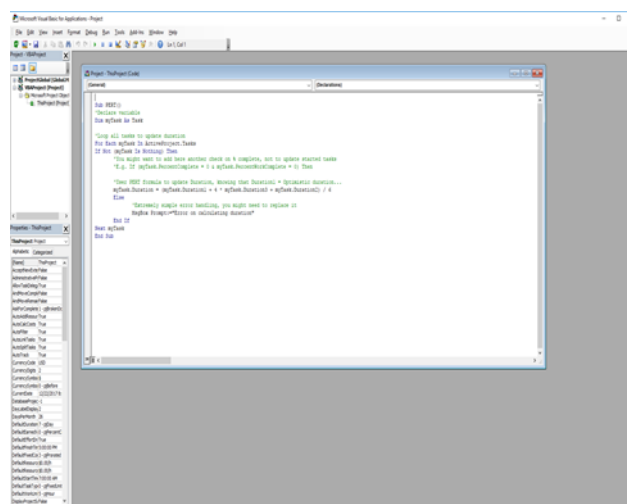
$$Z = (105 - 102,08) / 1,5335 = 1,904$$

Verovatnoću P očitavamo iz tablice za normalnu raspodelu za pozitivne vrednosti Z.

$$P = 0,9713 = 97,13\%$$

Vidimo, da možemo sa velikom sigurnošću tvrditi da će završni događaj nastupiti, odnosno da će se projekat završiti, do kraja 105. dana. Vreme koje smo dobili prilikom postupnog ručnog računanja vremenskog trajanja projekta pomoću PERT metode, isto možemo na brži i lakši način dobiti putem programa MS Project 2007. Primenom opcije "Makro", računarskog programa, u programu MS Project lako dolazimo do vremena trajanja projekta od 102,08 dana koje smo dobili i postupnim proračunom.

U MS Project, jedine vrednosti koje ubacujemo su vremena a,m,b i formula po kojoj radi "Makro" opcija (Slika 3).



Slika 3. Algoritam proračuna pomoću Makro opcije

Formula za izračunavanje očekivanog vremena (TE):

$$TE = (O + 4M + P) \div 6, \quad (6)$$

koja je jednaka formuli za očekivano vreme koje smo koristili prilikom ručnog proračuna (te)_{ij}. Unošenjem algoritma a kasnije i pokretanjem istog, dobijamo očekivana vremena trajanja aktivnosti a time i vreme trajanja projekta.

5. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

Predmet ovog istraživanja bio je proračun vremenskog trajanja projekta „Industrijske hale“ u Valjevu. Primenjene metode rada za analizu vremena projekta sumetoda kritičnog puta (CPM) i metoda procene i revizije programa (PERT). Suština ovog rada bila je u tome da se što preciznije odrede tražena vremena trajanja projekta i svih njegovih faza, odnosno aktivnosti. U radu, nezavisno od primenjene metode, analiza vremena obavljala se odvojeno od analize strukture projekta. Pošto se analize vremena projekta za CPM i PERT metodu razlikuju, iz tog razloga smo i posebno analizirali svaku od njih.

U prvoj fazi ovog rada, analizom strukture i crtanjem mrežnog dijagrama odredili smo sve aktivnosti, njihove međuzavisnosti, označili događaje i aktivnosti i konstruisali mrežni dijagram.

U drugoj fazi, analizirali smo vreme trajanja projekta primenom metoda CPM i PERT, gde su kod CPM metode vremena aktivnosti poznata, tj. deterministička a kod PERT metode vremena aktivnosti su poznata sa određenom verovatnoćom, tj. stohastička.

6. ZAKLJUČAK

Loša organizacija i planiranje projekta mogu dovesti do velikih poteškoća a time i gubitaka. Da bi se zaobišli svi ti gubici, dolazimo do zaključka da je bitno koje tehnike koristimo prilikom planiranja projekta. Verovatnoća nastupanja događaja je značajan činiac kod primene mrežnog planiranja.

Na osnovu iznetog možemo zaključiti i dati predlog da metodu kritičnog puta (CPM) možemo koristiti kod projekata gde nam je bitno na brži i lakši način odrediti kritični put, kod projekata gde je vreme trajanja pojedinih aktivnosti poznato i može se jednoznačno odrediti, kod projekata gde analizom kritičnog puta određujemo optimalno vreme trajanja projekta i količine troškova i dr. Tehniku za procenu i reviziju programa koristimo najčešće kod složenijih projekata, gde vremena pojedinih aktivnosti nisu jednoznačno i sa velikom sigurnošću poznata, već su ona stohastičke prirode, tj. procena vremena je subjektivne prirode, kao i kod projekata gde je potrebno da verovatnost završetka bude u razmaku od 70% do 90%. Na kraju, možemo zaključiti da je cilj ovog istraživanja ispunjen, odnosno rad je dao odgovor na temelju određenih istraživačkih pitanja.

7. LITERATURA

- [1] <http://edukacija.rs/poslovne-vestine/menadzment/proces-planiranja-projekta>
- [2] http://www.vggs.rs/gradjevinski_odsek/-predmeti_ispiti/spec_uppr/UPRAVLJANJE_PROJEKTIMA.pdf
- [3] <http://ttl.masfak.ni.ac.rs/Programski%20paketi/-Predavanje%20-%201%20%20PERT%20metoda.pdf>
- [4] <https://repozitorij.efst.unist.hr/islandora/object/efst%3A902/datastream/PDF/view>
- [5] http://www.vggs.rs/gradjevinski_odsek/-predmeti_ispiti/spec_uppr/UPRAVLJANJE_PROJEKTIMA.pdf
- [6] <http://www.math.odu.edu/stat130/normal-tables.pdf>
- [7] Vuletić, G. (2010.), Specifičnosti upravljanja projektima u građevinarstvu
- [8] Dvir, D., Lechler, T. (2004) „Plans are nothing, changing plans is everything: the impact of changes on project success“, Research Policy, 33(1)
- [9] Sikavica, P., Novak, M. (1999.), Poslovna organizacija, Informator, Zagreb
- [10] Upravljanje proizvodnjom
- [11] <http://www.jeremycottino.com/2014/03/using-pert-to-calculate-task-duration.html>

Kratka biografija:



Andrijana Brajović rođena je u Prijepolju 1990. godine. Osnovne studije završila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2016. god., smer Građevinarstvo – modul Konstrukcije. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – modul Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2018. godine.

PROCENA STANJA, DOGRADNJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE OBDANIŠTA „BAMBI“ U LOZNICI**ASSESSMENT, EXTENSION AND ENERGY RENEWAL OF THE BUILDING OF KINDERGARTEN “BAMBI” IN LOZNICA**Milorad Subotić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana mogućnost određivanja toplotne otpornosti vazdušnih slojeva kao i određivanje koeficijenta linearnog prolaza toplote za linijske toplotne mostove u građevinskoj konstrukciji prema važećim standardima. Takođe izvršena je procena stanja obdaništa „Bambi“ u Loznici, makroskopskim putem, nakon dugogodišnje eksploatacije. Dat je predlog mera sanacije uočenih oštećenja. Urađen je predlog nadogradnje jedne etaže uz proveru nosivosti postojećih nosećih elemenata i odabirom materijala koji su najpogodniji za izvođenje nadogradnje. Urađen je i elaborat energetske efikasnosti kako postojećeg tako i nadograđenog objekta.

Abstract– This paper presents the possibility of determination of a thermal resistance of the air layers as well as determination of a coefficient of linear heat transfer for the linear thermal bridges in the construction structure according to the valid standards. Assessment of the “Bambi” kindergarten in Loznica was also performed, macroscopically, after many years of exploitation. The proposal is a measure of remediation of the observed damage. A proposal for extension one floor has been made, checking the carrying capacity of existing supporting elements and selecting the materials that are most suitable for the extension. An elaboration of the energy efficiency of both the existing and extension facility was made.

Ključne reči: Procena stanja, oštećenja, građevinska fizika, dogradnja, gubici toplote, sanacija.

1. TOPLOTNA OTPORNOST VAZDUŠNIH SLOJEVA PREMA STANDARDU SRPS 6946 2005

Toplotna otpornost predstavlja otpor prolasku toplotnog fluksa kroz neki materijal, što je vrednost toplotne otpornosti veća to je materijal bolji toplotni izolator. Prema Standardu toplotna otpornost vazdušnog sloja, pored zadovoljenja osnovnih kriterijuma, zavisi od stepena ventilisanosti vazdušnog sloja pa tako imamo:

Neventilisan vazdušni sloj kod koga se vrednost toplotne otpornosti očitava iz tabele 1 u zavisnosti od debljine vazdušnog sloja i pravca kretanja toplotnog fluksa.

Tabela 1. Toplotna otpornost ($u \text{ m}^2\text{K/W}$) neventilisanih vazdušnih slojeva

Debljina vazdušnog sloja (mm)	Pravac toplotnog fluksa		
	Naviše	Horizontalno	Naniže
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23
Napomena: Međuvrednosti se mogu odrediti lineranom interpolacijom			

Vrednost toplotne otpornosti za slabo ventilisan vazdušni sloj se usvaja kao polovina odgovarajuće vrednosti za neventilisan sloj.

Vrednost toplotne otpornosti za dobro ventilisan vazdušni sloj se zanemaruje uz zanemarivanje toplotne otpornosti i svih drugih slojeva koji se nalaze između dobro ventilisanog sloja i spoljne sredine.

2. LINIJSKI TOPLOTNI MOSTOVI – KOEFICIJENT LINEARNOG PROLAZA TOPLOTE – SCS ISO 14683 2006

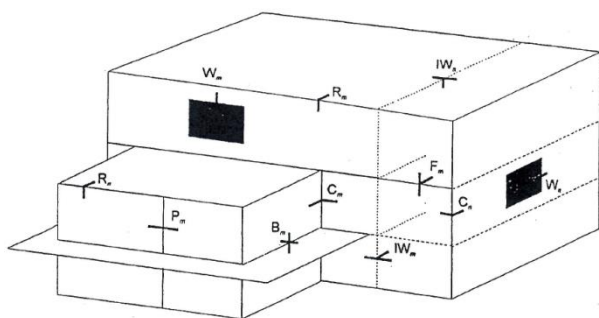
Toplotni mostovi u građevinskim konstrukcijama izazivaju promene toplotnih flukseva i površinskih temperatura što može dovesti do niske temperature unutrašnje površine, sa odgovarajućim rizikom da dođe do površinske kondenzacije i pojave buđi.

Pošto zgrade mogu da sadrže značajne toplotne mostove, čiji je jedan od efekata povećanje ukupnog toplotnog gubitka zgrade, trebalo bi koeficijent toplotnog sprežanja izračunati uzimajući u obzir i korekzione članove koji uključuju linijske i tačkaste koeficijente prolaza toplote.

Na slici 1 je prikazana skica zgrade sa vrstama i položajem toplotnih mostova koji se uobičajeno javljaju.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Šema zgrade sa prikazanim položajem i vrstom toplotnih mostova koji se uobičajeno javljaju

3. POSTOJEĆE STANJE, TEHNIČKI OPIS, PROCENA STANJA, ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA

Tehnički opis:

Objekat je građen 1965/1966 i bio je prvi namenski izgrađen objekat za boravak, vaspitanje i rekreaciju dece do 6 godina u Loznici.

Objekat je spratnosti Po+Pr+Pk rađen u mešovitom sistemu gradnje sa nosećim zidovima u oba pravca i nosećim armirano betonskim ramovima.

Temeljen je na trakastim temeljima, podna ploča je armirano betonska sa završnom obradom poda, međuspratna konstrukcija je fleksibilna tavanica (kara-tavan) dok je krovna konstrukcija u zavisnosti od dela objekta jednostuka stolica, krov sa raspinjačom odnosno ravan krov.

Procena stanja:

Izvršena je na osnovu dostupne projektno-tehničke dokumentacije i detaljnog vizuelnog pregleda i zaključeno je da:

- globalna nosivost objekta nije smanjena, sem nosećeg zida u kome se javila prslina celom širinom zida usled sleganja – Slika 2)
- globalna stabilnost objekta nije narušena
- funkcionalnost pojedinih prostorija je ugrožena zbog prodora vlage (Slika3)
- trajnost pojedinih elemenata je smanjena (slika 4)



Slika 2. Pukotina kroz ceo poprečni presek zida, uzrok neujednačeno sleganje



Slika 3. Vlaga na zidu, posledica prokišnjavanja krova kod oluka



Slika 4. Dotrajalost stolarije, izloženost atmosferskim uticajima bez adekvatnog održavanja

Elaborat energetske efikasnosti postojećeg objekta:

Procena energetske efikasnosti je sprovedena za postojeće sklopove termičkog omotača u svemu prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada („Službeni glasnik RS“ br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10-US i 24/11). Prema Pravilniku proračun energetske efikasnosti se sprovodi iz dva dela.

U prvom delu proračuna potrebno je definisati koliki otpor će neki sklop pružiti pri prolasku toplote iz toplijeg u hladniji prostor. Dodatno, potrebno je utvrditi koja količina vodene pare će, zbog promene temperature u vazduhu, preći u tečno stanje. Pored proračuna termičke otpornosti potrebno je izvršiti i kontrolu letnje stabilnosti sklopa čime se može utvrditi da li je sklop dovoljno masivan da u letnjem periodu pruži dovoljan otpor probijanju toplote usled sunčevog zračenja u unutrašnjost objekta.

U drugom delu proračuna, objekat se posmatra kao celina. Potrebno je definisati njegov položaj u odnosu na okolinu, izloženost vetru, zasenčenost kao i udeo svakog od sklopova na ukupni termički omotač objekta. Na osnovu tih podataka kao i podataka dobijenih u prvom delu proračuna, možemo odrediti ukupnu termičku otpornost objekta klasifikovanu u razrede. Na slici 5 dat je prikaz energetskih razreda za zgrade namenjene obrazovanju i kulturi.

Zgrade namenjene obrazovanju i kulturi		nove	postojeće
Energetski razred	Q_{nove} [%]	Q_{nove} [kWh/(m ² a)]	Q_{nove} [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 10	≤ 12
A	≤ 25	≤ 17	≤ 20
B	≤ 50	≤ 33	≤ 38
C	≤ 100	≤ 65	≤ 75
D	≤ 150	≤ 98	≤ 113
E	≤ 200	≤ 130	≤ 150
F	≤ 250	≤ 163	≤ 188
G	> 250	> 163	> 188

Slika 5. Klasifikacija objekata namenjenih obrazovanju i kulturi i razred postojećeg objekta

Proračunom energetske efikasnosti utvrđeno je da postojeće stanje objekta odgovara objektima F razreda.

4. NADOGRADNJA OBJEKTA, STATIČKI PRORAČUN, ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI NADOGRADENOG OBJEKTA

Nadogradnja objekta:

Kako broj dece u lozničkom kraju raste, tako raste i potreba za dodatnim prostorom u predškolskim ustanovama. Pa je iz tog razloga predviđena nadogradnja još jedne etaže, odnosno proširenje postojećeg potkrovlja uz povećanje spratne visine.

Materijali koji se koriste za nadogradnju su birani po kriterijumu male zapreminske težine kako bi, što je moguće manje opteretili postojeću konstrukciju. Pa tako, krovna konstrukcija je predviđena da bude sačinjena od čeličnih krovnih bindera i rožnjača, a kao krovni pokrivač je izabran TR lim. Plafonska konstrukcija nadograđene etaže je „Ytong bela tavanica“ (Slika 6), a zidovi nadograđene etaže su predviđeni da se zidaju gas-betonskim blokovima.



Slika 6. Ytong bela tavanica

Projektom nadogradnje predviđeno je i da se sve fleksibilne tavanice, prevedu u krute, sprežanjem drvenih rebara sa novom armirano betonskom pločom i izvođenjem horizontalnog serklaža u zidanim zidovima po obodu ploče (slika 7).

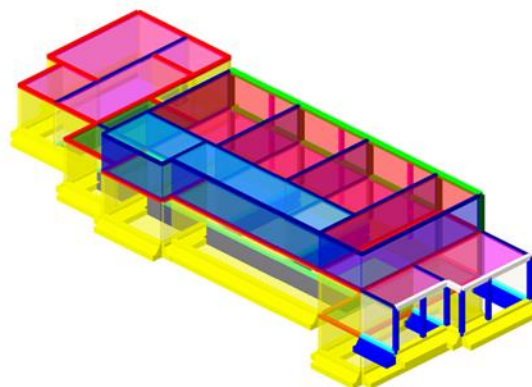
Takođe, projektom nadogradnje je predviđeno i da se uradi dodatna termoizolacija spoljašnjeg omotača objekta, kao i zamena postojeće stolarije, čime bi se poboljšao energetski razred objekta i smanjila količina energije za grejanje, odnosno hlađenje objekta. Samim tim se ostvaruje i ekonomska ušteda kroz period eksploatacije.



Slika 7. Sprezanje tavanice, drvo/beton

Statički proračun:

Statički i dinamički proračun konstrukcije je izvršen na prostornom modelu softverskog paketa Tower 6. Model je sastavljen od linijskih i površinskih elemenata i koliko je to moguće verodostojno oslikava izgled nadograđenog objekta (slika 8).



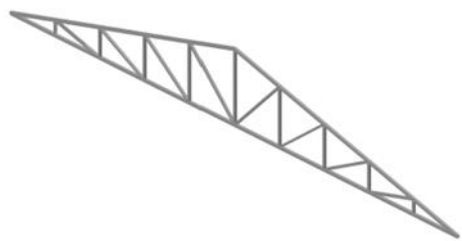
Slika 8. Model konstrukcije iz softverskog paketa Tower 6

Pored samog izgleda i dimenzija objekta posebna pažnja je posvećena prilikom nanosenja opterećenja gde su u obzir uzete stvarne težine zidova, krovova, međuspratnih ploča i sl., kao i prilikom prenosa opterećenja sa objekta na tlo gde je objekat oslonjen linijskim osloncima koji simuliraju trakaste temelje. Isti model korišćen je i za potrebe dimenzionisanja novih nosećih elemenata kao i proveru napona u postojećim.

Proračunom je ustanovljeno da svi postojeći elementi konstrukcije imaju dovoljnu nosivost da prihvate dodatno opterećenje od nadograđene etaže, kao i da naponi u tlu neće biti prekoračeni usled nadogradnje uz uslov, da materijali koji se koriste prilikom nadogradnje budu kao oni koji su projektom predviđeni.

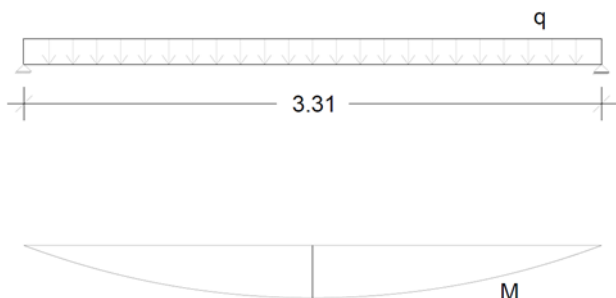
Pored kontrole napona u elementima izvršena je i kontrola pomeranja vrha zgrade usled seizmičkih sila čime je ustanovljeno da su maksimalna pomeranja vrha zgrade manje od dozvoljenih.

Čelični nosač - binder je posebno modeliran, takođe u programskom paketu Tower 6, a modeliran je kao rešetkasta čelična konstrukcija u ravanskom modelu (slika 9).



Slika 9. Model rešetkastog nosača – Bindera

Rožnjača je dimenzionisana na osnovu ručnog proračuna u sistemu proste grede na rasponu 3.31m.



Slika 10. Statički sistem rožnjače i položaj maksimalnog momenta

Maksimalan moment koji se javlja je 2,732 kNm/m' na osnovu kog usvojena dimenzija rožnjače **b/d=12/16cm**.

Spregnuta tavanica drvo/beton, proračunata na način da je prvo dimenzionisana betonska ploča kao linijski betonski element pravougaonih poprečnog preseka jedinične širine u sistemu proste grede na rastojanju 70cm. Kao armatura ploče je usvojena mreža R131.

Bela tavanica je proračunata na osnovu preporuka proizvođača, takođe u sistemu proste grede, a proračunom je dobijeno da je neophodno udvajanje gredica sa dodatnom šipkom Ø16 u svakoj od gredica, i ukrućenje upravno na pravac nošenja na razmaku od svaka četiri bloka ispune kako bi se premostio raspon od 7,3m.

Elaborat energetske efikasnosti nadograđenog objekta:

Procena energetske efikasnosti nadograđenog objekta je sprovedena kao i za postojeće stanje samo uzimajući u obzir izmene sklopova, odnosno dodavanje termoizolacije na sklopove po omotaču objekta. Takođe u obzir je uzeta i zamena celokupne stolarije kako je projektom nadogradnje i predviđeno.

Uzimajući sve to u obzir, detaljnim proračunom energetske efikasnosti je ustanovljeno da objekat nakon nadogradnje pripada objektima C razreda.

Zgrade namenjene obrazovanju i kulturi		nove	postojeće
Energetski razred	$Q_{n,reg}$ [%]	$Q_{n,reg}$ [kWh/(m²a)]	$Q_{n,reg}$ [kWh/(m²a)]
A+	≤ 15	≤ 10	≤ 12
A	≤ 25	≤ 17	≤ 20
B	≤ 50	≤ 33	≤ 38
C	≤ 100	≤ 65	≤ 75
D	≤ 150	≤ 98	≤ 113
E	≤ 200	≤ 130	≤ 150
F	≤ 250	≤ 163	≤ 188
G	> 250	> 163	> 188

Slika 11. Klasifikacija objekata namenjenih obrazovanju i kulturi i razred nadograđenog objekta

5. ZAKLJUČAK

Usled nedostatka građevinskog zemljišta i sve veće potrebe za objektima različite namene (društvenih ustanova, stambenih objekata itd.) došlo je do potrebe nadograđivanja i povećanja kapaciteta postojećih objekata. Da bi se izvršila nadogradnja i modernizacija nekog objekta neophodna je detaljna analiza i procena realnih mogućnosti i opcija na što efikasnijoj i potpunijoj realizaciji. U toku ovog procesa neophodno je prepoznati i pridržavati se definisanih faza koje su predstavljene u ovom radu kao i materijalima koji su dostupni na tržištu.

6. LITERATURA

- [1] Srpski standard SRPS ISO 6946 2005 – Toplotna otpornost i koeficijent prolaza toplote – Metoda proračuna
- [2] Srpsko-crnogorski standard SCS ISO 14683 2006 – Toplotni mostovi u građevinskoj konstrukciji – Koeficijent linearnog prolaza toplote – Pojednostavljene metode i primenjene vrednosti
- [3] Grupa autora: *Beton i armirani beton*, prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [4] Grupa autora: *Beton i armirani beton*, prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [5] Grupa autora: *Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada*, Službeni glasnik RS:061/2011
- [6] M. Malešev, V. Radonjanin: *materijal sa predavanja – Zidane konstrukcije*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [7] <http://www.ytong.com>
- [8] <http://www.gradjevinarstvo.rs>
- [9] <http://www.radimpex.rs>

Kratka biografija:



Milorad Subotić rođen u Loznici 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstvo – modul konstrukcije – Procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija, odbranio je 2018. godine.

OCENA STANJA PUTNIH OBJEKATA NA DELU TERITORIJE OPŠTINE BEOČIN
ASSESSMENT OF THE ROAD STRUCTURES ON THE PART OF TERRITORY OF
BEOCIN MUNICIPALITYMarko Dupljanin, Bojan Matić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su prikazane različite metode upravljanja mostovima, njihov značaj i primena u praksi. Kao primer data je ocena stanja putnih objekata na delu teritorije opštine Beočin, od kojih je 12, preko kojih se odvija saobraćaj, rađeno po nemačkoj metodologiji ocene stanja.

Abstract – The work assignment shows different methods of bridge management, their importance and application in practice. An assessment of the road structures on the territory of the municipality of Beocin is given as an example, of which 12, that sustain traffic, are done using the German assessment method.

Ključne reči: Upravljanje mostovima, metodologije ocene stanja, putni objekti, GIS, BMS, baza podataka

1. UVOD

Putevi predstavljaju jedinstveni međunarodni komunikacioni sistem pa je ujednačavanje organizacije, istraživanja, projektovanja, građenja, održavanja i eksploatacije zajednički interes svih zemalja. Posebna pažnja u zadnje vreme poklanja se održavanju putnih objekata. Za pravilno planiranje i usmeravanje ovih poslova neophodno je postojanje informativnog sistema koji se zasniva na podacima o postojećem stanju prikupljenom na terenu i ubačenim u informativni centar. Danas je kroz razvoj tehnologije, metoda u tehnici, posebno razvojem informacione tehnologije, donelo mogućnost za organizaciju i izvršenje zadataka upravljanja objektima na veoma racionalan način, uz primenu optimalnih mera u skladu sa raspoloživim sredstvima. Pod upravljanjem objektima se podrazumeva niz upravljačkih i operativnih aktivnosti vezanih za redovno održavanje, investiciono održavanje, preglede i interventne mere sa ciljem održavanja nivoa kvaliteta upotrebe i produžavanje životnog veka objekta. Veoma važna specifičnost informativnog sistema o putevima proističe iz vrste i obima podataka koji se moraju redovno prikupljati sa celokupne putne mreže. Efikasan sistem za upravljanje održavanjem i razvojem putne mreže mora da se zasniva na preciznim informacijama o elementima i trenutnom stanju putne mreže. Upravljanje mostovima podrazumeva, za svaki pojedinačni objekat, poznavanje i upravljanje čitavim nizom podataka koji čine osnovu za planiranje i praćenje održavanja (od osnovnih geometrijskih i tehničkih podataka o objektu pa sve do fotografija, projekta, praćenja stanja i oštećenja, te radova na objektu).

NAPOMENA:

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

Pri donošenju odluka o strategiji i merama održavanja, sve više se koriste sistemi upravljanja mostovima (*Bridge Management System - BMS*). Savremeni sistem upravljanja mostovima je racionalan i sistematičan prilaz organizaciji i izvršenju aktivnosti koje se odnose na planiranje, projektovanje, izvođenje, održavanje, rehabilitaciju i zamenu pojedinih delova, konstruktivnih elemenata i čitavih konstrukcija mostova na putnoj mreži jedne zemlje. Ovaj sistem sa jedne strane sadrži bazu podataka o mostovima i analitičke podatke pomoću kojih se, na osnovu prikupljenih podataka, predviđa propadanje, formira politika održavanja i određuju potrebna finansijska sredstva.

2. METODOLOGIJE ZA PREGLED I OCENU STANJA MOSTOVA

Pouzdanost konstrukcije podrazumeva njenu sigurnost, upotrebljivost i trajnost. Provera pouzdanosti odnosi se na rad konstrukcije u njenom eksploatacionom veku, odnosno u periodu u kome on ima zagarantovanu sigurnost i zadovoljavajuću upotrebljivost. Redovnim održavanjem može se znatno produžiti eksploatacioni vek mostova i sprečiti različita oštećenja i rušenja. Rehabilitacijom mostova može se povećati pouzdanost konstrukcije i produžiti vreme korišćenja.

2.1. Vrste pregleda kod nas

Pravilnik o održavanju magistralnih i regionalnih puteva Republike Srbije utvrđuje sledeće vrste pregleda:

Redovni pregled mosta je kontrolni pregled koji se obavlja najmanje jednom mesečno i ima za zadatak praćenje stanja puta na delu na kome se nalazi most, sa ciljem da se otklone štete nastale od prethodnog pregleda i obezbedi protok saobraćaja. To je osnovni pregled koji može da predstavlja osnovu za vanredni ili specijalni pregled.

Sistematski pregled se obavlja u intervalu od dve godine, ukoliko ne postoje posebni razlozi da se interval skрати ili, u izuzetnim slučajevima, produži. Sistematski pregled mosta je osnovni stručni pregled mosta, koji ima za cilj praćenje stanja mosta, tako da se mogu utvrditi vrsta, uzrok i obim šteta nastalih u vremenskom periodu proteklom od prethodnog sistematskog pregleda, koje iz nekog razloga nisu otklonjenje, kao i novonastale štete, ako je do njih došlo, te da tako osigura stabilnost mosta i obezbedi saobraćaj.

Vanredni pregled se obavlja posle vanredni događaja čiji vremenski period njegovog ponavljanja nije definisan. Status vanrednog pregleda dobijaju redovni i sistematski pregled posle vanrednih događaja koja su nanela štetu mostu ili okolini mosta.

Specijalni pregled se obavlja, kao i vanredni, po potrebi, kada se pri ostalim pregledima utvrde velika oštećenja ili se posumnja u potrebnu nosivost i funkcionalnost pojedinih elemenata mosta. Posmatra se ukupno 28 parametara koji se mogu svrstati u sledeće grupe:

- parametri konstrukcije
- parametri saobraćajnog profila
- parametri veze puta i mosta
- parametri okoline mosta
- parametri saobraćajnih karakteristika i okolnosti
- dopunski parametri

2.2. Vrste pregleda u razvijenim zemljama Evrope

Prema nemačkim normama (*DIN 1076*) posebno se ocenjuje uticaj svakog oštećenja na stabilnost konstrukcije, stabilnost za odvijanje saobraćaja, trajnost konstrukcije i stanje čitave konstrukcije. Svi prikupljeni podaci se unose u program *SIB-Bauwerke*. Delovi mosta se ocenjuju od 1.0-4.0 (Tabela 1). Prioriteti se određuju na osnovu stepena oštećenja, saobraćajnih uslova i raspoloživih finansija.

U Nemačkoj se razlikuju četiri vrste pregleda:

Glavni pregled mosta – vrši se svakih šest godina; sastoji se od detaljnog pregleda svih konstruktivnih elemenata; rezultat pregleda je ocena stanja kompletnog mosta; na osnovu stanja se utvrđuju radovi održavanja, čišćenja, potrebne popravke ili se utvrdjuje potreba za dodatnim pregledom sa preporukama za dodatne preglede.

Jednostavni pregled mosta – vrši se na svakih šest godina ali se obavlja tri godine posle glavnog pregleda; obuhvata vizuelni pregled konstruktivnih elemenata bez pristupa teško dostupnim elementima; pregledaju se i analiziraju oštećena mesta i mesta sa nedostacima uočena tokom glavnog pregleda.

Posebni pregledi mosta – izode se prema potrebi; vrše se nakon incidentnih događaja koji utiču na stanje konstrukcije; sadržaj i obim se razlikuju od slučaja do slučaja.

Pregled mosta prema posebnoj regulativi – izvodi se za pregled električne opreme i dodatne opreme mosta.

Delovi mosta koji se pregledaju: gornji stroj, donji stroj, građevina uopšte, prednapregnuti elementi, temelji, sidra, zatege, ležišta, prelazne sprave, izolacija, kolovozni zastor, hodnici, sigurnosni uređaji, ostalo.

Kategorije ocene pojedinih oštećenja za upravljanje mostovima u Nemačkoj:

0 (S,V,D) - Nama uticaja

1 (S,V,D) - Utiče na nosivost elementa ali ne i čitave konstrukcije. Uklanjanje oštećenja se sprovodi u okviru održavanja. Minimalno utiče na saobraćajnu sigurnost. Uklanjanje oštećenja se sprovodi u okviru održavanja. Utiče na trajnost ali se ne očekuje povećanje oštećenja niti posledice na druge elemente. Uklanjanje se sprovodi u okviru održavanja.

2 (S,V,D) - Utiče na nosivost elementa i u manjoj meri na nosivost građevine. Odstupanja su u dopuštenim granicama. Uklanjanje oštećenja u razumnom roku. Delimičan uticaj na saobraćajnu sigurnost ali ona postoji. Uklanjanje oštećenja i postavljanje znakova upozorenja. Utiče na trajnost elementa, a dugoročno i na trajnost čitave građevine. Uklanjanje oštećenja u razumnom roku.

3 (S,V,D) - Utiče na nosivost elemenata i čitave građevine. Odstupanja prelaze dopuštene granice. Uklanjanje oštećenja odmah. Utiče na sigurnost saobraćaja. Uklanjanje oštećenja ili postavljanje upozorenja u kratkom roku. Utiče na trajnost elemenata a skoro i na trajnost čitave građevine. Uklanjanje oštećenja u kratkom roku.

4 (S,V,D) - Nosivost više ne postoji. Trenutno ograničenje saobraćajnog prometa i započinjanje popravke i obnove. Saobraćajna sigurnost veše ne postoji. Trenutno ograničenje saobraćajnog prometa i započinjanje popravke i obnove. Trajnost više ne postoji. Trenutno popravljjanje, ograničenje saobraćajnog prometa i obnova.

S – nosivost; V – saobraćajna sigurnost; D – trajnost

S	V				
	0	1	2	3	4
4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3	3,0	3,2	3,4	3,6	4,0
2	2,1	2,2	2,3	2,7	4,0
1	1,2	1,3	2,1	2,6	4,0
0	1,0	1,1	2,0	2,5	4,0

S	V				
	0	1	2	3	4
4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3	3,1	3,3	3,5	3,6	4,0
2	2,2	2,3	2,4	2,8	4,0
1	1,5	1,7	2,2	2,7	4,0
0	1,1	1,3	2,1	2,6	4,0

S	V				
	0	1	2	3	4
4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
2	2,3	2,5	2,6	2,9	4,0
1	2,2	2,3	2,4	2,8	4,0
0	2,0	2,1	2,2	2,7	4,0

S	V				
	0	1	2	3	4
4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3	3,6	3,7	3,8	4,0	4,0
2	3,3	3,5	3,6	3,7	4,0
1	3,2	3,3	3,4	3,5	4,0
0	3,0	3,1	3,2	3,3	4,0

Slika 1. Primer matrice za proračun ukupne ocene pojedinog oštećenja na osnovu nosivosti (S), saobraćajne sigurnosti (V) i trajnosti (D) za ocenu mostova u Nemačkoj

U daljem postupku ocenjivanja, određuje se ocena nosivosti, trajnosti i saobraćajne sigurnosti na osnovu matrice (Slika 1). Ta ocena se obeležava sa Z_1 a njoj se dodaje pozitivna ili negativna vrednost ΔZ_1 , kojom se uzima u obzir raširenost opterećenja:

$U = \text{"malo"} \rightarrow \Delta Z_1 = - 0.1;$

$U = \text{"srednje"} \rightarrow \Delta Z_1 = 0.0;$

$U = \text{"veliko"} \rightarrow \Delta Z_1 = + 0.1.$

Ukupna ocena Z_{BG} za svaki pojedinačni deo konstrukcije biće maksimum odgovarajućih ocena Z_1 uz dodavanje pozitivne ili negativne vrednosti ΔZ_2 , kojom se uzima u obzir broj pojavljivanja oštećenja unutar grupe elemenata koji čine jedan deo mosta:

ΔZ_2 za donji stroj:

$n < 5 \rightarrow \Delta Z_2 = - 0.1;$

$5 \leq n \leq 15 \rightarrow \Delta Z_2 = 0.0;$

$n > 15 \rightarrow \Delta Z_2 = + 0.1.$

ΔZ_2 za gornji stroj:

$n < 3 \rightarrow \Delta Z_2 = - 0.1;$

$3 \leq n \leq 5 \rightarrow \Delta Z_2 = 0.0;$

$n > 5 \rightarrow \Delta Z_2 = + 0.1.$

Ocena stanja celog mosta Z_{ges} polazi od najviše ocene dela mosta $\max Z_{BG}$ uz dodavanje vrednosti ΔZ_3 koja uzima u obzir raširenost oštećenja na više delova mosta:

$1 - 3$ oštećenih delova $\rightarrow \Delta Z_3 = - 0.1;$

$3 - 7$ oštećenih delova $\rightarrow \Delta Z_3 = 0.0;$

> 7 oštećenih delova $\rightarrow \Delta Z_3 = + 0.1.$

3. ZNAČAJ UPRAVLJANJA MOSTOVIMA

Neposredne posledice ograničenog ulaganja u održavanje su oštećenja i zapuštenost objekta, pa je politiku održavanja potrebno suštinski menjati. Neracionalno je u održavanje ulagati sredstva tek onda kada je konstrukcija već toliko oštećena da je potrebna njena sanacija. Služba održavanja treba da dobije odgovor na pitanja šta, kada i gde raditi, da ima optimalni plan u vidu liste identifikovanih projekata sa utvrđenim prioritetima u skladu sa budžetskim ograničenjima. Odgovor na ova pitanja daje baza podataka za mostove i na osnovu nje je napravljena rejting lista mostova na mreži puteva. I u situaciji ograničenih sredstava za održavanje ona se mogu racionalno usmeriti sa jasnije iskazanim prioritetom kod pojedinih objekata. Time se mogu izbeći i ekscenčne situacije na mostovima sa svim posledicama koje one nose. Upravljanje mostovima je nezamislivo bez baze podataka koja predstavlja vredan izvor informacija, pre svega za prognozu propadanja mostova.

Procena troškova intervencija je od presudnog značaja za optimizaciju baziranu na kriterijumu minimalnih troškova. Međutim, treba istaći da troškovi složenih intervencija u lošim stanjima konstrukcije (popravke, sanacije, obnove) zavise od individualnih osobina mosta, što ih čini izuzetno složenim za procenu.

Kao što je već rečeno, sistemi za upravljanje mostovima zahtevaju dosta ulaganja kako bi se što preciznije i sa manje troškova pratilo stanje ili realizovala eventualna sanacija mosta. Jedini način za racionalna ulaganja, pogotovo za zemlje sa velikim brojem mostova, jeste jasno definisanje pregleda i politike održavanja mostova u skladu sa sredstvima iz budžeta. Mostovi kao građevinski objekti su veoma značajan deo saobraćajnog sistema svake zemlje. Svako njihovo oštećenje ili veće deformacije deluju na stepen sigurnosti odvijanja saobraćaja. Moderne tehnike održavanja mostova, upravljanja mostovima, praćenja ponašanja mostova omogućavaju uštede i osiguranje integriteta u izgradnji i održavanju mostova. Ulaganje je veliko, ali veoma korisno.

4. OCENA STANJA I PRIKAZ POSTOJEĆIH PUTNIH OBJEKATA NA DELU TERITORIJE OPŠTINE BEOČIN

Podaci o stanju svakog mosta su zbir informacija privremenog karaktera. Privremeni karakter imaju svi podaci o stanju elemenata mosta koji se posmatraju tokom eksploatacije mosta. Kako će se most "razviti" po elementima, u zavisnosti od uslova u kome se nalazi, zavisi od početne analize samog mosta.

Položaj mostova kao i njihovi inventarski podaci mogu da skladište i u sistem koji se zove Geografski informacioni sistem (GIS). GIS je sistem za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim osobinama, to je računarski sistem sposoban za integrisanje, skladištenje, uređivanje analizu i prikaz geografskih informacija.

U radu su opisani putni objekti na potoku manjeg nagiba kod kojih je mirniji hidraulički režim. Postoji 37 putnih objekata (propusta) u Beočinu različitih namena. Najviše je onih koji služe kao prilaz kućama (oznaka *KP*), zatim pešačkih (oznaka *PM*) i onih koji se nalaze na saobraćajnicama, odnosno u ulicama kroz grad (oznaka *KM*). Svaki putni objekat je analiziran. Uočena oštećenja,

njegov položaj kao i fotodokumentacija činiće bazu podataka objekta koja će dalje koristiti za praćenje njegovog stanja, planiranje sredstava za eventualnu njegovu sanaciju i određivanju prioriteta.

Nakon analize svakog putnog objekta data je opšta ocena stanja:

1. Dobro
2. Prihvatljivo
3. Nepovoljno
4. Loše
5. Nezadovoljavajuće
6. Opasno

Za putne objekte koje se vode kao *KM*, oni po kojima ima saobraćaja, ocena je data po nemačkoj metodologiji.

5. ZAKLJUČAK

Prilikom ocene stanja putnih objekata na teritoriji grada Beočina analizirano je i pregledano 37 objekata različitih namena, od kojih je najviše pešačkih i pristupnih. Za te objekte je rađena slobodna ocena na osnovu vizuelnih pregleda, i na osnovu njihovih oštećenja ili nedostataka određeno njihovo stanje (Tabela 23). Veliki broj objekata se nalazi između "Nepovoljno" i "Opasno", za svega tri se može reći da im nije potreban neki vid sanacije. Pregledi i održavanje nisu redovno rađeni što dovodi do daljeg širenja postojećih oštećenja i smanjivanja životnog veka objekta, a samim tim i potrebu za izdvajanjem većih sredstava kako bi se oni doveli na zadovoljavajući nivo. Najčešća se na ovim objektima pojavljuje korozija, odvaljuju ivice betona, mali zaštitni sloj, veliki broj prslina.

Tabela 1. Prikaz ocena putnih objekata (*KP*, *PM*)

Ocena	ID mosta	Ukupno
Dobro	07KP05	1
Prihvatljivo	05KP05 22PM05	2
Nepovoljno	01KP01 08KP08 12KP10 13KP11 25KP14 26KP15 32PM08 33PM09	8
Loše	03KP03 09KP09 17PM02 21KP13 30PM07	5
Nezadovoljavajuće	04KP04 18PM03 19PM04	3
Opasno	02KP02 06KP06 11PM01 20KP12 28PM06 36ZM01	6

Ostali objekti koji su pregledani pripadaju grupi preko koji se odvija saobraćaj (*KM*). Za 12 propusta koji pripadaju u toj grupi odrađen je vizuelni pregled po nemačkoj metodologiji na osnovu koje je data njihova ocena stanja (Tabela 24). Kao jedna od ekonomski

najrazvijenijih zemalja na svetu i zemlja sa velikim brojem mostova (oko 36.000), Nemačka je razvila veoma dobru metodologiju ocenivanja mostovskih konstrukcija na osnovu opterećenja i oštećenja. Prema njihovim normama (DIN 1076) posebno se ocenjuje uticaj svakog oštećenja na stabilnost konstrukcije, sigurnost na odvijanje saobraćaja, trajnost konstrukcije i stanje čitave konstrukcije. Jednostavni postupak ocene stanja uz pomoć kataloga oštećenja i uputstava za pregled razvijen je do najsitnijih detalja i time se osigurala objektivnost prilikom ocene. U ovoj grupi putni objekti su uglavnom "Zadovoljavajuće" ocene. Osigurana im je nosivost i saobraćajna sigurnost, gde je moguće širenje postojećih oštećenja ili pojava daljih oštećenja kao posledica postojećih, koje dugoročno vodi znatnom smanjenju nosivosti i/ili saobraćajne sigurnosti ili povećanom trošenju. Popravke su potrebne u srednjeročnom periodu kako bi se objekti održali u bezbednom stanju. Dva propusta se nalaze u "Privremeno zadovoljavajućem" stanju, gde je nosivost konstrukcije trenutno osigurana. Očekuje se širenje postojećih oštećenja ili pojava daljih oštećenja kao posledica postojećih, koje dugoročno vodi znatnom smanjenju nosivosti i/ili saobraćajne sigurnosti ili povećanom trošenju. Popravke su potrebne u što kraćem roku. Četiri objekta su u dobrom stanju kojima je u daljem periodu potrebno samo redovno održavanje, dok se nijedan ne nalazi u stanju takvom da su njegova stabilnost, sigurnost i trajnost toliko ugroženi da se popravke moraju preduzeti po hitnom postupku.

Tabela 2. Prikaz ocena putnih objekata (KM)

Ocena	ID mosta	Ukupno
Vrlo dobro 1.0 – 1.4	15KM03 16KM04 35KM11	3
Dobro 1.5 – 1.9	10KM01	1
Zadovoljavajuće 2.0 – 2.4	14KM02 24KM06 29KM08 31KM09 34KM10 37KM12	6
Privremeno zadovoljavajuće 2.5 – 2.9	23KM05 27KM07	2
Kritično 3.0 – 3.4	-	0
Nezadovoljavajuće 3.5 – 4.0	-	0

Naime, pored sigurnosti i upotrebljivosti, trajnost konstrukcija je od posebnog značaja, kao i pogodnost održavanja u toku eksploatacije. Trajnost konstrukcija se obezbeđuje kvalitetnim projektovanjem, građenjem i održavanjem. Održavanje je sistematska aktivnost na radovima popravki uz stalno praćenje stanja objekta i njegovu procenu. Klasifikacija oštećenja su podloga za procenu stanja i formiranje predloga za sanaciju.

6. LITERATURA

- [1] Matić B., Materijal sa vežbi iz predmeta "Upravljanje mostovima", Novi Sad, 2014
- [2] Radonjanin V., Malešev M., Materijal sa predavanja iz predmeta "Upravljanje mostovima", Novi Sad, 2014.
- [3] Uzelac Đ., "Savremene metode i tehnologije u upravljanju objektima", Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2013.
- [4] Koboević B., Karalić-Hromić B., "Rehabilitacija, banka podataka i upravljanje mostovima", Sarajevo, 2005.
- [5] Mašović S., Hajdin R., "Planiranje održavanja putnih mostova", Građevinski fakultet u Beogradu, 2015.
- [6] "Priručnik za pregled mostova", Javno preduzeće "Putevi Srbije", Beograd, 2009.
- [7] Puž G., Radić J., Tenžera D. "Predviđanje stanja mostova radi optimizacije održavanja", "Građevinar" 12/2013, Zagreb, 2013.
- [8] Radomir J. Folić "Održavanje i sanacija konstrukcija – pregled stanja i izveštaj o prispelim radovima", članak iz "Materijali i konstrukcije", Novi Sad, 2002.
- [9] "Richtlinien für die Erhaltung von Ingenieurbauten RI-ERH-ING" Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 RI-EBW-PRÜF, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017.
- [10] Grupa autora, "Bridge Evaluation Quality Assurance in Europe", 2008.
- [11] "Guidelines for the management of bridges", Norwegian Public Roads Administration, 1998.
- [12] Reginald W. Stratt, "Bridge Management a System Approach for Decision Making", 2010.

Kratka biografija:



Marko Dupljanin rođen je u Novom Sadu 1992. godine. Osnovne akademske studije upisuje 2011. godine a diplomski rad iz predmeta Tehnologija i organizacija građenja brani u oktobru 2016. godine i upisuje master studije – smer Putevi, železnice i aerodromi. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz predmeta Upravljanje mostovima odbranio je u februaru 2018. godine.

PROJEKTOVANJE ASFALTNIH MEŠAVINA PO EVROPSKIM STANDARDIMA DESIGN OF ASPHALT MIXTURES ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS

Đorđe Tošković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: GRAĐEVINA – Putevi, železnice i aerodromi

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je da se tri asfaltne mešavine (AC 11 sa B 50/70, AC 11 sa PmB 45/80-65 i SMA 11) projektuju u skladu sa Evropskim standardima i da im se odrede fizičko-mehaničke kao i dinamičke karakteristike.

Abstract – The aim of this paper is to design three asphalt mixtures (AC 11 with B 50/70, AC 11 with PmB 45/80-65 and SMA 11) in accordance with European standards and to determine physical - mechanical and dynamic characteristics of the mixtures.

Ključne reči: asfalt, evropski standardi, fizičko-mehaničke karakteristike, dinamičke karakteristike

1. UVOD

Do ideje za ovaj Master rad došlo se iz razloga neophodnosti prelaska u budućnosti sa domaćih standarda za ispitivanje i projektovanje asfaltnih mešavina, na evropske standarde. Cilj rada je da se tri asfaltne mešavine u potpunosti projektuju u skladu sa evropskim standardima, počevši od ispitivanja komponentalnih materijala (vezivo, kameno brašno, agregat) kao i evropskim tehničkim specifikacijama za datu asfaltanu mešavinu. Korišćeni komponentalni materijali: kameno brašno „Peščar“, pesak i drobljeni agregat „Mrčići“, vezivo bitumen rafinerije Pančevo B 50/70. Predmet ispitivanja su bile tri asfaltne mešavine (AC 11 sa B 50/70, AC 11 sa PmB 45/80-65 sa SMA 11), iz razloga njihove široke primene u praksi. Pored projektovanja, rad ima za svrhu i upoređivanje fizičko-mehaničkih i dinamičkih karakteristika predmetnih mešavina.

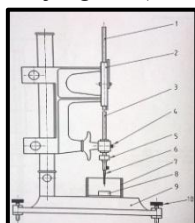
2. ISPITIVANJE KOMPONENTALNIH MATERIJALA

Ispitivanje komponentalnih materijala (vezivo, kameno brašno, agregat) rađeno je u skladu sa SRPS EN standardima.

2.1. Vezivo

Metode ispitivanja veziva:

- Određivanje penetracije iglom (SRPS EN 1426)



Slika 1. Primer penetrometra SRPS EN 1426

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio van.prof. dr Nebojša Radović.

- Određivanje tačke razmekšanja - Metoda prsten i kuglice (SRPS EN 1427)



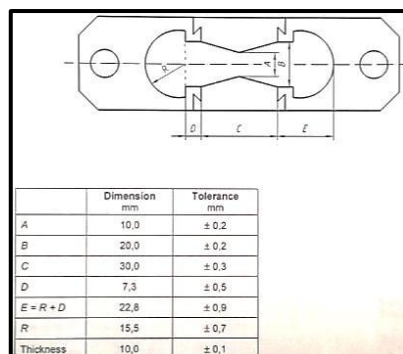
Slika 2. Ispitivanje bitumena u skladu sa SRPS EN 12594

- Merenje gustine i relativne gustine (SRPS EN 15326)
- Određivanje duktiliteta bitumena (SRPS B.H8.615)



Slika 3. Opit određivanja vrednosti duktiliteta bitumena

- Određivanje povratne elastične deformacije (SRPS EN 13398)



Slika 4. Dimenzije kalupa za elastične deformacije SRPS EN 13398

2.2. Kamenog brašna

Metode ispitivanja kamenog brašna:

- Određivanje granulometrijskog sastava kamenog brašna (SRPS B.B8.105:1984)



Slika 5. Sejanje kamenog brašna SRPS B.B8:1984

- Određivanje stvarne zapremine mase kamenog brašna (SRPS EN 1097-7)



Slika 6. Određivanje gustine kamenog brašna EN 1097-7

- Određivanje šupljina u suvosabijenom kamenom brašnu (SRPS EN 1097-4)



Slika 7. Određivanje šupljina u suvosabijenom kamenom brašnu EN 1097-4

- Bitumenski broj (SRPS EN 13179-2)

2.3. Agregat

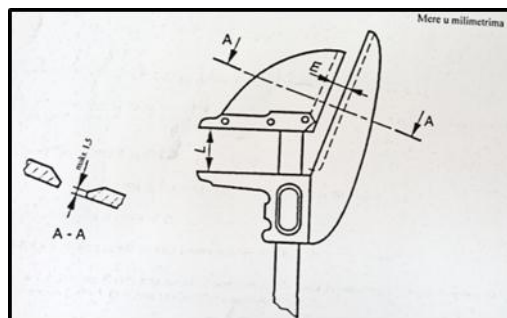
Metode ispitivanja veziva:

- Ispitivanje granulometrijskog sastava: metoda prosejavanja (SRPS EN 933-1)



Slika 8. Priprema sita i sejanje agregata

- Određivanje oblika zrna - indeks oblika (SRPS EN 933-4)



Slika 9. Kljunasto merilo za određivanje oblika zrna SRPS EN 933-4

- Ispitivanje geometrijskih svojstava agregata: ekvivalent peska (SE) (SRPS EN 933-8)



Slika 10. Određivanje ekvivalenta peska SRPS EN 933-8

- Određivanje stvarne zapremine mase (SRPS EN 1097-6)



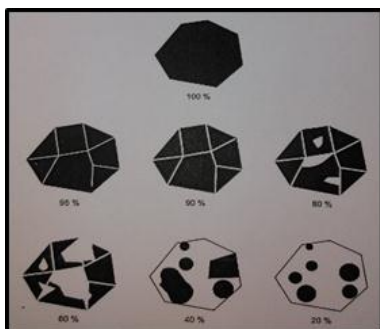
Slika 11. *Određivanje stvarne zapreminske mase agregata SRPS EN 1097-6*

- Upijanje vode agregata (SRPS EN 1097-6)



Slika 12. *Određivanje upijanja vode potapanje uzorka SRPS EN 1097-6*

- Određivanje međusobne prionljivosti agregata i bitumena (SRPS EN 12967-11)



Slika 13. *Vodič za ocenu obavijenosti agregata vezivom*

- Koeficijent tečenja agregata (SRPS EN 933-6)

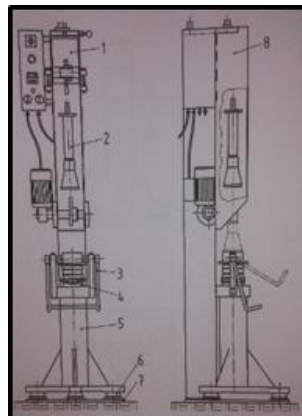


Slika 14. *Levak za određivanje koef. tečenja agregata*

3. ISPITIVANJE ASFALTNE MEŠAVINE

Metode ispitivanja asfaltne mešavine:

- Mešanje u laboratoriji (SRPS EN 12697-35)
- Priprema uzorka udarnim nabijačem (SRPS EN 12697-30)



Slika 15. *Maršalov udarni nabijač SRPS EN 12697-30*

- Priprema uzorka roler kompaktorom (SRPS EN 12697-33)



Slika 16. *Roler kompaktor SRPS EN 12697-33*

- Određivanje maksimalne zapreminske mase (SRPS EN 12697-5)
- Određivanje zapreminske mase asfaltnih uzoraka (SRPS EN 12697-6)
- Ispitivanje po Maršalu (SRPS EN 12697-34)



Slika 17. *Određivanje stabilnosti uz pomoć Maršal prese*

- ITS indirektna zatezna čvrstoća (SRPS EN 12697-23)



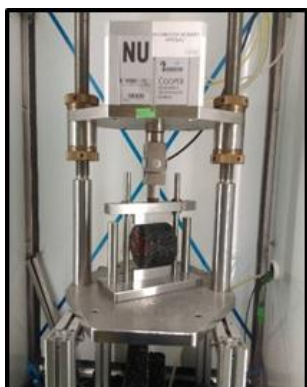
Slika 18. *Određivanje indirektnu zatezne čvrstoće SRPS EN 12697-23*

- Dreniranje veziva (Schellenberg metoda) (SRPS EN 12697-18)
- Osetljivost na vodu (SRPS EN 12697-12)
- Ispitivanje na osnovu kolotruga točka (SRPS EN 12697-22)
- Krutost (SRPS EN 12697-26)



Slika 19. *NAT (Nothingam asphalt tester) određivanje modula krutosti ITSM*

- Ispitivanje pri cikličnom pritisku (otpornost na trajne def.) (SRPS EN 12697-25)
- Otpornost na zamor (SRPS EN 12697-24)



Slika 20. *Opit zamora asfaltnu mešavine*

Sva ispitivanja su vršena na cilindričnim asfaltnim uzorcima Ø100 i pločama dimenzija 320x260x50 mm u skladu sa Evropskim standardima.

3. ZAKLJUČAK

Nakon ispitivanja komponentalnih materijala u skladu evropski standardima, pristupilo se projektovanju asfaltnu gde su uslovi za kvalitet koje asfaltnu mešavina mora da ispuni preuzeti iz evropskih specifikacija. Sva ispitivanja su vršena u skladu sa evropskim standardima i na opremi koja je redovno etalonirana i proveravana. Nakon obavljenih ispitivanja, doneti su zaključci u vezi sa fizičko-mehaničkim i dinamičkim karakteristikama tri predmetne asfaltnu mešavine. Asfaltnu mešavine AC 11 sa vezivom B 50/70 i PmB 45/80-65 poseduju istu optimalnu količinu veziva (5,6 %), pri sadržaju šupljina u asfaltnom uzorku od 5,0%, dok asfaltnu mešavina SMA 11 zbog svoje diskontinualne granulometrijske krive, poseduje optimalnu količinu od 5,8 % veziva PmB 45/80-65.

U pogledu dinamičkih karakteristika, najbolje karakteristike je ostvarila asfaltnu mešavina SMA 11, usled svoje veće količine veziva, poseduje najveću otpornost na zamor, otpornost na pojavu kolotruga kao i osetljivost na dejstvo vode. AC 11 sa vezivom B 50/70, poseduje najveću vrednost dinamičkog modula krutosti E^* , dok ima najmanju otpornost na zamor. Sa dobijenim rezultatima dinamičkih ispitivanja, napravljene se određene korelacije između rezultata ispitivanja. Napravljena je zavisnost između dubine kolotruga i opita trajne deformacije uz sprečene bočne deformacije kao i razlika u veličini deformacija uzorka pri različitim temperaturama (40 i 50 °C). Nakon obavljenih ispitivanja asfaltnih mešavina, zaključak je da se asfaltnu mešavina SMA 11 ima najbolje fizičko-mehaničke i dinamičke karakteristike, sa kojima dolazi i cena.

4. LITERATURA

- [1] Evropski standardi (EN)
- [2] Tehnički uslovi Rep. Srbije Puteva Srbije
- [3] QCP NIEVELT-CPL (Quality control plan for laboratory testing for materials and structures, joint Venture - CPL)

Kratka biografija:



Đorđe Tošković rođen je u Kraljevu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevina – Putevi, železnice i aerodromi odbranio je 2018.god.

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA MINI HIDRO ELEKTRANA I TEHNO EKONOMSKE ANALIZE IZGRADNJE**BUILDING TECHNOLOGY OF MINI HYDRO ELECTRIC POWER PLANTS AND TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF CONSTRUCTION**

Miloš Rašević, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA

Kratak sadržaj – U ovom radu se govori o tehnologiji građenja mini hidro elektrana, odnosno o tehnno-ekonomskoj analizi izgradnje ovih objekata, sa predlozima i odabirima konkretnih rješenja.

Abstract: This paper deals with the technology of building of mini hydro power plants, regarding the techno-economic analysis of the construction of these facilities, and proposes concrete choices for solutions.

Ključne reči: Mini hidro elektrana, tehnologija gradnje, tehnno-ekonomska analiza..

1. UVOD

Hidroelektrana je postrojenje u kojem se potencijalna energija vode najprije pretvara u kinetičku energiju njezinog strujanja, a potom u mehaničku energiju okretanja turbine te, konačno u električnu energiju u električnom generatoru.

Hidroelektranu u širem smislu čine i sve građevine i postrojenja, koje služe za prikupljanje (akumulaciju), dovodenje i odvođenje vode (brana, zahvati, dovodni i odvodni kanali, cjevovodi itd.), pretvaranje energije (vodene turbine, generatori), transformaciju i razvod električne energije (rasklopna postrojenja, dalekovodi) te za smještaj i upravljanje cijelim sistemom.

Male hidroelektrane daju najveći doprinos u proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora energije i na evropskom i na svjetskom nivou. Na svjetskom nivou procjenjuje se da je instalisani kapacitet 1992. godine bio 47.000 MW dok se ukupni potencijal procjenjuje na kapacitet od 180.000 MW, a u Evropi se procjenjuje da instalisani kapacitet iznosi 9.500 MW te je do 2010. godine cilj bio udvostručiti kapacitet.

Danas se na ovim prostorima počelo insistirati na energetskej efektivnosti te se podstiču projekti za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije. Tako je do sada u registru obnovljivih izvora energije koji vode Ministarstva energetike projekat izgradnje malih hidroelektrana na vodotocima u okruženju bio dosta interesantan i na koji su se javili mnogi zainteresovani.

NAPOMENA:

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

2. TEHNOLOGIJA GRADNJE ODREĐENE MINI HIDROELEKTRANE

Za konkretizaciju i primjer dat je najprije slučaj MHE Jabušnica, onda i Hrčavka 1, 2, i 3.

Za sagledavanje tehnologije i same opravdanosti izgradnje neophodno je imati pred sobom:

- Presjek sistema, poznavanje hidrologije, slivno područje, prosječan višegodišnji proticaj, potencijalne pregrade, zahvat, visinu pregrade i širinu krune pregrade, tip prelivnog polja, temeljni ispušt, način evakuacije velikih voda, kotu normalnog nivoa, kotu nivelete dovodnog cjevovoda, dužinu istog i dijаметar.

2.1. Model za određivanje i alternative za projektovanja

Za svaki od slučajeva izgradnje određene MHE sagledavana je i analizirana sledeće problematika:

- Generalna struktura proračuna
- Dynamic unit cost (DUC)
- Faktori koji utiču na tehnnoekonomsku analizu:
 - o Neto pad (Hn)
 - o Hidrologija
 - o Efikasnost
 - o Tip i broj turbina

Na osnovu gore navedenog izvlačeni su određeni zaključci za MHE Jabušnica, a potom Hrčavka 1, 2, i 3. koji su na kraju sublimirani.

3. RAČUNARSKI ALATI ZA IZRADU TEHNO-EKONOMSKE ANALIZE

Sve prethodne analize podrazumevaju i mogućnosti sagledavanja ove problematike kroz neke simulacione modele koji se primenjuju uz korišćenje računara.

Danas se u svrhu izrade tehnno-ekonomskih analiza sve više upotrebljavaju računarski alati razvijeni kako bi inženjerima olakšali posao. Ti alati se oslanjaju na bazu podataka koja se formira prema glavnim varijablama potrebnim za izračunavanje osnovnih parametara za dimenzionisanje male hidroelektrane kao što su protok i geodetski pad. Na tržištu postoji više programskih alata koji su razvijeni kako bi se što tačnije i brže radile preliminarne analize projekata izgradnje male hidroelektrane. To je naročito važno zbog velikog broja potencijalnih lokacija pogodnih za izgradnju postrojenja, jer se na taj način brže i tačnije eliminiraju neisplative lokacije a lakše i brže se izrađuje projektna dokumentacija

potrebna za izgradnju male hidroelektrane. Neki od softvera za izradu tehno-ekonomske analize su:

- Vapidro-Aste i
- Smart Mini-Idro.

Oba programa su predstavljena u sklopu projekta S.M.A.R.T., "Strategies to promote small scale hydro electricity production in Europe". Strategije za podsticanje proizvodnje električne energije u malim hidro postrojenjima u Evropi čiji partner je i Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Naime, elementi koji su sagledavani u okviru ove analize koristili su navedeni predmetni projekat I rezultate koji su proistekli iz toga. On predstavlja jedan od načina kako izanalizirati ovu problematiku u kancelarijskom okruženju i podršku IT tehnike, a omogućiti projektantima optimizaciju određenog rješenja. SMART projekat [Strategije za podsticanje proizvodnje električne energije u malim hidro postrojenjima u Evropi] je financiran u sklopu programa Inteligentna energija za Evropu [Ugovor broj: EIE-07-064]. Koordinator projekta je bila Provincija Cremona iz Italije, a ostali partneri su: CESI RICERCA SPA [sada ERSE] iz Italije, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu i Karlovačka županija iz Hrvatske, Norveški fakultet znanja i tehnologije iz Trondheima, Regionalni sekretariat Attice iz Grčke i Energetska agencija Waldviertel iz Austrije. Trajanje projekta je bilo 36 mjeseci. SMART projekt identifikuje najvažnije barijere većoj izgradnji malih hidroelektrana [mHE] u Evropi:

- Nedostatak razvijenih metodologija i alata za određivanje hidropotencijala nekog područja
- Složenost pravno-administrativnih procesa i postupaka za dobivanje potrebnih koncesija
- Ekonomsko-financijska neatraktivnost za privatne investitore

Glavni cilj projekta je bio da da jasan doprinos u otklanjanju tih netehničkih prepreka koje se javljaju pri izgradnji mHE, kao koristan alat za lokalne, regionalne, nacionalne i evropske donositelje odluka, sve u cilju ekspanzije primjene mHE u Evropi. U sklopu projekta su definisane metodologije, alati i date preporuke za unapređenje upravljanja vodnim resursima, za bolju komunikaciju između svih zainteresovanih strana, te povećanje interesa potencijalnih investitora za investiranje u izgradnju mHE. Nadalje, u zemljama partnerima je odabrano pet reprezentativnih područja kao demonstracijskih za određivanje strateških aktivnosti i prenos znanja. Dalje aktivnosti projekta obuhvaćaju izradu alata, internetskih stranica, brošura i publikacija, te organizaciju sastanaka i radionica. Ciljne grupe su predstavnici lokalnih, regionalnih i državnih vlasti koji donose odluke.

I jedan i drugi alat su bazirani na korištenju podataka u GIS formatu i alat su za procjenu hidroenergetskog potencijala vodotoka. U mogućnosti su da izračunaju područja riječnog sliva koja su zanimljiva za proučavanje hidropotencijala koristeći GIS karte iz vlastite baze podataka. GIS karte predstavljaju savremeni pristup u određivanju hidropotencijala, jer koriste topografiju satelitskih snimaka područja. U bazi podataka programa su trodimenzionalne satelitske karte područja tako da je za određenu mikrolokaciju moguće odrediti tačan geodetski pad na mikrolokaciji. Program također koristi i bazu podataka o

srednjim dnevnim protocima vodotoka tako da je korištenjem ovog alata moguće na vrlo jednostavan način dobiti podatke o krivoj trajanja protoka i geodetskom padu, a zatim program vrlo jednostavno i brzo generira podatke i određuje hidropotencijal na odabranoj mikrolokaciji, proračunava instaliranu snagu turbine te godišnju proizvodnju električne energije. Alat vodi korisnika kroz program kako bi izradio najbolju moguću hidroenergetsku konfiguraciju. Dovoljno je da korisnik odabere gornju i donju tačku na karti i program će za zadane tačke odrediti geodetski pad između tačaka. Rezultate je moguće prikazati u microsoft excelu.

Program takođe ima mogućnost optimizacije rješenja. Na osnovu baze podataka programa, od nekoliko potencijalnih lokacija program odabire najbolju.

4. ZAKLJUČCI

Sagledavajući sve prethodno analizirano i napisano može se svesti na slijedeće.

Izrada tehno-ekonomske analize za male hidroelektrane zahtijeva detaljnu analizu makro i mikro lokacije, hidrološka ispitivanja i mjerenja protoka vodotoka. Za početak ispitivanja potrebno je odabrati mikrolokaciju na kojoj će se izvoditi ispitivanja hidropotencijala. Protok vode i geodetski pad na mikrolokaciji su najvažniji parametri po kojima se može predvidjeti iskorištenje hidropotencijala mikrolokacije te se na osnovu ta dva parametara temelji početno ispitivanje lokacije. Budući da se podaci o protoku moraju uzeti za višegodišnji period u sklopu izrade tehno-ekonomske analize koriste se podaci hidrometeoroloških zavoda koji su jedini mjerodavani u izdavanje podataka o višegodišnjim protocima pojedinih rijeka na kojima imaju svoje mjerne stanice.

Nakon prikupljanja podataka o protoku izrađuje se kriva trajanja protoka na odabranoj mikrolokaciji, tako što se uzimaju podaci za period od minimalno 10 godina te izračunavaju srednje vrijednosti godišnjih protoka, te se na kraju te iste srednje vrijednosti koriste za izradu krive trajanja protoka.

Nakon izrade krive trajanja protoka potrebno je izvršiti mjerenja geodetskog pada vodotoka na mikrolokaciji kako bi se izračunala visinska razlika vodotoka od ulaza u zahvatni kanal budućeg postrojenja do njegovog izlaska iz odvodnog kanala. Naravno, što je veći protok vode kroz turbinu male hidroelektrane i što je veća visinska razlika od ulaza do izlaza, to će biti i veće iskorištenje hidropotencijala mikrolokacije, odnosno veća snaga postrojenja.

Nakon odabira mikrolokacije i izrade krive trajanja protoka potrebno je odabrati i vrstu postrojenja zavisno o konfiguraciji mikrolokacije u svrhu maksimalnog iskorištenja hidropotencijala. Nakon toga definišu se hidromehaničke građevine potrebne za postrojenje. Važnije hidromehaničke građevine su: brana (ukoliko ista već ne postoji na mikrolokaciji), gornji vodozahvatni kanal sa zapornicom i grubom rešetkom, mašinski dio sa turbinom i generatorom, te donji derivacioni kanal. Zatim se na temelju proračuna o srednjem protoku i geodetskom padu odabere tip turbine za postrojenje.

Nakon što smo odabrali tip turbine potrebno je za istu odrediti i tip generatora, te definisati priključak postrojenja na mrežu.

Temeljem odabranih parametara i izabranog turbinskog agregata, mogu se na poziciji definisati hidroenergetski parametri na temelju izračunavanja očekivanih energetske učinaka. Na kraju se izrađuje procjena troškova izgradnje i ocjena isplativosti projekta. Na temelju rečenog se definišu osnovni elementi tehnoko- ekonomске analize, a to su u krajnjoj liniji:

- Odabir pozicije za malu hidroelektranu
- Hidroenergetski i prostorni parametri pozicije
- Kriva trajanja protoka
- Geodetski pad pozicije
- Odabir vrste postrojenja
- Hidromehaničke građevine
- Odabir tipa turbine i generatora te priključka na mrežu
- Proračun očekivanih energetske učinaka
- Procjena troškova izgradnje
- Ocjena isplativosti projekta

Za MHE Jabušnica se cijena pregrade i opreme na njoj određuje na bazi preliminarnog tehničkog rješenja i predračuna osnovnih pozicija radova za odabrani instalirani protok. Cijena cjevovoda je određena na bazi preliminarnog tehničkog rješenja i predračuna osnovnih pozicija radova, uz napomenu da vrijednost ovog elementa sistema je od presudnog uticaja na optimizaciju i izbor za konkretnu MHE budući se da radi o dugoročnim i skupom objektu. Cijena strojeva je određena u zavisnosti od instalisanog protoka (mali utjecaj na optimizaciju i izbor). Cijena mašinske i elektro opreme se preuzima od proizvođača ovog dijela sistema pri čemu je uočljivo da cijena ne utiče proporcionalno sa instalisanošću. Vrijednost pristupnih puteva se određuje na osnovu detaljnih tehničkih sagledavanja i predmjera i predračuna za MHE sa rezervom od 10% na ime nepredviđenih troškova. Može se zaključiti i to da su troškovi dosta veliki za bilo koju veličinu MHE, no s obzirom na topografiju i postojeće uslove nekada je određeno rješenje, jedino izvodljivo rješenje pa se u tom segmentu optimizacijom ne može mnogo šta uraditi.

Vrijednost ostalih troškova (troškovi istražnih radova, projektantski radovi, nadzor, vođenje investitorskih poslova i sl.) je procenjena na 10 % zbira prethodnih stavki. Prosječno godišnje ulaganje predstavlja odnos ukupne investicije i broja godina korišćenja postrojenja (usvoja se najčešće 30 godina).

„Profitom“ na godišnjem nivou smatra se razlika novčane vrijednosti godišnje proizvodnje i prosečne godišnje investicije. Specifična investicija u €/kW predstavlja odnos ukupne investicije i instalisane snage postrojenja. Zbog veličine odnosa H/Q i Bruto pada se došlo do zaključka da je potrebno koristi 3 Francis turbine za MHE Jabušnica. Uzevši u obzir krivu trajanja ovaj tip turbine se ne može koristiti i za protok manji od 40-50% od nominalnog.

Zbog toga se koristi rješenje sa 3 agregata. Zaključak iz svake, pa i prethodne optimizacije je da ponderisani prosjek DUC ispod 7.5c€/kWh ne može da se postigne sa dizajnom planiranim za konkretnu situaciju i MHE

Jabušnica. U produžetku je prikazan pregled koji pokazuje tehničke i ekonomske karakteristike dizajna dobijaju sledeće vrednosti respektivno.

Ekonomske parametri						
Godišnja Proizvodnja	GWh	10,011	10,384	10,623	10,778	10,884
Ukupne investicije bez PDV	k€	6.501	6.733	6.901	7.158	7.493
Dynamic unit cost (DUC)	€/kWh	0,072518	0,069911	0,066702	0,067357	0,068337
IRR	%	6,37%	6,78%	7,32%	7,21%	7,04%
NPV	k€	-638	-382	-40	-112	-218

Za Hrčavku 1 se može istaći da je cijena pregrade i opreme na njoj određena na bazi preliminarnog tehničkog rješenja i predračuna osnovnih pozicija radova za odabrani instalirani protok. Cijena cjevovoda je određena na bazi preliminarnog tehničkog rješenja i predračuna osnovnih pozicija radova, uz napomenu da je vrijednost ovog elementa sistema od presudnog uticaja na optimizaciju i izbor za konkretnu MHE budući se da radi ponovo o dugoročnom i skupom objektu. Cijena strojeva se određuje u zavisnosti od instalisanog protoka (mali utjecaj na optimizaciju i izbor). Cijena mašinske i elektro opreme ponovo je preuzeta od proizvođača ovog dijela sistema pri čemu je uočljivo da cijena ne utiče proporcionalno sa instalisanošću.

Vrijednost pristupnih puteva je određena na osnovu detaljnih tehničkih sagledavanja i predmjera i predračuna za MHE sa rezervom od 10% na ime nepredviđenih troškova. Može se zaključiti da su troškovi dosta veliki i za ovakvu veličinu MHE, no s obzirom na topografiju i postojeće uslove to je približno najoptimalnije i jedino izvodljivo rješenje pa se i u tom segment optimizacijom ne može mnogo šta uraditi.

Vrijednost ostalih troškova (troškovi istražnih radova, projektantski radovi, nadzor, vođenje investitorskih poslova i sl.) je procenjena na 10 % zbira prethodnih stavki. Prosječno godišnje ulaganje predstavlja odnos ukupne investicije i broja godina korišćenja postrojenja (usvojeno je 22 godine).

„Profitom“ na godišnjem nivou smatra se razlika novčane vrijednosti godišnje proizvodnje i prosečne godišnje investicije. Zaključak iz ove optimizacije je da ponderisani prosjek DUC ispod 7.5 c€/kWh ne može da se postigne sa dizajnom planiranim za MHE Hrčavka 1.

U produžetku je prikazan pregled koji pokazuje tehničke i ekonomske karakteristike dizajna dobijaju sledeće vrednosti respektivno.

Ekonomske parametri						
Godišnja Proizvodnja	GWh	1,1234	1,3972	1,6000	1,6400	1,7000
Ukupne investicije	k€	1.581	1.653	1.751	1.845	1.960
Dynamic unit cost (DUC)	€/kWh	0,1734	0,1449	0,1324	0,1359	0,1383
IRR	%	-4,02%	-1,49%	-0,21%	-0,48%	-0,63%
NPV	k€	-1.005	-887	-834	-908	-978

Za Hrčavku 2 faktori koji imaju utjecaj na proizvodnju kao i kod prethodna dva slučaja jesu:hidraulički proračun gubitaka u tunelu i cjevovodu, sa elementima:

- Dužina cjevovoda Lc (m)
- Unutarnji prečnik cjevovoda Dc (m)
- Kota gornje vode 933,60 mm
- Kota donje vode 589,30 mm

Za instalirani protok elektrane i uslova izvođenja bira se optimalna vrijednost prečnika cjevovoda. Prečnik cjevovoda bira se sa uslovom da brzina strujanja vode u njemu ne pređe 5 m/s. Zaključak iz prethodne optimizacije je da ponderisani prosjek DUC ispod 6.6 c€/kWh može da se postigne sa dizajnom planiranim za MHE Hrčavka 2. U produžetku je prikazan pregled koji pokazuje tehničke i ekonomske karakteristike dizajna dobijaju sledeće vrednosti respektivno. Optimizacijata potisnog (dovodnog) cevovoda se sastoji u određivanju optimalnog dijametra cevovodota u zavisnosti od dužine cevovoda, bruto pada i instaliranog protoka.

Uobičajeno je da se optimizacija vrši u dva koraka:

- U prvom koraku se određuje optimalni dijametar cevovoda koji je podeljen na više deonica. Podela cevovoda po deonicama se vrši na mestima prelamanja cevovoda.
- U drugom koraku, za usvojeni optimalni dijametar, vrši se optimizacija debljine zida cevi (optimalni izbor nazivnog pritiska) po dužini cevovoda u zavisnosti od pritiska u svim radnim režimima.

Zbog veličine odnosa H/Q i Bruto pada došao je do zaključka da je potrebno koristi 2 horizontalne Francis turbine za MHE Hrčavka 3. Uzevši u obzir krivu trajanja ovaj tip turbine se ne može koristiti i za protok manji od 40-50% od nominalnog. Zbog toga se koristi rešenje sa 2 agregata. Zaključak iz prethodne optimizacije je da ponderisani prosjek DUC ispod 7.5 c€/kWh može da se postigne sa dizajnom planiranim za MHE Hrčavka 3. U produžetku je prikazan pregled koji pokazuje tehničke i ekonomske karakteristike dizajna dobijaju sledeće vrednosti respektivno.

Rezultati od proračuna jakosti i investicionih ulaganja za dovodni cevovod, kao i rezultati od proračuna zaguba u cevovodu (sa 10% uključenim zagubama) dati su u prilogu.

Proračunati osnovni tehno-ekonomski parametri za MHEC Hrčavka 3, potrebni za optimizaciju dovodnog cevovoda, dati su u tabeli 28. Pri proračunu godišnjeg dobitka od prodate električne energije, usvojena je cena električne energije od 7,5 €cents/kWh.

Ekonomski parametri						
Godišnja Proizvodnja	GWh	4,4505	4,0599	4,8000	5,0890	5,1240
Ukupne investicije	k€	2,989	3,075	3,239	3,314	3,360
Dynamic unit cost (DUC)	€/kWh	0,0668	0,0752	0,0647	0,0725	0,0795
IRR	%	9,17%	7,63%	9,60%	8,08%	6,93%
NPV	k€	469	76	611	204	-109

5. LITERATURA

Projekti

- [1] Glavni projekat MHE Jabušnica 1, Akcinarsko društvo Projekat Banja Luka
- [2] Glavni projekat MHE Hrčavka 1 (S-H-2), Akcinarsko društvo Projekat Banja Luka
- [3] Glavni projekat MHE Hrčavka 1 (S-H-1), Akcinarsko društvo Projekat Banja Luka
- [4] Glavni projekat MHE Hrčavka 1 (S-H-3), Akcinarsko društvo Projekat Banja Luka
- [5] Priručnik za korištenje malih hidroelektrana, Bijeljina 2016.
- [6] Obnovljivi izvori energije u Srbiji, Nataša Đereg, Subotica 2008.
- [7] Male hidroelektrane, Sveučilište Josip Juraj Štrossmayer Osijek 2011.
- [8] Male hidroelektrane, Energetski institut Hrvoje Požar Zagreb, 2000.

Sajtovi koji su korišteni:

- [9] https://hr.wikipedia.org/wiki/Male_hidroelektrane
- [10] www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/6-hidroelektrane.pdf
- [11] oie.mingo.hr/UserDocsImages/Male%20HE%20prezentacija.pdf
- [12] www.ers.ba
- [13] <https://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena.../754-male-hidroelektrane-u-bih.html>
- [14] <https://www.energetskiportal.rs/obnovljivi-izvori.../energija-vode/>

Kratka biografija:

Miloš Rašević je rođen 07. Jula 1989. god u Sarajevu. Od 1996. god živi u Bijeljini. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na temu Tehnologije gradjenja mini hidroelektrana i tehnno ekonomske analize odbranio je u januaru 2018. god.

MODEL STRATEŠKOG IZBORA GRAĐEVINSKIH MAŠINA NA IZVOĐENJU RADOVA REHABILITACIJE I REKONSTRUKCIJE KOLOVOZA**MODEL FOR STRATEGIC CHOICE OF CONSTRUCTION EQUIPMENT FOR PAVEMENT RECONSTRUCTION AND REHABILITATION WORKS**

Bojan Klač, Nebojša Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Primenom AHP (Analytic Hierarchy Process) metode sprovodi se strateški model izbora i primene građevinskih mašina na radovima rehabilitacije i rekonstrukcije putne mreže na području putne mreže ad „Vojvodinaput - Zrenjanin“ u dugogodišnjem periodu. Istraživanje pokazuje ostvarene koristi sa aspekta ulaganja u nabavku/iznajmljivanje i optimalnu primenu novih tehnologija i građevinskih mašina u odnosu na postojeće stanje i praksu u izvođenju radova.*

Abstract – *By using AHP (Analytic Hierarchy Process) method we are conducting a strategic model of selection and appliance of construction machinery in rehabilitation and reconstruction of the road network in the area of AD „Vojvodinaput - Zrenjanin“ road network in the long-term. Research shows the benefits achieved in terms of investment in the purchase/rental and optimal use of new technologies and construction machinery in relation to the existing state and practice.*

Ključne reči: *AHP metoda, izbor građevinskih mašina, rehabilitacija i rekonstrukcija, Vojvodinaput - Zrenjanin*

1. UVOD

S obzirom na aktuelne potrebe rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza na putnoj mreži Rep. Srbije i pojavu novih tehnologija u pogledu rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza a samim tim i novih građevinskih mašina za izvođenje istih radova, istraživanje treba da formira predlog strateškog izbora i primenu građevinskih mašina na izvođenju radova rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza na području pune mreže a.d. „Vojvodinaput- Zrenjanin“ u dugogodišnjem periodu.

Kao polazne pretpostavke korišćene su:

- Predložene tehnološke varijante na izvođenju radova rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoznih konstrukcija odedene u funkciji definisanog dugoročnog programa radova J.P. „Putevi Srbije“
- predložene tehnološke varijante su u zavisnosti od karakteristika stanja puteva I i II reda na području AD „VOJVODINAPUT – ZRENJANIN“
- pri određivanju tehnoloških varijanti ceniće se analize dosadašnjih iskustava na radovima rehabilitacije/ rekonstrukcije kolovoznih konstrukcija kod nas i u svetu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio van. prof. dr Nebojša Radović.

- analiza postojećeg i svetski priznatog modela HDM-4 za optimalno upravljanje održavanjem kolovoza, uz kalibraciju modela za primenu u našim uslovima, kao i primena za strateško odlučivanje uz pomoć AHP metode.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE PREDUZEĆA AD „VOJVODINAPUT-ZRENJANIN“

Uprava preduzeća je u Zrenjaninu, a za poslove na redovnom i zimskom održavanju državnih puteva prvog i drugog reda preduzeće ima šest punktova: punkt Zrenjanin, punkt Kikinda, punkt Novi Kneževac, punkt Perlez i podpunkt Banatski Dvor. Od građevinske i transportne mehanizacije AD „Vojvodinaput – Zrenjanin“ poseduje:

- 50 građevinskih mašina (valjak, rovokopač, grejder itd)
- 63 transportnih sredstava za prevoz materijala (kamioni, kiperi, prikolice, cisterne itd.)
- 39 transportnih sredstava za prevoz radnika (autobus, kombibus, putnička kola)
- 66 manjih mašina (kosačica, vibro-ploča, kompresor, pneumatski čekić, kern mašina, motorna testera)
- 54 jedinica građevinska oprema (snežni plug, posipač, kontejner itd.)
- 1 asfaltnu bazu
- 1 betonsku bazu

Prikazan je broj postojećih radnika AD „Vojvodinaput – Zrenjanin“ po kvalifikacionoj strukturi, komentar postojeće građevinske i transportne mehanizacije kao i njena trenutna raspoloživost i starost.

3. KARAKTERISTIKE HDM-4 MODELA

Model HDM-4 podržava proces upravljanja putevima obezbeđujući funkcije:

Planiranja: U procesu planiranja model obezbeđuje predviđanja koja se odnose na troškove po odabranim pozicijama radova, kao i na prognozu budućeg stanja puteva, ocenjene po ključnim indikatorima stanja, pri različitim nivoima finansiranja.

Pripreme programa: Priprema programa radova predstavlja pripremu i formulisanje višegodišnjih programa radova i troškova, pod različitim budžetskim ograničenjima. Ova funkcija upravljanja putevima vrši odabir i analizira deonice koje zahvataju radove pojačanog održavanja, rekonstrukcije ili novogradnje.

Pripreme projekta: Ovo je kratkoročna etapa planiranja u kojoj se grupišu projekti za realizaciju. U ovoj fazi obavlja se temeljnije i detaljnije definisanje projekata

definiše precizan predmet i predračun radova, formiraju specifikacije radova i preciziraju ugovorne obaveze.

Izvođenja radova: Ovaj deo procesa upravljanja odnosi se na tekuće poslove organizacije rada. Odluke u vezi sa upravljanjem radovima po pravilu se donose na dnevnoj ili sedmičnoj osnovi i uključuju planiranje radova koje treba obaviti, nadzor nad radovima, opremu i materijale, evidentiranje obavljenih radova i korišćenje svih ovih informacija u poslovima nadzora i kontrole kvaliteta. Struktura ovog modela se zasniva na tri glavna područja primene što je u potpunosti usaglašeno sa upravljačkim funkcijama: analiza projekta, analiza programa, analiza strategije.

4. ANALIZA POTENCIJALNIH RADOVA NA REKONSTRUKCIJI I REHABILITACIJI KOLOVOZA NA PODRUČJU PUTNE MREŽE AD „VOJVODINAPUT – ZRENJANIN“

U ovom poglavlju se opisuje analiza potencijalnih radova na rekonstrukciji i rehabilitaciji kolovoza na području putne mreže državnih puteva I i II reda koju održava AD „Vojvodinaput – Zrenjanin“. Opisano je trenutno stanje putne mreže u Srbiji i dati su tabelarni prikazi izvršenih radova ovog preduzeća u prethodne tri godine, godišnja proizvodnja asfaltne mase i betona, eksploatacija peska, najznačajniji investitori itd.

Стање	Државни путеви I II реда Републике Србије	
Добро IRI < 3 m/km	4,920 км	40.61%
Пристојно 3 < IRI < 5 m/km	3,852 км	37.74%
Лоше 5 < IRI < 8 m/km	2,461 км	20.28%
Веома лоше IRI > 8 m/km	891	7.37%
УКУПНО:	12,136	100.00%

Izvršena je i procena planiranih radova na redovnom i zimskom održavanju putne mreže.

	Укупно	2018 год.	2019 год.	2020 год.	2021 год.	2022 год.
	km	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
Државни путеви I реда	334	456,038.5	539,949.5	572,784.3	164,173.8	164,173.8
Државни путеви II реда	332	612,335.3	540,295.9	360,197.3	120,065.8	120,065.8

5. PRIMENA AHP METODE U PROCESU IZBORA STRATEŠKIH PROMENA

U ovom poglavlju se opisuje AHP (AHP – Analytic Hierarchy Process) metoda i njena primena u procesu izbora strateških odluka. To je proces koji kao sistem za podršku u odlučivanju predstavlja metod naučne analize donošenja odluka vrednovanjem hijerarhija čije elemente čine ciljevi, kriterijumi, podkriterijumi i alternative.

AHP je višekriterijumska metoda koja se bazira na razlaganju složenog problema na više nivoa hijerarhije sa postavljenim ciljem na vrhu kao prvim nivoem. Hijerarhija se sastoji od 3 osnovna nivoa (cilj, kriterijumi, alternative) s tim što je moguće ovakvu strukturudalje dekomponovati formiranjem novih nivoa hijerarhije razlaganjem sa kriterijuma na podkriterijume čime se formiraju nivoi hijerarhije ispod nivoa kriterijuma i iznad nivoa alternativa.

Softver za podršku AHP metodi koji je najčešće u upotrebi je Expert Choice, softver koji podržava rešenje problema donošenja odluka na bazi velikog broja kriterijuma i alternativa i čija velika prednost je što se njegova upotreba može podići na veći nivo korišćenjem tehnologije ekspertnih sistema. Opisan je i izbor pravca strateškog izbora kroz cilj, alternative i postupak vrednovanja.

6. VARIJANTNA REŠENJA INVESTICIONOG PROGRAMA NABAVKE NOVE GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE

U ovom poglavlju su opisana varijantna rešenja investicionog programa nabavke nove građevinske mehanizacije koja je potrebna za realizaciju plana rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza na teritoriji koju održava preduzeće AD „Vojvodinaput – Zrenjanin“, a koji je realizovan na osnovu ekonomsko-tehničke analize sprovedene u poglavlju 4 (Analiza potencijalnog obima radova na rehabilitaciji i rekonstrukciji kolovoza), što predstavlja jedan od osnovnih uslova za sagledavanje varijantnih rešenja investicionog programa nabavke nove građevinske i opreme.

Prikazana su varijantna rešenja građevinske mehanizacije za rehabilitaciju kolovoza za hladnu reciklažu:



i klasičan postupak:



7. POSTUPAK VREDNOVANJA INVESTICIONOG PROGRAMA NABAVKE GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE

Dat je opis postupka vrednovanja investicionog programa nabavke građevinske mehanizacije kao i model strateškog izbora građevinskih mašina na izvođenju radova rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza na osnovu procenjenog obima radova u narednom periodu.

Strategija je preciziranje načina na koji će preduzeće AD „Vojvodina Put - Zrenjanin“ realizovati i unaprediti svoje ciljeve, misiju i viziju.

Kao glavni kriterijumi za izbor odgovarajućeg modela strateškog izbora građevinskih mašina na izvođenju radova na rekonstrukciji i rehabilitaciji kolovoza uzeti su:

- Nabavna cena građevinskih mašina (K1)
- Troškovi održavanja (K2)
 - troškovi osiguranja (K21)
 - Garancija (K22)
 - Potrošnja goriva (K23)
 - Troškovi servisa i rezervnih delova (K24)
- Prestiž na tržištu (K3)
- Kvalitet (K4)
 - Bezbednost (K41)
 - Učestalost otkaza rada (K42)
 - Učink (performanse) građevinske mašine (K43)
 - Dizajn (K44)
 - spoljni dizajn (K441)
 - unutrašnji dizajn (K442)
 - Lakoća upravljanja – manevrisanja (K45)

Primenom postupka vrednovanja pomoću AHP metode građevinske mehanizacije za izvođenje radova na rekonstrukciji i rehabilitaciji kolovoza, kao optimalno rešenje je definisan sledeći skup građevinskih mašina za izvođenje radova na rehabilitaciji i rekonstrukciji kolovoza:

Rekonstrukcija-reciklaža kolovoza:

- Grejder **VOLVO G726B**
- Cisterna za emulziju
- Mikser **WM 1000**
- Recikler **WR 2500**
- Pneumatski valjak **HAMM 3520**

Rehabilitacija kolovoza:

- Asfaltna baza **WIBAU**
- Kamion kiper **MAN**
- Finišer **FEGELL SUPPER 1600-1**
- Glatki valjak **HD092V**
- Grejder **VOLVO G726B**
- Pneumatski valjak **HAMM 3520**

8. ANALIZA OSETLJIVOSTI REZULTATA VREDNOVANJA VARIJANTNIH REŠENJA STRATEŠKOG IZBORA GRAĐEVINSKE MEHANIZACIJE

U ovom poglavlju je izvršena analiza osetljivosti rezultata vrednovanja pojedinačnih varijantnih rešenja nabavke građevinske mehanizacije za izvođenje radova na rekonstrukciji i rehabilitaciji kolovoza koji obuhvata sve definisane kriterijume i podkriterijume.

Za predložena optimalna rešenja za definisane kriterijume i podkriterijume analiza osetljivosti je pokazala stabilnost rezultata u slučaju nabavke sledećih građevinskih mašina:

rekonstrukcija-reciklaža kolovoza:

- Recikler **WR 2500** (zajedno sa cisternom za emulziju i mikserom)

- Pneumatski valjak **HAMM 3520**

rehabilitacija kolovoza

- Asfaltna baza **WIBAU**
- Kamion kiper **MAN**
- Finišer **FEGELL SUPER 1600-1**
- Pneumatski valjak **HAMM 3520**

Grejder **VOLVO G726** je istovetan u svim varijantnim rešenjima, te se stoga nije ni uzimao u obzir za vrednovanje, već je tretiran kao unapred odabrana građevinska mašina u oba varijantna rešenja građevinske mehanizacije. Jedini nestabilan rezultat je dobijen u slučaju nabavke glatkog valjka **HD092V** kod izbora građevinskih mašina za radove na rehabilitaciji kolovoza. Kod ove građevinske mešine neophodno je uključiti ili dodatna varijantna rešenja ili dodatne kriterijume (podkriterijume) za donošenje konačne odluke.

9. ZAKLJUČAK

S obzirom na aktuelne potrebe rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza na putnoj mreži Republike Srbije i pojavu novih tehnologija u pogledu rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza a samim tim i novih građevinskih mašina za izvođenje istih radova, istraživanje je doprinelo jednom novom pristupu donošenja strateških odluka u izboru građevinskih mašina na izvođenju radova rehabilitacije i rekonstrukcije kolovoza na području putne mreže ad „Vojvodinaput – Zrenjanin“ u dugogodišnjem periodu.

10. LITERATURA

- [1] www.putevi-srbije.rs
- [2] Andus V., Maletin M. - "metodologija projektovanja puteva", "Metodologija za projektovanje rekonstrukcije puteva"
- [3] Cvetanović A., - "Kolovozne konstrukcije", "rehabilitacija kolovoznih konstrukcija", "održavanje puteva", "predviđanje stanja putne mreže", "stanje puteva i drumskog saobraćaja u Srbiji i predlog mera za njihovo poboljšanje"

- [4] Društvo za puteve Srbije - "Uputstvo za opravku asfaltnih kolovoza", "Uputstvo za identifikaciju oštećenja na kolovoznim konstrukcijama"
- [5] Institut IMS D.D. Beograd – Studije primene HDM-III modela za potrebe upravljanja i održavanja puteva Srbije, Elaborat o prikupljanju podataka o oštećenjima površine kolovoza uz pomoć video snimaka, Finansiranje putne mreže Srbije.
- [6] Isohdm technical secretariat - Highway Development & Management HDM-4, Volume 1,2,3,4,5
- [7] Joksić Z. – "Kolovozne konstrukcije puteva, projektovanje, građenje i održavanje", "Nosivost fleksibilnih kolovoznih konstrukcija"
- [8] Mijušković V., Tubić V., Radović N., Joksimović V. - "Priority assessment of the most urgent interventions needed on arterial road network"
- [9] Prašćević Ž. "Operaciona istraživanja u građevinarstvu"
- [10] Radojković Z. – "Tehnička uputstva za primenu tehnologije toplog i hladnog recikliranja kolovoza, površinskih obrada i mikroasfalta", "Tehnička uputstva za termičko recikliranje asfaltnih slojeva kolovoznih konstrukcija", "Moguće strategije i metodologije održavanja kolovoznih konstrukcija puteva", "Definicija i klasifikacija radova i aktivnosti u održavanju i upravljanju putevima", "Sistemi upravljanja kolovozima"
- [11] Radović N., Mijušković V. Tubić V. - "Analyses of Pavement Rehabilitation Needs on the road network of the Republic of Serbia", "Analyses of Pavement Rehabilitation Needs on the main arterial road network of the Republic of Serbia"
- [12] Radović N., Uzelac Đ. - "Development of Pavement Prediction Performance Model in the Republic of Serbia"
- [13] Saobraćajni fakultet univerziteta u Beogradu i institut IMS – "Analiza karakteristika reprezentativnih tipova vozila na magistralnoj putnoj mreži Republike Srbije"
- [14] Uzelac Đ. - "Problem utvrđivanja stanja kolovoznih konstrukcija i njihovog prilagođavanja saobraćaju", "Razvoj optimalnog sistema za formiranje baze podataka o mreži puteva", "Osnove za razvoj informacionog sistema za puteve",
- [15] Radović N., Uzelac Đ. - "formiranje baze podataka o putevima", "Aktivizacija podataka o stanju kolovoza za potrebe sistema upravljanja putnom mrežom", "Analiza i prikaz stanja kolovozne konstrukcije za potrebe rekonstrukcije puta"
- [16] ISOHDM technical secretariat, the universitz of Birmingham - Highway Development & Management HDM-4, Volume 1,2,3,4,5.

Kratka biografija:

Bojan Klač rođen je u Zrenjaninu 1991. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Upravljanje putnom mrežom odbranio je 2018.godine.

Nebojša Radović rođen je u Beogradu 1962.godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2006. god., a od 2015.godine je u zvanju vanrednog profesora na Katedri za geotehniku i saobraćajnice.

UPOTREBA AGILNIH METODOLOGIJA U UPRAVLJANJU GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA**APPLICATION OF AGILE METHODOLOGIES IN CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT**

Miroslav Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je bio da se istraži da li se upravljanje projektima u građevinskoj industriji – koji su se do sad vodili na tradicionalan način – može poboljšati koristeći agilne pristupe

Abstract – The purpose of this study is to investigate whether project management within the construction industry – which so far mostly has been carried out in a traditional way – could benefit from utilising agile approaches..

Ključne reči: Upravljanje projektima, agilne metodologije, Scrum

1. UVOD

Sušтина svakog upravljanja projektom je pažljivo planirati, organizovati, motivisati i kontrolisati sredstva za postizanje željenog ishoda i ispunjavanje ciljeva projekta. [1]. Tradicionalno upravljanje projektima pruža okvir za razvoj projekta koji je jednako konstruisan da se može primeniti na gotovo bilo koju vrstu projekta. Upravljanje projektom danas se ne bavi više upravljanjem nizom koraka potrebnih za završavanje projekta na vreme. Reč je o sistemskom uključivanju glasa klijenta, stvarajući disciplinovan način za određivanje napora i rešavanje kompromisa, istovremen rad na svim aspektima projekta u višenamenskim timovima i još mnogo toga. [2]. "Mnogo toga" se može tumačiti kao nesigurnost onoga što se može dogoditi tokom životnog veka projekta. Samim tim, nesigurnost i nagle promene u projektu se moraju bolje rešavati. Zato je od velikog interesa proučiti da li postoje druge, učinkovitije metode rešavanja neizvesnosti i uključivanje glasa korisnika u građevinskoj industriji. Takvi traženi atributi su sastavni deo agilnog upravljanja projektima. Agilno upravljanje projektima je iterativni proces koji se prvo fokusira na vrednost klijenata i na prilagođavanju trenutnoj poslovnoj realnosti umesto da prati već propisani šablon. Agilni pristup je razbijanje velikih i složenih promenljivih u nekoliko delimičnih promenljivih na inkrementalni način. To je učinjeno za kako bi se došlo do povratnih informacija od klijenta, što dovodi do implementacije klijentovog mišljenja. To omogućava klijentu da utiče na razvoj projekta, kao i na kontrolu i regulaciju strukture projekta. Takođe je vrlo fleksibilan u svom interaktivnom načinu.

NAPOMENA:

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

Neke od glavnih prednosti agilnog upravljanja projektima su :

1. sposobnost stvaranja i reagovanja na promene kako bi se postigla dobit u turbulentnom globalnom poslovnom okruženju i
2. upotreba evolucijske, inkrementalne i iterativne dostave kako bi se došlo do optimalnog rešenja

Agilno upravljanje projektima je skup metodologija, kao što su Scrum, Extreme Programming (XP), Crystal Family i sl. Sve su one u početku bile dizajnirane za razvoj softverskih sistema. Ali temelj agilnog upravljanja počiva na skupu vrednosti, principa i stavova koji omogućuju primenljivost u mnogim drugim delatnostima [3]. Međutim, mora biti praktično moguće ugraditi takve pristupe u trenutnu radnu okolinu građevinskih projekata koji se dosta razlikuju od razvoja softvera.

2. PREGLED AGILNIH METODOLOGIJA

Četiri metode koje se najčešće koriste kada se govori o agilnim metodologijama su navedene u ovom delu kako bi se ilustrovali koreni agilnog upravljanja i stvaranje najčešće korištene agilne metode zvane Scrum.

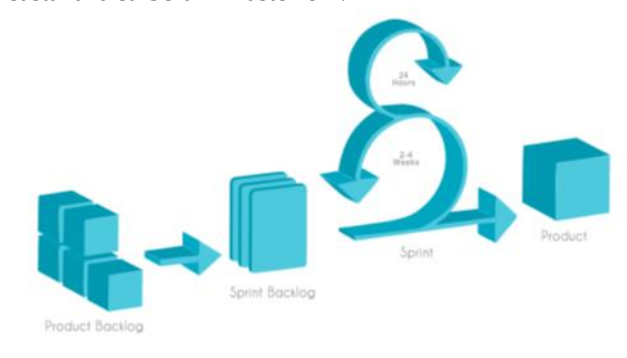
- Extreme Programming (XP)
- Feature Driven Development (FDD)
- Adaptive Software Development
- Crystal Family
- Scrum

2.1. Scrum

Scrum je najčešće korištena agilna metoda, prema anketi VerisonOne - „Agile survey“ (2016). Scrumov proces, kojeg su stvorili Ken Schwaber i Jeff Sutherland, ustanovio je potrebu za fleksibilnijim upravljanjem projektima, počevši sa IT projektima. Budući da je Scrum široko rasprostranjena agilna metoda, u nastavku će biti opisane uključene uloge, procesi i strukture sastanaka.

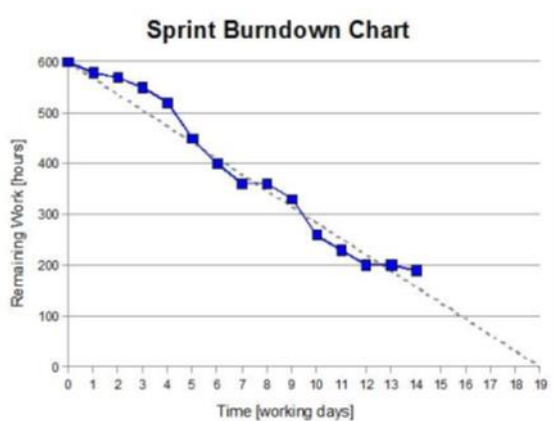
Scrum proces (prikazan na slici 1) uključuje jasno definisane uloge kao što su Scrum Master, Scrum Team (koji se sastoji od najviše 12 osoba) i vlasnika proizvoda kao i postavljanje vremenski fiksiranih zadataka pomoću Timeboxinga i kontinualni tok povratnih informacija od klijenta u kombinaciji sa neposrednim zadavanjem sledećeg zadatka. Scrum Master je odgovoran za treniranje i za pomaganje timu. Važan zadatak za Scrum Mastera je ukloniti prepreke – kao što su praktični problemi i nedostatak obuke za nove članove tima. Scrum tim trebao bi se sastojati od članova tima koji su funkcionalni i koji rade na projektu puno radno vreme.

Vlasnik proizvoda obično je menadžer funkcionalne jedinice koji zna šta treba biti izgrađeno kako bi se potpomogao razvoj projekta i kako bi tok razvoja trebao napredovati. Nakon što se sve uloge definišu i potpuno razjasne, Scrum proces može da počne. Scrumov proces prvo se pokreće sa listom željenih prioritetnih zahteva koje je izradio vlasnik proizvoda, pod nazivom „Product Backlog“ (u nastavku – „Proizvodna lista“). Proizvodna lista se pravi da bi se odrazilile potrebe ili poslovni ciljevi kupca. Za razliku od tradicionalnog projekta, ovom listom upravlja vlasnik proizvoda, koji je takođe i njen vlasnik. Proizvodna lista se konstruiše tokom jednog ili više sastanaka sa Scrum Master-om.



Slika 1. Scrum proces [4]

Zatim dolazi do kreiranja Sprint liste (eng. *Sprint Backlog*). Ovo je lista obaveznih stavki iz proizvodne liste koje su prevedene u aktivnosti koje bi Scrum tim trebao da izvrši. Sprint lista prikazuje aktivnosti koje treba provesti kako bi se napredovalo sa razvojem projekta. Svakom sprintu u sprint listi je dato vreme za završetak, opis zadatka i određenu osobu ili osobe kako bi uradili dati zadatak. U izradi Sprint liste, procene prioritnog rada iz proizvodne liste posebno su namenjene da budu prognoze, a ne tačna merenja. Procena uključuje kategorisanje predmeta sa proizvodne liste po veličini odnosno obimu. Na temelju ove procene, može se doneti kolektivna odluka koja određuje brzinu ili količinu napora tima kojim se može razumno rukovati tijekom jednog sprinta. Scrum se namerno fokusira na posao koji se obavlja pomoću burn-down grafika. Svaki zadatak je obično predstavljen u zavisnosti od vremena (x-osa grafikona) i trajanja posla (y-osa). Isprekidana linija predstavlja optimalni ritam izvršavanja određenih zadataka, kao i postavljanje roka za završetak zadataka.



Slika 2. Sprint burn-down grafik koji ilustruje aktivnosti u zavisnosti od vremena [4]

U većini projektata koji koriste Scrum, ali ne kod svih, svaki sprint započinje svakodnevnom Scrum sastankom. Taj sastanak, koji se karakteriše kao kratak i učinkovit (oko 15 minuta), održava se svakodnevno između Scrum mastera i Scrum tima. Na ovom sastanku svaki član tima kratko odgovara na tri pitanja:

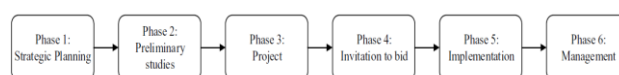
1. Šta ste radili od poslednjeg Scrum sastanka?
2. Šta planirate da radite do sledećeg Scrum sastanka?
3. Ima li nešto što vas sprečava da nastavite da radite svoj posao?

Svakodnevni Scrum sastanak nije namenjen da bude sastanak za rešavanje problema i nije osmišljen kao način prikupljanja podataka o tome ko (ili šta) se nalazi iza planiranog rasporeda. Zato je važno obaviti ga u kratko vreme. Umesto toga, svrha je pratiti napredak tima, kao i omogućiti članovima tima da prave obaveze jedni prema drugima i prema Scrumovom masteru kako bi se posao mogao nastaviti na najučinkovitiji mogući način sa što manje prepreka.

3. IMPLEMENTACIJA AGILNIH METODOLOGIJA (SCRUMA) U GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA

Scrum je implementiran u projektnoj fazi (eng. design phase) kompleksa stambeno-poslovnih objekata koji se sastoji od tri četvorostpratne višekrilne zgrade za švajcarsko tržište ukupne površine od oko 2 100 m², podeljene na jedanaest stanova i 200 m² poslovnog prostora [5]. Dizajn, inženjering i proizvodnja obavljaju se u Taljini (Estonija), a montažni drveni moduli će biti prevezeni iz Estonije u Švajcarsku.

Projekt je planiran u skladu sa švajcarskim standardom SIA 112. Taj standard uključuje šest faza za razvoj projekta koristeći tradicionalni sekvencijalni pristup prikazan na slici 3.



Slika 3. Šest faza izgradnje u skladu sa švajcarskim standardom SIA 112 [5]

Faza 1 već je završena zbog čega će se ova studija koncentrisati na implementaciju Scruma u fazi 2 i fazi 3. Prema švajcarskom standardu SIA 112, faza 2 počinje definicijom projekta, uključuje studiju opravdanosti i završava sa selekcijom najboljeg projekta u skladu s definisanim zahtevima. Za fazu 3, prvi je cilj izvršiti optimizaciju koncepta i profitabilnosti, nakon čega sledi optimizacija projekta i troškova. Na kraju Faze 3, sve bi trebalo biti spremno za primenu građevinske dozvole. Faza 4 do faze 6 su isključene iz ove studije.

Razvojni tim sastojao se od ukupno sedam osoba. Umesto vlasnika proizvoda koji inače kreira proizvodnu listu, arhitekte iz razvojnog tima i Scrum Master su bili oni koji su to obavili. U početku trajanje sprinta bilo je određeno na pet radnih dana. To je značilo da je u ponedeljak održano planiranje sprinta (eng. *Sprint Planning*), od utorka do četvrtka održan je rad i razmenjivani su podaci na dnevnoj bazi. U petak je sproveden Sprint Review i retrospektiva. Nakon četiri nedelje ustanovljeno je da nije bilo dovoljno vremena za rešavanje svih Scrum događaja i obavljanje svih potrebnih radova tokom trajanja sprinta.

Zbog toga je Scrum tim odlučio prilagoditi trajanje Sprinta na dve nedelje, što je omogućilo realniji vremenski okvir.

Rezultati implementacije Scruma su analizirani ocenjivanjem dnevnih Scrum sastanaka (eng. *Daily Scrums*), intervjuisanjem Scrum tima i sprovođenjem kritičke analize predmeta sa proizvodne liste.

Svi dnevni Scrum sastanci su dokumentovani i sistemski analizirani koristeći obrazac sa osam pitanja razvijenih za ovu studiju. Sva su pitanja ocenjena oznakama u rasponu od 1,0 (nije merljiva) do 6,0 (odlično). Pitanja koja su odgovorena na kraju svakog dnevnog Scrum sastanka, zajedno s njihovom apsolutnom težinom za konačnu procenu, sažeta su u tabeli 1.

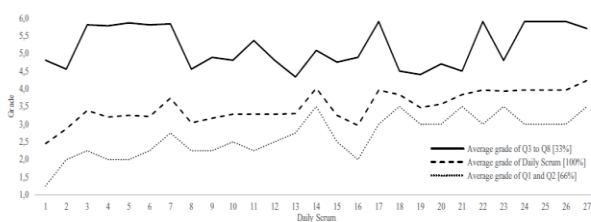
Tabela 1. Težina pitanja na dnevnom Scrum sastanku

Pitanje	Apsolutna težina
Q1 - Koliko je učesnika završilo zadatak?	33.3
Q2 - Koliko je učesnika odgovorilo na tri ključna pitanja?	33.3
Q3 - Koliko je trajao dnevni Scrum?	6.6
Q4 - Da li je dnevni Scrum sastanak bio održan na istom mestu i u isto vreme kao i uvek?	6.6
Q5 - Da li je neko bio odsutan, zakasnio ili otišao ranije?	6.6
Q6 - Koliko je učesnika govorilo duže od tri minute?	3.3
Q7 - Koliko je učesnika govorilo manje od minute?	3.3
Q8 - Koliko spoljašnjih učesnika je govorilo?	6.6

Pitanja u tabeli 1 su organizovana u tri dela: Q1, Q2 i Q3 do Q8. Težina je bila postavljena tako da odražava:

- 1) važnost stavki i njihovih povezanih zadataka,
- 2) tri osnovna pitanja dnevnog Scruma : Šta sam radio? Šta ću raditi? Koje su prepreke?
- 3) opšte informacije (Koliko dugo? Gde? Kada? Ko?)

Procena dnevnog Scruma sažeto je prikazana na slici 4. Učinak dnevnog Scruma (isprekidana linija na slici 4), predstavljen prosečnom ocenom, povećao se sa 2,5 (vrlo loše) na 4,3 (zadovoljavajuće) kroz 27 posmatranih dnevnih Scrum sastanaka.



Slika 4. Procena težine dnevnih Scrum sastanaka [5]

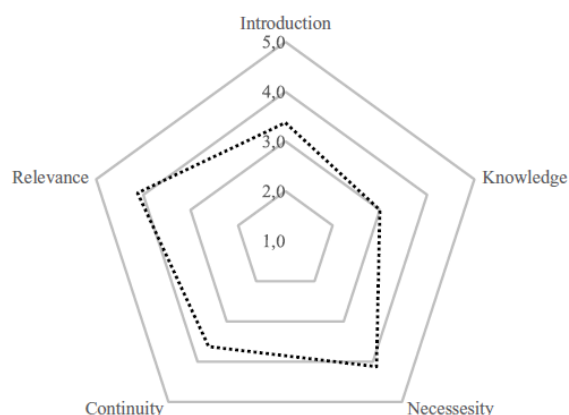
Krajem osme nedelje održan je intervju s razvojnim timom i Scrum Masterom (ukupno osam učesnika), a pitanja su ocenjena od 1,0 (najniže) do 5,0 (najviše). Glavna svrha intervjua bila je da se dobije povratna informacija od Scrum tima o njihovoj opštoj percepciji o okviru Scruma i njegovoj implementaciji. Rezultati tih intervjua pokazali su da je trajanje dnevnog Scruma odgovaralo; međutim, planiranje Sprinta i retrospektiva trajali su malo predugo, a pregled Sprinta bio je malo kratak. Osim toga, učinkovitost (npr. dodana vrednost za proces projektovanja) različitih Scrum događaja ocenjena je od učesnika intervjua. Dnevni Scrum dobio je 3.9, planiranje Sprinta and njegov pregled su dobili po 3.5 i retrospektiva Sprinta 3.0, sve u skali od 1.0 (ne dodaje nikakvu vrednost) do 5.0 (pruža veliku vrednost).

Kao što Scrumov okvir navodi ko mora prisustvovati Scrum događajima, potreba za prisustvovanjem je određena od strane razvojnog tima i Scrum Mastera. Ocene su se kretale od 4,0 (dnevni Scrum) do 4,4 (pregled Sprinta). Osim toga, različiti članovi tima su bili pitani o njihovom mišljenju o Scrumu u pogledu sledećih kriterijuma:

- Uvod: Kakav je bio vaš uvod u Scrum?
- Znanje: Koji je vaš lični nivo znanja o Scrumu?
- Neophodnost: Razumete li zašto ste koristili Scrum u ovom projektu?
- Kontinuitet: Znate li koga možete pitati ako budete imali pitanja o Scrumu?
- Relevantnost: Da li volite primenu Scruma za proces projektovanje/dizajniranja?

Slika 5 pokazuje da su uvod i znanje o Scrumu bili niski kada je projekat započeo. Vredi napomenuti da svih osam ispitanih učesnika žele nastaviti koristiti Scrum u procesu projektovanja, umesto tradicionalnog pristupa koji su koristili tokom višegodišnje prakse. Zapravo, nakon samo pet nedelja iskustva, razvojni tim bio je uveren da je Scrum učinkovitiji od prethodnih pristupa i metoda. Navedene prednosti Scruma bile su :

- veća transparentnost
- bolja komunikacija i saradnja,
- bolji protok informacija i
- brži razvoj projekata



Slika 5. Percepcija razvojnog tima i Scrum Mastera o implementaciji Scruma za različite kriterijume [5]

4. ZAKLJUČAK

Da li bi se agilni pristupi mogli primeniti u upravljanju građevinskim projektima koji obično koriste tradicionalno upravljanje projektima ?

Ukratko, da. Ovaj rad je pokazao da je upravljanje građevinskim projektima na agilan način moguće. Agilni pristupi su učinkoviti i fleksibilni radni načini izgrađeni na vrednostima koje potiču od agilnih metodologija. Primenom agilnih pristupa u građevinskim projektima omogućuje se fleksibilnije upravljanje projektima, ako se razumeju svi konstitutivni delovi onoga što rad na agilan način podrazumeva. Agilni pristupi omogućavaju da proces upravljanja projektom bude živopisan i

kontinualno ažuriran, zavisno o tome koliko je informacija otkriveno i koliko je različitih scenarija pokrenuto. Agilno upravljanje projektima pruža vođama projekata metode, alate i pristupe koji mogu da pomognu i vodi projekta i projektnom klijentu da se angažuju na učinkovitiji način, omogućavajući otvorenu komunikaciju, bolje povratne informacije i ostvarivanje zajedničkog cilja uspešnog upravljanja projektima. To podrazumeva veliko opterećenje obe strane i zato vođe projekata i članovi projektnog tima ne bi trebali biti uključeni u više od 1-2 projekta u to vreme.

5. LITERATURA

- [1] WYSOCKI, R.K. (2011) *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme* 6th Edition. Hoboken, NJ, USA: Wiley & Sons.
- [2] MAYLOR, H. (2010) *Project Management, Fourth edition*. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- [3] GUSTAVSSON, T. (2013) *Agile project management. Second edition*. Stockholm, Sweden: Sanoma Utbildning AB.
- [4] <https://www.scrumalliance.org/>
- [5] THOMAS STREULE, NINO MISERINI, OLIN BARTLOMÉ, MICHAEL KLIPPEL, BORJA GARCÍA DE SOTO (2016) *Implementation of Scrum in the Construction Industry*, Zurich, Switzerland

Kratka biografija:



Miroslav Lazić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2018.god.

ANALIZA HIDRAULIČKOG UDARA U VODOVODNIM SISTEMIMA**WATER HAMMER ANALYSIS IN WATER SUPPLY SYSTEMS**Danilo Stipić, Ljubomir Budinski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- GRAĐEVINARSTVO – HIDROTEHNIKA**

Kratak sadržaj – U radu je proučavan fenomen hidraulički udar, koji nastaje kao posledica nagle promene brzine tečenja fluida usled iznenadnog prekida rada pumpe. Upravo ovo je jedan od najčešćih problema koji mogu prouzrokovati havariju cevovodnog sistema, što je i razlog odabira ove teme. U radu je izvršena analiza nekoliko različitih primera, pri kojima postoji opasnost od nastanka prelaznih režima, u cilju uspostavljanja mera za ublažavanje ili potpuno sprečavanje štetnih efekata. Analiza je izvršena korišćenjem softverskog paketa AFT Impulse, a za svaki primer je dat i predlog mera za zaštitu.

Abstract – This master thesis studies the phenomenon known as waterhammer which is caused by a sudden change in fluid velocity due to a sudden stop of pump's functioning. The choice of the topic was led by the fact that this is one of the most common problems which can cause a disaster of a pipe system. In order to establish necessary measures for mitigation or complete prevention of harmful effect, the thesis analyzes several different examples of possible transient regime occurrences which can be dangerous. The analysis was done by using software package AFT Impulse and every example is followed by a proposal for protection measures.

Ključne reči: Hidraulički udar, prelazni režimi

1. UVOD

Tečenje vode u cevovodima je zbog stalne promene graničnih uslova uvek neustaljeno. Modelovanje cevovodne mreže ustaljenim tečenjem, predstavlja samo aproksimaciju stvarnog tečenja vode jer se promene hidrauličkih parametara odvijaju dovoljno sporo da se mogu zanemariti. Ako su te promene nagle, moraju se koristiti složeniji modeli neustaljenog strujanja. Ovakvi modeli daju realniju sliku tečenja vode u cevovodima ali zahtevaju znatno složeniji proračun i duže vreme proračuna. Veoma često se koristi i termin „prelazni režimi” jer se neustaljeno tečenje može shvatiti i kao prelaz između dva ustaljena režima.

Jedan od primera kada se mora koristiti model neustaljenog tečenja je slučaj kada dolazi do nagle promene brzine kretanja vode u cevima, što prouzrokuje naglu i značajnu promenu pritiska u cevovodu. Ova pojava se naziva hidraulički udar.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ljubomir Budinski.

Hidraulički udar najčešće nastaje kao posledica neočekivanog prestanka rada pumpi ili naglog zatvaranja zatvarača. Ova pojava prouzrokuje posledice koje mogu pričiniti značajnu štetu i prekid funkcionisanja cevovodne mreže, a kako postoji verovatnoća da će se dogoditi u toku projektnog veka cevovoda, mora se analizirati u svim vodovodnim sistemima. Ekstremne vrednosti pritisaka koji se javljaju u prelaznom režimu mogu dovesti do kvara bitnih komponenata kao što su pumpe, turbine, ventili itd., do deformacije i loma cevi, a često je ova pojava praćena i glasnim udarima [2].

Iz navedenih razloga neophodna je zaštita cevovoda od hidrauličkog udara. Osnovni princip zaštite se svodi na ograničavanje pritisaka u dozvoljenim granicama, dodavanjem određenih elemenata i objekata u sistem. U tu svrhu koriste se: vazdušni ventili, nepovratne klapne, posude pod pritiskom, vodostani itd.

Predmet rada je izrada modela za simulaciju neustaljenog režima tečenja u cevovodu, koji se javlja kao posledica naglog prestanka rada pumpi ili naglog zatvaranja zatvarača.

Zadatak rada je da se na nekoliko različitih slučajeva pokaže koje su moguće posledice prelaznih režima, kako bi se ustanovile mere za ublažavanje njihovog neželjenog efekta.

2. MATEMATIČKI MODEL HIDRAULIČKOG UDARA

Za uspostavljanje zakonitosti promene hidrauličkih parametara (protok, pritisci, brzine,...) tokom vremena i duž cevi, potrebno je ustanoviti diferencijalne jednačine koje će te zakonitosti opisivati. Da bi se one izvele i pojednostavile, uvode se određene pretpostavke [2]:

- zanemaruju se varijacije brzine po poprečnom preseku
- važi hidrostatička raspodela pritisaka u poprečnom preseku,
- fluid i materijal cevi ponašaju se kao idealno elastično telo,
- sila trenja se uzima kao kod ustaljenog tečenja,
- nema diskontinuiteta u cevi, što je preduslov za diferencijalni pristup.

Osnovne jednačine mehanike fluida su:

1. dinamička jednačina:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + g \frac{\partial \pi}{\partial x} + \frac{\lambda}{2D} v|v| = 0 \quad (1)$$

2. jednačina kontinuiteta:

$$v \frac{\partial \pi}{\partial x} + \frac{\partial \pi}{\partial t} - v \sin \alpha + \frac{a^2}{g} \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

3. NUMERIČKI MODEL HIDRAULIČKOG UDARA

Jednačine označene brojevima 1 i 2, kojima se opisuje hidraulički udar, su parcijalne diferencijalne jednačine koje nemaju analitičko rešenje. Da bi se one rešile moraju se primeniti neke od numeričkih metoda, kojima se dobijaju približna rešenja ovih jednačina. Iako su rešenja približna, zadovoljavajuće su tačnosti za potrebe rešavanja inženjerskih problema.

Najčešće primenjene numeričke metode su:

- metoda konačnih razlika,
- metoda konačnih elemenata,
- metoda graničnih elemenata i
- metoda karakteristika.

Koja će se metoda koristiti, zavisi od načina formulisanja matematičkog modela. Cilj je transformisati jednačinu u oblik koji se numeričkim putem može rešiti.

S obzirom na njihov karakter, metoda karakteristika je najpogodnija za formiranje numeričkog modela [5].

3.1. Metoda karakteristika

Da bi se diferencijalne jednačine mogle rešiti, najpre se moraju prevesti u obične diferencijalne jednačine, a zatim aproksimirati konačnim razlikama.

Kombinovanjem izraza pod brojevima 1 i 2, dobija se sistem od dva para običnih diferencijalnih jednačina:

$$\frac{d\Pi}{dt} + \frac{a}{g} \frac{dv}{dt} + \frac{\lambda av|v|}{2gD} - v \sin \alpha = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dx}{dt} = a \quad (4)$$

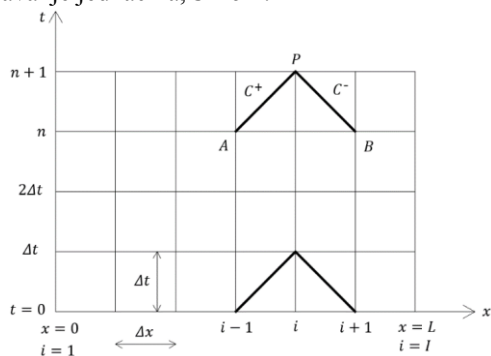
$$-\frac{d\Pi}{dt} + \frac{a}{g} \frac{dv}{dt} + \frac{\lambda av|v|}{2gD} + v \sin \alpha = 0 \quad (5)$$

$$\frac{dx}{dt} = -a \quad (6)$$

Jednačine pod brojevima 3 i 4 su izvedene pod uslovom da važe samo ako važe i jednačine pod brojevima 5 i 6, koje se mogu predstaviti u koordinatnom sistemu x-t. Pošto je brzina propagacije konstantna, linije će biti prave. Ove linije se nazivaju „karakteristike“ (pozitivna i negativna), i duž njih su jednačine pod brojevima 3 i 4 validne [5].

3.2. Konačan oblik diferencijalnih jednačina

Dužina cevi (L) se podeli na $(I - 1)$ jednakih delova, dužine Δx , a vremenski korak se određuje tako da je, $\Delta t = \Delta x/a$ [5]. Na taj način se dobija numerička mreža za rešavanje jednačina, slika 1.



Slika 1. Numerička mreža u x-t ravni

Integraljenjem izraza pod brojevima 3 i 5 i primenom diskretizacije dolazi se do jednačina kojima se računa promena protoka i Π kota u određenim presecima i vremenskim trenucima:

$$\Pi_i^{n+1} = \Pi_{i-1}^n - \frac{a}{gA} (Q_i^{n+1} - Q_{i-1}^n) - \frac{\lambda \Delta x}{2gDA^2} Q_{i-1}^n |Q_{i-1}^n| + \frac{\Delta t}{A} Q_{i-1}^n \sin \alpha \quad (7)$$

$$\Pi_i^{n+1} = \Pi_{i+1}^n + \frac{a}{gA} (Q_i^{n+1} - Q_{i+1}^n) + \frac{\lambda \Delta x}{2gDA^2} Q_{i+1}^n |Q_{i+1}^n| + \frac{\Delta t}{A} Q_{i+1}^n \sin \alpha \quad (8)$$

Na ovaj način dobijena je veza između protoka i Π kota za sve tačke numeričke mreže, osim krajnjih tačaka.

3.3 Granični uslovi

Za proračun Π kote i protoka u tačkama numeričke mreže, potrebne su dve karakteristike (pozitivna i negativna). Problem se javlja kod krajeva cevi, jer je kod njih na raspolaganju samo jedna karakteristika, na uzvodnom kraju negativna, a na nizvodnom kraju pozitivna. Da bi se ovaj problem rešio potrebna je dodatna jednačina na svakom kraju. Ta dodatna jednačina mora da opiše dešavanja na krajevima cevi, odnosno kako granični uslov utiče na tečenje tj. na pritiske i protoke [5]. U ovu svrhu najčešće se koriste energetska jednačina i jednačina kontinuiteta.

4. PROGRAMSKI PAKET AFT IMPULSE

AFT Impulse je programski paket za modeliranje hidrauličkog udara u cevovodima pod pritiskom. Zbog brzine rešavanja problema i tačnosti rezultata, ovaj programski paket je jedan od najčešće korišćenih u svetu za simulaciju prelaznih režima tečenja u cevovodima pod pritiskom. Veoma jasan grafički prikaz pojednostavljuje kompleksan proces izgradnje modela. Prikaz rezultata proračuna je razumljiv i nedvosmislen, u vidu tabela i dijagrama [1].

Softver se zasniva na jednačinama koje su prikazane u poglavlju 3, ovog rada, a za formiranje numeričkog modela koristi metodu karakteristika, objašnjena u poglavlju 3.1. Rad u AFT Impulsu se odvija u pet „prozora“. U svakom trenutku moguće je koristiti isključivo samo jedan prozor i iz tog razloga su oni nazvani osnovni prozori.

U prozoru „Workspace“ unose se svi elementi sistema i njihove karakteristike. Prozor „Model Data“ daje tabelarni i tekstualni prikaz svih elemenata i njihovih karakteristika. Prozor „Output“ prikazuje tabelarno rezultate proračuna. „Visual report“ daje prikaz rezultata proračuna na skici modela. „Graph Result“ grafički prikazuje rezultate proračuna.

Prozor „radni prostor“, slika 2, služi za formiranje sistema. Sistem se formira spajanjem elemenata koji su na raspolaganju. Osnovni elementi su cevi i čvorovi koji se unose u sistem prevlačenjem ikonice iz „Toolbox“-a u „Workspace“. AFT Impulse pruža na raspolaganje različite materijale cevi i njihove karakteristike, kao i velik broj čvorova. Softver pruža mogućnost odabira 19 različitih tipova čvorova datih u „Toolbox“-u.

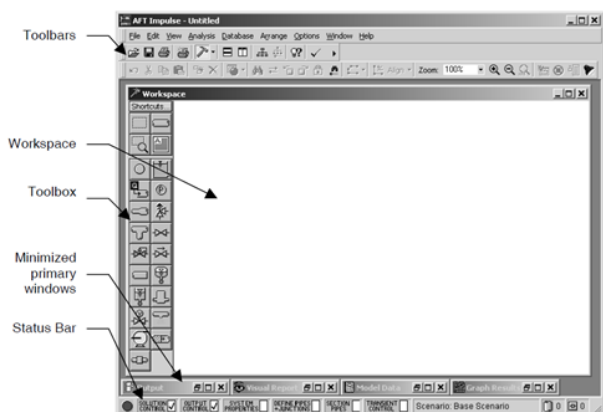
5. STUDIJE SLUČAJA

5.1. Analiza prelaznih režima-slučaj potisnog cevovoda između naselja Stanišić i Ridica

5.1.1. Opis postojećeg stanja

Naselje Ridica trenutno se snabdeva vodom iz 3 bunara smeštenih u samom naselju. Voda se iz bunara potiskuje u hidrofor odakle se distribuira u vodovodni sistem. Kako voda iz bunara nije zadovoljavajućeg kvaliteta, a kapacitet bunara vremenom opada, predviđeno je da se postojeći sistem poveže na gradski vodovodni sistem „PPV Jaroš“ u Somboru, kako bi se trajno rešio problem snabdevanja naselja pijaćom vodom zadovoljavajućeg kvaliteta. Iz

navedenih razloga predviđa se izgradnja rezervoara i crpne stanice, koja je izgrađena unutar zatvaračnice rezervoara „Stanišić“. Dovodni cevovod, od naselja Stanišić do Ridice, dužine je 7780 m. Hidrauličkim proračunom je dobijen potreban prečnik cevi. Usvojena je cev PEHD PN10. U RCS „Ridica“ predviđene su dve centrifugalne pumpe, jedna radna i jedna rezervna [4]. Pojavom hidrauličkog udara u cevovodu „Stanišić-Ridica“ svi potrošači u naselju Ridica mogu ostati bez vode jer nema alternativnog načina snabdevanja vodom (snabdevanje iz drugog pravca). Iz tog razloga neophodno je ustanoviti sistem zaštite dovodnog cevovoda od neželjenih posledica prelaznih režima.



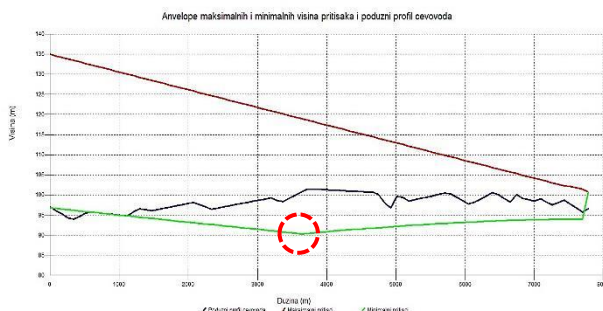
Slika 2. AFT Impulse - radni prostor za formiranje sistema

5.1.2. Proračun prelaznih režima

Hidraulički model formiran je korišćenjem programskog paketa AFT Impulse. Kao granični uslovi korišćeni su pumpa i rezervoar, spojeni cevovodom. Za zaštitu od hidrauličkog udara korišćeni su vazdušni ventili i posuda pod pritiskom.

1) Postojeće stanje bez zaštite od hidrauličkog udara (PEHD cevovod)

U ovom slučaju, sistem se sastoji samo od pumpe (u naselju Stanišić), cevi i rezervoara (u naselju Ridica), bez elemenata za zaštitu. Primer je urađen kako bi se utvrdilo ponašanje sistema i dobio uvid u moguće načine sprečavanja ili ublažavanja posledica usled negativnog efekta pri nastanku prelaznih režima. Modelom je simuliran ispad pumpe iz sistema, tj. nagli prestanak rada pumpe. Neposredno iza pumpe nalazi se nepovratna klapna koja ima ulogu da onemogući povratak vode ka pumpi i time spreči oštećenje radnog kola pumpe. Na slici 3, date su anvelope maksimalnih i minimalnih Π kota kao i podužni profil terena. Plavom bojom prikazan je podužni profil cevovoda, crvenom anvelopa maksimalnih pritisaka, a zelenom bojom anvelopa minimalnih pritisaka.



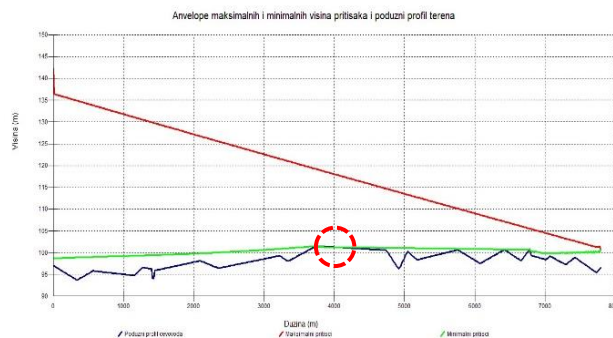
Slika 3. Anvelope maksimalnih i minimalnih pritisaka-stanje 1

Kao što se vidi sa slike 3, skoro celom dužinom cevovoda će se javiti potpritisci. Usled ovakvog stanja doći će do pojave kavitacije što može prouzrokovati oštećenje zidova cevi, skupljanje cevi, oštećenja ostalih elemenata na sistemu. Stoga, sistem bi bio van svoje funkcije dok se ne izvrši popravka ili zamena svih oštećenih elemenata, a to za sobom nosi i velike ekonomske posledice. Iz navedenih razloga potrebno je ustanoviti način na koji će se štetne posledice hidrauličkog udara umanjiti ili eliminisati.

Razmatrano je šta će se desiti ako se umesto PEHD cevi primeni cev od duktilnog liva i ustanovljeno je da je slika pritisaka znatno nepovoljnija. To se javlja iz razloga što je modul elastičnosti za duktilne cevi oko 85 puta veći nego za PEHD cevi, pa je i brzina propagacije za duktilnu cev veća nego za PEHD cev, a to za posledicu ima i veću vrednost promene pritiska. PEHD je dosta elastičniji pa prema tome ima mogućnost da se bolje prilagođava promenama pritiska.

2) Konačno stanje – stanje sa posudom pod pritiskom i vazdušnim ventilima (PEHD cevovod)

U distribitivnoj vodovodnoj mreži preporuka je da se na svakih 1500 do 2000 m na cevovodu postave vazdušni ventili, pri čemu treba obratiti pažnju da se postavljaju na najvišim tačkama cevovoda. Na taj način se obezbeđuje ovazdušenje cevovoda. Iako možda na prvi pogled izgleda da posuda nije potrebna ako se koristi toliki broj vazdušnih ventila, ona se ipak primenjuje jer reaguje trenutno i štiti pumpu. Takođe, moguće je da iz nekog razloga vazdušni ventili nisu u funkciji, a i mogu da kasne pri otvaranju i upuštanju vazduha, pa je tada posuda od velike važnosti.



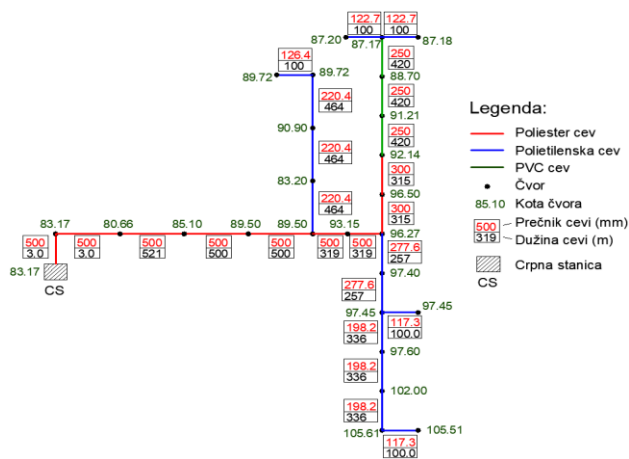
Slika 4. Anvelope maksimalnih i minimalnih pritisaka-stanje 2

Crvenim krugovima, na sl. 4, označeni su položaji vazdušnih ventila. Proračunom je dobijeno da su potrebna 4 vazdušna ventila i posuda pod pritiskom zapremine $0,5 \text{ m}^3$.

5.2. Analiza prelaznih režima-slučaj sistema za navodnjavanje u Jarkovcu

5.2.1. Tehnički opis

Za potrebe sistema za navodnjavanje u naselju Jarkovac, izgrađeni su pumpna stanica i granati cevovodni sistem. Pumpna stanica zahvata vodu iz kanala „Nadel“, na stacionaži 71+000 km. Nivo vode u kanalu se ustavama održava konstantnim, na koti 80,67 mm. Površina se zaliva pomoću pet centar pivota, koji su na cevovod priključeni na krajevima grana cevovoda. U crpnoj stanici predviđena je ugradnja četiri pumpe, tri radne i jedna rezervna. Na slici 5. data je skica sistema za navodnjavanje, sa prečnicima i dužinama svih cevi [4].



Slika 5. Skica sistema za navodnjavanje u Jarkovcu

5.2.1 Proračun prelaznih režima

Proračun je izvršen korišćenjem softverskog paketa AFT Impulse. Hidraulički model formiran je korišćenjem sledećih elemenata: pumpe, cevi, posuda pod pritiskom, vazdušni ventili, račve, redukcije i sprinkleri. Simulacijom je utvrđeno da će se duž svih grana cevovoda javiti potpritisci u nedozvoljenim granicama. Iz tog razloga u sistem su dodati elementi za zaštitu od prelaznih režima, vazdušni ventili i posuda pod pritiskom. Ustanovljeno je da je za potrebe zaštite od hidrauličkog udara potrebno četiri vazdušna ventila i jedna posuda pod pritiskom, zapremine 14 m^3 . Na slici 6, date su anvelope maksimalnih i minimalnih pritisa za najdužu deonicu sistema, sa elementima za ublažavanje negativnih posledica prelaznih režima.



Slika 6. Anvelope maksimalnih i minimalnih pritisa za slučaj sistema za navodnjavanje

6. ZAKLJUČAK

Cilj rada je da se na nekoliko primera pokaže koje su moguće posledice usled nastanka hidrauličkog udara i kako se on može sprečiti. Simulacija prelaznih režima izvršena je primenom softverkog paketa AFT Impulse. Najpre su ustanovljeni matematički i numerički modeli na kojima se program zasniva, a zatim je izvršen proračun.

U prvom primeru je analiziran dugački potisni cevovod. Pokazano je kako materijal cevi utiče na vrednosti pritiska, a zatim je dat i predlog zaštite od nepovoljnih posledica hidrauličkog udara. U ovu svrhu primenjeni su vazdušni ventili i posuda pod pritiskom, definisane zapremine.

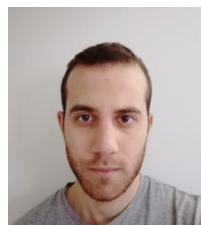
U drugom primeru izvršena je analiza prelaznih režima za slučaj sistema za navodnjavanje. Simulacijom hidrauličkog udara ustanovljeno je da se duž svih grana javljaju potpritisci. Iz tog razloga u sistem su dodati vazdušni ventili i posuda pod pritiskom.

Upoređujući rezultat sprovedene analize sa postojećim stanjem, potvrđeno je da nema značajnih odstupanja u zapremini posude kao i broju vazdušnih ventila.

7. LITERATURA

- [1] AFT Impulse version 4.0 Tutorial, Applied Flow Technology Corporation.
- [2] Ivetić Marko, Računska hidraulika - Tečenje u cevima, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1996.
- [3] PGD osnovnih objekata vodosnabdevanja i dovodnika vode Kljajićevo – Telečka, Svetozar Miletić – Aleksa Šantić i Stanišić – Ridica sa objektima: rezervoar i crpna stanica u Telečkoj, rezervoar i crpna stanica u Aleksu Šantiću, rezervoar i crpna stanica u Ridici.
- [4] PGD sistema za navodnjavanje u Jarkovcu.
- [5] Wylie Benjamin and Streeter Victor, Fluid transients, USA.

Kratka biografija:



Danilo Stipić rođen je u Novom Sadu 1993. godine. Diplomski rad iz oblasti građevinarstva, na temu „Vodosnabdevanje naselja Sefkerin“, odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno student master studija istog fakulteta – smer Hidrotehnika.

Dr Ljubomir Budinski rođen je u Kuli 1976. godine. Doktor-sku disertaciju odbranio je na Građevinskom fakultetu u Subotici. Od 2011. godine ima zvanje docenta.

**PROCENA STANJA I SANACIJA ARMIRANOBETONSKE GARAŽE U SKLADU SA
EVROPSKIM STANDARDOM EN 1504****ASSESSMENT AND REPAIR OF REINFORCED CONCRETE PARKING GARAGE
ACCORDING TO THE STANDARD EN 1504**

Azra Barišić Žižović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana procena stanja armiranobetonske garaže u Novom Sadu. Pored brojnih defekata, na konstrukciji su se u toku eksploatacionog veka pojavila i oštećenja. Kako bi se utvrdio stepen oštećenja i dao predlog sanacionih radova sproveden je makroskopski pregled svih dostupnih elemenata. Na osnovu analize registrovanih defekata i oštećenja i rezultata nedestruktivnih metoda dat je opis sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti konstrukcije. Principi, svojstva materijala i tehnologije za sanaciju i zaštitu su definisani u skladu sa Evropskim standardom EN 1504.

Ključne reči: procena stanja, defekti, oštećenja, sanacija, principi, svojstva, EN 1504

Abstract – This paper presents the assessment of reinforced concrete parking garage in Novi Sad. There are many defects and damages have been formed during service life. In order to determine the level and cause of these damages as well as the type of repairing measures, examination of structural elements was undertaken. Based on this examination and nondestructive tests description of repairing measures is given with the main goal of improving structural durability. Principles, characteristics of materials and techniques for repair and protection were given according to the standard EN 1504.

Ključne reči: assessment, defects, damages, repair, principles, characteristics, EN 1504

1. UVOD

Rad se sastoji iz dva dela, teorijskog i stručnog dela. U prvom delu rada analiziran je Evropski standard EN 1504: Proizvodi i sistemi za zaštitu i sanaciju armiranobetonskih konstrukcija. Opisana je njegova struktura i delovi koji definišu sve faze sanacije. Stručni deo rada obuhvata procenu stanja i predlog sanacionih radova na armiranobetonskoj garaži u skopu javnog preduzeća „Sportskog i poslovnog centra Vojvodina“ u Novom Sadu. Definisani su svi defekti i oštećenja na elementima konstrukcije i njihovi uzoci i na osnovu toga su opisane potrebne sanacione mere. Sanacija i zaštita objekta je predložena u skladu sa standardom EN 1504, koji daje preporuke za materijale i metode kako bi se izvela kvalitetna i trajna sanacija.

NAPOMENA:

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

**2. EVROPSKI STANDARD EN 1504: PROIZVODI I
SISTEMI ZA ZAŠTITU I SANACIJU
ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJA**

Kako bi se sistematizovao i pojednostavio proces sanacije, na osnovu znanja, iskustva i prakse, definisan je Evropski standard za sanaciju i zaštitu betonskih i armiranobetonskih konstrukcija EN 1504. 2009. god. je implementiran od strane svih članica Evropskog komiteta za standardizaciju (CEN) i ima status nacionalnog standarda. EN 1504 u potpunosti definiše sve faze sanacije i namenjen je za sve učesnike u ovom procesu: investitore, projektante, izvođače i proizvođače građevinskih materijala.

Standard je vodič kroz ceo postupak, od pravilne procene stanja konstrukcije, izrade projekta sanacije, pravilnog odabira materijala i tehnologije aplikacije, kontrole kvaliteta ugrađenih materijala i izvedenih radova, definisanje mera zaštite i održavanja tokom eksploatacije.

2.1. Struktura standarda

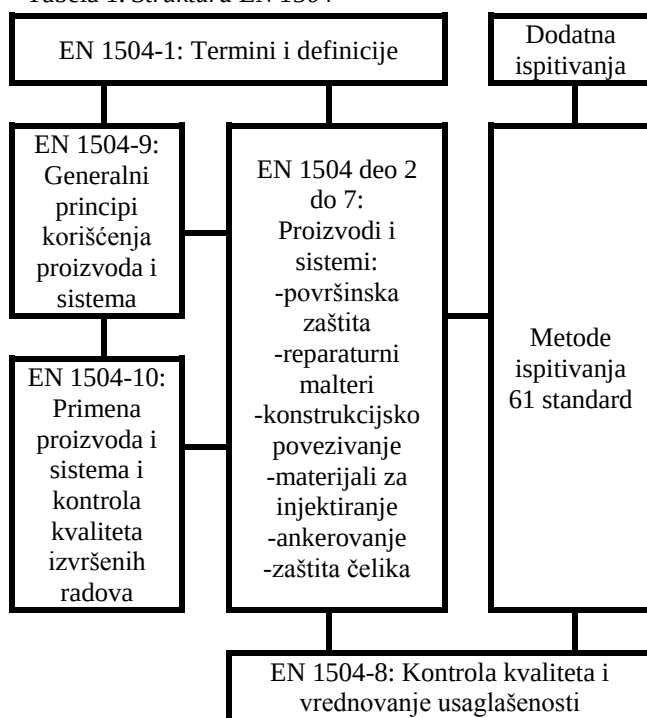
Sastoji se od 10 delova:

- EN 1504-1: Termini i definicije
- EN 1504-2: Materijali i sistemi za površinsku zaštitu betona
- EN 1504-3: Materijali i sistemi za konstrukcijsku i nekonstrukcijsku sanaciju
- EN 1504-4: Materijali i sistemi za konstrukcijsko povezivanje
- EN 1504-5: Materijali i sistemi za injektiranje
- EN 1504-6: Materijali i sistemi za ankerovanje čelične armature
- EN 1504-7: Materijali i sistemi za zaštitu armature od korozije
- EN 1504-8: Kontrola kvaliteta i vrednovanje usaglašenosti
- EN 1504-9: Generalni principi korišćenja proizvoda i sistema
- EN 1504-10: Primena proizvoda i sistema i kontrola kvaliteta izvršenih radova

Standard se sastoji od 10 poglavlja, referencirajući dodatno 61 standard vezan za metode ispitivanja, formirajući strukturu koja daje smernice kroz ceo proces sanacije. EN 1504-1 daje opis termina i definicija u okviru standarda. Detalji o različitim proizvodima i njihovim karakteristikama dati su u delovima 2 do 7, koji služe projektantima i proizvođačima za odabir tj. proizvodnju materijala za kvalitetnu sanaciju prema specifikacijama. 1504-9 je ključni dokument koji vodi kroz faze i definiše principe za sanaciju i zaštitu betona i armature.

Principi, grupisani na osnovu vrste oštećenja odnosno potrebe za zaštitom i reparacijom, daju inženjeru predloge metoda sanacije koji dalje upućuju na delove standarda (2 do 7) vezane za materijale i sisteme i njihova minimalna potrebna svojstva. Deo 8 definiše procedure za uzimanje uzoraka, kontrolu kvaliteta, vrednovanje usaglašenosti, sertifikaciju i označavanje proizvoda i sistema i namenjen je za proizvođače materijala i institute za ispitivanje i sertifikaciju proizvoda. Poslednji deo standarda EN 1504 definiše metodologije izvođenja radova, postupke za kontrolu kvaliteta izvršene sanacije, bezbednost pri radu. Da bi se sve ovo upotpunilo date su reference na 61 standard vezan za različite metode ispitivanja karakteristika materijala, kako bi se svaki proizvod ispitao na isti način i dobio „CE“ oznaku koja je garancija da je proizvod usaglašen sa svim bitnim zahtevima evropskih direktiva.

Tabela 1. *Struktura EN 1504*



Za pravilan odabir proizvoda i sistema za sanaciju i zaštitu biraju se principi i metode koji su bazirani na osnovu uzroka oštećenja odnosno potrebe za zaštitom od određenog problema. U EN 1504-9 definisano je 11 principa, od 1 do 6 se odnose na defekte/oštećenja u samom betonu (zaštita od prodora, kontrola vlažnosti, restauracija betona, ojačanje konstrukcije, fizička otpornost, otpornost na hemikalije), a principi od 7 do 11 su vezani za oštećenja prouzrokovana korozijom armature (očuvanje ili obnavljanje pasivnosti, jačanje otpornosti, katodna kontrola, katodna zaštita, kontrola anodnih oblasti).

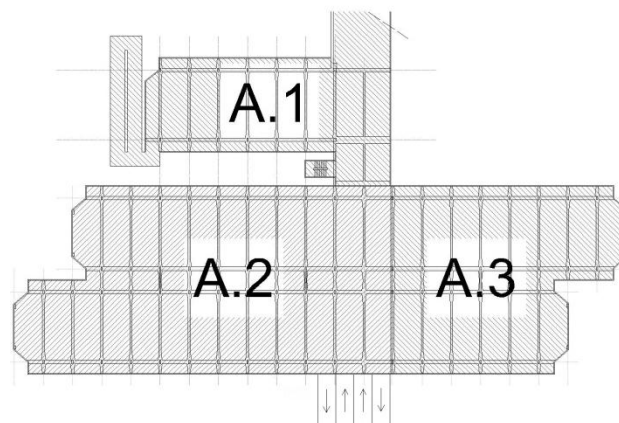
Svaki od principa nudi više različitih metoda sanacije. Na inženjeru je da na osnovu potrebne zaštite (principa) odabere metode koje dalje upućuju na standarde EN 1504-2 do 1504-7 koji definišu potrebna svojstva materijala. Na ovaj način korišćenjem standarda definiše se materijal i metoda specifična za konstrukciju koja se sanira.

3. PROCENA STANJA GARAŽE

3.1. Tehnički opis konstrukcije

Projektnim zadatkom predviđena je procena stanja i predlog sanacionih mera za javnu garažu lociranu u sklopu JP „Sportskog i poslovnog centra Vojvodina“ (SPENS) u Novom Sadu. Reč je o armiranobetonskoj skeletnoj konstrukciji izvedenoj 1980. godine. Objekat je poluotvorenog tipa, sa nadograđenom čeličnom krovnom konstrukcijom i 294 parking mesta. Garaža je ukopljena sa objektom Spensa sa kojim zajedno čini arhitektonsku celinu, dok se ona sama organizaciono, izvođački i konstruktivno deli na tri glavna dela: A.1, A.2 i A.3 (Slika 1.). Objekat A.1, najbliži sportskoj hali, je spratnosti P+1, a A.2 i A.3 su konstrukcije sa natkrivenom suterenskom poluukopanom etažom i parkingom na gornjoj ploči koji je bio otvoren sve do 1997.godine kad je izveden krov u čeličnoj izradi.

Glavna noseća konstrukcija je armiranobetonska ploča sa AB ramovima na rasteru od 5 m. Po obimu ploče se nalazi betonska ograda. Rasponi kod ramova objekta A.1 su 12,00 m sa obostranim prepustima od 2,15 m, dok su ramovi objekata A.2 i A.3 trobrodni, sa rasponima 12+4+12 metara i prepustima od 2,15 m. Glavne grede kod čvorova imaju proširenja u vidu horizontalnih vuta. Po obodu suterena je izveden armiranobetonski potporni zid. U poprečnom pravcu garaže postoje jos i zidovi za ukrucenje, dok u podužnom ramove povezuju podužne grede. Konstrukcija je proračunata i dimenzionisana prema DIN 1055 standardima. Svi elementi su liveni monolitno u oplati na gradilištu.



Slika 1. Osnova objekta

3.2. Procena stanja

Predmet analize su objekti A.2 i A.3 i svi njihovi elementi: ploče, grede, stubovi, ograda, zidovi za ukrucenje i potporni zidovi.

Međuspratne ploče su najoštećenije. Vizuelnim pregledom uočeni su mnogi defekti nastali prilikom projektovanja i građenja, od kojih je najbitnija nedovoljna debljina zaštitnog sloja. Od oštećenja konstatovano je da su se javila dva karakteristična oblika korozije: korozija betona i korozija armature. Glavni uzrok za progresiju obe vrste korozija je neodržavanje i prodor atmosferilija u objekat. Do prvog oblika korozije betona, formiranja naslaga kalcijum karbonata došlo je usled procurivanja

kroz prsline i osetljiva mesta. Prsline, koje se nalaze na skoro svakoj ploči i prostiru se kroz ceo poprečni presek, su nastale zbog plastičnog skupljanja i , na spoju sa podužnim gredama, usled sedanja betona.

Kod neadekvatno izvedenih prekida i nastavaka betoniranja, ankera za čelične stubove krova i rupa u pločama za odvođenje vode se takođe javljaju bele naslage, a negde su usled ozbiljnog i dugotrajnog procurivanja nastali i stalaktiti.

Korozija armature, zbog karbonizacije nedovoljnog zaštitnog sloja, je manifestovana prslinama i ljuskanjem betona duž armaturnih šipki. Lokalno, na mestima gde dolazi do procurivanja, jača korozija šipki je rezultat prodiranja hlorida, odnosno soli za odmrzavanje unetih preko točkova vozila (Slika 2.).



Slika 2. Korozija betona i armature

Gredni elementi, pored ponekog lokalnog defekta, imaju prsline po celom svom vidljivom obimu, koje su nastale zbog korozije uzengija. Mali zaštitni sloj i karbonizacija su, postepeno, tokom 37 godina, prouzrokovali koroziju uzengija, koja se na betonu manifestovala u vidu prsline, i samo na malom broju podužnih greda došlo je i do ljuskanja betona na mestu uzengija.

Podužne grede su najoštećenije jer je kod njih, pored ovoga, došlo i do I oblika korozije betona zbog procurivanja kroz prsline nastale usled sedanja betona i kroz rupe za vezivanje ankera čeličnih stubova.

Kod stubova su takođe uočene prsline na mestima korodiranih uzengija, uz blagu naznaku ljuskanja površinskog sloja betona. Ovo oštećenje se javlja samo u gornjoj trećini visine, kod svakog stuba, dok su defekti prilikom građenja ređi, površinski i nisu prouzrokovali dalju degradaciju. Kod stubova koji sa ogradom čine ram su nastale vertikalne prsline na sloju, zbog različitog rada i neodgovarajućeg armiranja.

Na betonskoj ogradi, koja se pruža po celom obimu objekta, najzastupljenije su vertikalne prsline koje se pružaju celom visinom poprečnog preseka i nastale su usled hidrauličnog skupljanja. Kod njih, kao i na mestu prekida betoniranja usled procurivanja dolazi da prvog oblika korozije betona. Najveća oštećenja javljaju se na spoju ograde sa stubovima i podužnim gredama gde su se zbog njihovog različitog rada i neodgovarajućeg armiranja javile pukotine i kod jednog i kod drugog elementa. Spolja, dejstvo mraza uzrokuje raslojavanje dodatog sloja betona ispod čelične ograde.

Zidovi za ukrućenje su u relativno dobrom stanju, poređeno sa ostalim elementima. Jedino na spoju

poprečne grede i zida zbog lošeg izvođenja dolazi do blagog procurivanja.

Potporni zidovi celom svojom dužinom imaju velike pukotine od dugotrajnog skupljanja pri sušenju, mada na ovim mestima nije došlo do progresije oštećenja. Gledano sa spoljašnje strane javile su se pukotine i odlamanje betona zbog zamrzavanja vode na mestima gde se ona može zadržati, što je između zida i stuba.

Od nedestruktivnih metoda ispitivanja primenjena je kolorimetrijska metoda i metoda merenja površinske tvrdoće betona. Kako bi se potvrdilo da je karbonizovao beton i uzrokovao koroziju armature prelomljena površina betona je poprskana „fenolftaleinskim“ indikatorom. Pošto nije došlo do promene boje zaključuje se da je smanjena alkalnost betona i narušena pasivna zaštita armature. Metodom Šmitovog čekića je ispitana površinska tvrdoća betona. Na osnovu dobijenih vrednosti, čvrstoće na dan ispitivanja, i statističke obrade rezultata pokazano je da je zadovoljavajuća čvrstoća i ujednačen kvalitet betona kod svih elemenata garaže.

4. SANACIJA OBJEKTA

Na početku ovog poglavlja su prvo definisane klase izloženosti pojedinačnih elemenata konstrukcije, prema EN 206-1. Na osnovu ovog dati su zahtevi za sastav i svojstva betona i potrebnu debljinu zaštitnog sloja kako bi se obuhvatili i uslovi sredine u kojima se reparaturni beton nalazi.

Sanacioni radovi su grupisani po elementima. U svakom delu su radovi podeljeni na pripremne, sanacione i završne radove. U fazi pripreme se uklanja oštećen beton i čisti beton i armatura i priprema za nanošenje reparaturnog materijala. U okviru sanacionih radova su definisani i opisani materijali i tehnologije koji se koriste za sanaciju i zaštitu. Odabirom potrebnih principa i pogodnih metoda prema EN 1504-9 standard dalje upućuje na delove 2 do 7 koji se bave određenim materijalima i sistemima, njihovim karakteristikama i minimalnim potrebnim vrednostima ovih svojstava. Na osnovu toga projektom su navedena potrebna svojstva i vrednosti, a na investitoru, izvođaču, vlasniku je da odabere marku i proizvod koji to ispunjava.

Ploče i grede se saniraju zajedno. Potrebno je zameniti i povećati debljinu zaštitnog sloja sa donje strane, injektirati i zapuniti prsline i zameniti industrijski pod na međuspratnoj ploči. Pripremni radovi obuhvataju uklanjanje betona i čišćenje betona i armature za sanaciju. Oštećen industrijski pod od asfalta se uklanja metodom glodanja. Sa donje strane međuspratne konstrukcije se hidromehanički skida oštećen, mali zaštitni sloj sa ploča i greda. Radi očuvanja nosivosti i stabilnosti potrebno je skelama podupreti betonsku konstrukciju i čelični krov, zbog skidanja ankera čeličnih stubova. Čišćenje otkrivene armature od tragova korozije i cementnog kamena se takođe može izvršiti hidromehaničkim postupkom, do metalnog sjaja ili suvim peskarenjem. Kako bi se odabrali pravilni materijali i metode za sanaciju primenom EN 1504 definišu se principi i svojstva materijala. Očišćena armatura se premazuje zaštitnim premazom prema principu 11- kontrola anodnih oblasti. Za beton novog zaštitnog sloja ploča i greda EN 206-1 daje preporuke za

svojstva i debljinu, dok EN 1504 definiše dodatne kriterijume kako bi se zadovoljili princip 3 – restauracija betona i princip 7 – zamena kontaminiranog ili karbonizovanog betona. Ovaj sloj se nanosi torkretiranjem. Površinski premaz je određen kako bi ispunio princip 1 – zaštita od prodora, princip 2 – kontrola vlažnosti i princip 8 – jačanje otpornosti.

Materijal za injektiranje prslina koje utiču na integritet ploča (od plastičnog skupljanja i na mestima prekida i nastavljanja betoniranja), se popunjavaju pod pritiskom zasecanjem prsline i postavljanjem injektora u rupe izbušene direktno u prslinu radi ojačanja konstrukcije (princip 4), a zasecanje i zapunjavanje kratkih prslina, od plastičnog skupljanja i sedanja betona, se izvodi radi zaštite od prodora (princip 1). Nakon sanacije armiranog betona izvodi se novi industrijski pod, postavljaju nove dilatacione spojnice, sistem za odvođenje vode i vraćaju očišćeni i ponovo premazom zaštićeni ankeri i ležišne ploče čeličnih stubova.

Kod stubova se svi defekti i oštećenja rešavaju na isti način, ručnom reprofiliacijom. Pripremni radovi se sastoje od uklanjanja betona hidromehanički sa gornje trećine visine i ručnim pneumatskim čekićem na mestima lokalnih defekata. Nakon čišćenja armature prelazi se na sanacione radove. Reprofilacija gornje trećine se radi kod svakog stuba ručnim nanošenjem reparaturnog maltera, radi restauracije betona (princip 3) i obnavljanja pasivnosti (princip 7). Kod elemenata koji su u kontaktu sa ogradom nakon ovoga se popunjava vertikalna pukotina da bi im se dozvolio različit rad i zaštitilo od prodora agenasa (princip 1). Lokalno se ručno popravljaju i dublji defekti i mehanička oštećenja, koji su raspoređeni bez nekog pravila i nisu na svakom stubu. Materijal za ovo je istih karakteristika kao za reprofiliaciju zaštitnog sloja. Kad malter očvrsne, potrebno je očistiti i stari beton zbog nanošenja zaštitnog premaza. Metoda peskarenja se upotrebljava uz blago hrapavljenje površine za čišćenje i pripremu betona za nanošenje premaza koji štiti od prodora, kontroliše vlažnosti, jača otpornost i ima fizičku otpornost.

Po celoj dužini ograde treba sanirati prsline, očistiti i sprečiti procurivanje. Ovo se izvodi zasecanjem i zapunjavanjem. Gornji sloj betona, na spoju sa čeličnom ogradom, koji je oštećen zbog dejstva mraza se uklanja ručnim pneumatskim čekićem i nakon pripreme, kvašenjem, se ugrađuje beton livenjem uz upotrebu oplata. Novi sloj se projektuje da bude otporan na spoljašnje uticaje (klase izloženosti) i da zadovoljava principe 3 i 7. Lokalno se popravljaju mehanička oštećenja i spojevi sa drugim elementima reparaturnim malterima. Završna faza sanacije armiranobetonske ograde je čišćenje i premazivanje površine premazom radi zaštite betona i armature.

Primećeno procurivanje niz zidove za ukrućenje rešeno je prilikom sanacije ploča, zasecanjem i zapunjavanjem prslina. Ostali defekti i oštećenja su površinski i nema potrebe za reprofiliacijom. Kao i kod svih ostalih elemenata garaže radi dodatne zaštite i zidovi se premazuju. Karakteristike površinskog premaza su iste kao kod stubova – zaštita od prodora štetnih agenasa, održavanje sadržaja vlage i samim tim jačanje električne otpornosti betona, i fizička otpornost.

Kod potpornih zidova se prsline i pukotine od hidrauličnog skupljanja zasecaju i zapunjavaju radi zaštite armature i estetskog izgleda, iako su nepokretne i nema procurivanja kroz njih. Lokalna reprofiliacija se radi ručno reparaturnim malterom, dok se mesta jačeg oštećenja od dejstva mraza, spoj sa stubom, saniraju korišćenjem oplata i ulivanjem betona. Nakon završenih radova i očvršćavanja materijala zid se čisti i premazuje zaštitnim premazom.

Za vreme izvođenja radova cela garaža se može zatvoriti. Drugi predlog je da se sanacija izvodi u tri faze, sprečavajući pristup parkingu na jednoj trećini objekta, pošto se garaža nalazi u relativno prometnom delu grada.

5. ZAKLJUČAK

Procena stanja garaže urađena je analiziranjem dostupne projektno-tehničke dokumentacije, detaljnim vizuelnim pregledom i primenom nedestruktivnih metoda i jasno ukazuje na par problema – nedovoljna pažnja posvećena trajnosti u fazi projektovanja i prilikom građenja konstrukcije i neredovno održavanje. Zaključeno je da je kod svih elemenata konstrukcije narušena trajnost, dok je kod ploča ugrožena i nosivost. Kod njih je glavna noseća armatura izložena procesu korozije i postoje prsline koje se pružaju kroz ceo poprečni presek i narušavaju integritet. Kako bi se kod ploča obezbedila nosivost i globalno gledano trajnost svih elemenata garaže potrebno je primeniti odgovarajuće metode sanacije. Na osnovu toga, primenom Evropskog standarda EN 1504, dat je predlog pogodnih metoda i potrebnih svojstava materijala za sanaciju, zaštitu i produženje životnog veka ove konstrukcije.

6. LITERATURA

- [1] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] EN 1504 Products and systems for the protection and repair of concrete structures
- [4] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, tom 1 - Priručnik, tom 2 - Prilozi, Univerzitetska štampa, Beograd, 1995.

Kratka biografija:



Azra Barišić Žižović rođena je u Novom Sadu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Konstrukcije odbranila je 2018.god.

**UPOREDNA ANALIZA ODŠTETNIH ZAHTEVA PREMA FIDIC USLOVIMA
UGOVARANJA REALIZACIJE GRAĐEVINSKIH PROJEKATA**
**COMPARATIVE ANALYSIS OF CLAIMS FOR DAMAGES ACCORDING TO FIDIC
CONTRACTING TERMS FOR CONSTRUCTION PROJECTS**

Savo Morović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Ovim radom se primarno želi objasniti, ukoliko odnosi između učesnika u gradnji nisu "glatki", kako svaka od strana može sačuvati svoje interese, ukoliko ih druga strana ugrožava, namerno (neprihvatanjem određenih odgovornosti) ili nepoznavanjem propisa, pokretanjem odštetnih zahteva. Želi se skrenuti posebna pažnja na uzroke i uslove pri kojima se jedino mogu pokrenuti odštetni zahtevi, kako su ovi različiti sa aspekta izvođača i investitora. Takođe se želi ukazati na odgovornosti i rizike učesnika u projektu, u odnosu na određeni tipski model ugovora, sa ciljem da se učesnicima što jasnije predstave njihovi međusobni odnosi i pomogne pri izboru modela ugovaranja.

Abstract – Purpose of this paper is primarily to explain, if relations between participants in construction are not "smooth", how any of parties can preserve their interests, if the other side threatens them, on purpose (by unaccepting certain responsibilities) or simply because of ignorance of regulations, by initiating claims for damages. Wants to pay special attention to causes and conditions by which claims can be made, as they are different from aspects of contractor and investor. Also it points out responsibilities and risks in projects, according to certain contract model, with sole purpose to present clearly to participants their interpersonal relations and helps with choice of contract model.

Cljučne reči: FIDIC, odštetni zahtevi, klejmovi

1. UVOD

Građevinarstvo je u svojoj suštini prirodna delatnost, ali sve više se otvara i povezuje sa društvenim, po pitanju pravnih regulativa. To su regulative ugovora o građenju, odnosno regulativa odnosa između investitora i izvođača. Kao što svaka država ima svoje projektne standarde, tako ima i svoje pravne regulative koje se odnose na građevinski sektor usluga, koje funkcionišu u okviru zakonsko-legitimnih odredbi te države. Građevinska regulativa predstavlja skup pravila kojima se uređuje izgradnja građevinskih projekata, odnosno određuju okviri unutar kojih se moraju ponašati učesnici u izgradnji investicionog objekta. Prilikom izvođenja međunarodnih projekata ovo može predstavljati problem, jer pored različite običajne i kulturne pozadine nekih država, pravni sistemi i regulative su takođe različiti.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila dr Erika Malešević, red. prof.

Prema tome, načini poslovanja u jednoj zemlji mogu biti nezamislivi u drugoj. Ova nekompatibilnost je jedan od razloga sporova u odnosima učesnika u realizaciji nekog projekta

Iz ovih razloga proističe potreba za ujednačavanjem međunarodnih uslova za izvođenje građevinskih radova. Rešenje ovih problema može se naći u različitim tipskim ugovorima, ali su najbitniji i najrasprostranjeniji FIDIC tipski ugovori.

2. PRIKAZ FIDIC - OVIH USLOVA UGOVARANJA

Standardizacija je, kako u tehničkim, tako i u administrativnim stvarima, je veoma poželjna za valjano izvođenje mnogih vrsta investicionih projekata. Veliki investicioni poduhvati, odnosno projekti, koji su pretežno građevinski, ali angažuju i razne druge vrste inženjerstva, su često veoma kompleksni. Ova kompleksnost nosi u sebi i kompleksnost uslova ugovora, te je veoma važno bazirati ovakve projekte na standardizovanoj formi ugovora koja je poznata, kako ugovornim stranama, tako i finansijskim institucijama koje učestvuju u ovakvim projektima. Ovakva standardizacija doprinosi eliminisanju nesuglasica i sporova između ugovornih strana i omogućava, kako uspešnije vođenje investicije, tako i uspešnije obučavanje inženjera za oblast upravljanja projektima.

2.1. Opšte o FIDIC - u

Međunarodna organizacija inženjera konsultanata - FIDIC (Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils) koju su napredne inženjerske organizacije iz razvijenih zemalja Evrope (Francuske, Belgije i Švajcarske) osnovale 22.07.1913. godine u Belgiji, je ovaj nedostatak standardizacije u razvijenim zemljama uočila odmah po svom osnivanju, te krenula da radi na njegovom otklanjanju. Već u startu, rad ove organizacije se znatno usporava zbog Prvog, a potom i Drugog svetskog rata, tako da prvi rezultat dolazi 1957. godine, kada su ustanovljeni, napisani i prihvaćeni prvi „Generalni uslovi za ugovaranje građevinskih i drugih radova na investicionim projektima“ (originalni naziv prvog izdanja „Crvene knjige“). Ovi uslovi su prvi put sistematizovali način upravljanja projektima i detaljno definisali prava i obaveze kako izvođača radova, tako i investitora i nadzornog organa (inženjera). FIDIC-ovi uslovi ugovora su veoma brzo ušli u praksu u svim razvijenim zemljama sveta pošto su se pokazali kao odličan alat za vođenje investicija, precizno definišući sve finansijske i druge odnose pre, za vreme i nakon završetka projekta.

Danas je u FIDIC učlanjeno 104 nacionalnih udruženja, sa ukupno 1,5 miliona stručnjaka u domenu građevinarstva i srodnih disciplina. Postoje četiri regionalne organizacije: grupa Afričkih udruženja, Azijsko – pacifička grupa, Panamerička federacija konsultanata i Evropska federacija udruženja inženjera – konsultanata. Iako za Opšte uslove FIDIC kažemo da su međunarodnog karaktera i da ih nije izdalo neko nacionalno stručno telo, treba znati da su oni sastavljeni u svemu prema britanskim opštim uslovima, poznatim pod imenom „ICE Conditions of Contract“ i da ugovorne strane uvek imaju u vidu da je reč o engleskim rešenjima za koje je osnov englesko pravo. Samim tim engleska verzija FIDIC - a se smatra autentičnom i službenom formom teksta.

2.2. FIDIC - ovi modeli ugovora

Postoje četiri osnovna modela ugovora, a to su:

- Uslovi ugovaranja za građevinske radove (Crvena knjiga) - „Conditions of Contract for Construction“
- Uslovi ugovaranja za postrojenja i projektovanje - izgradnju (Žuta knjiga) - „Conditions of Contract for Plant and Design - Build“
- Uslovi ugovaranja za PNI / ključ u ruke projekti (Srebrna knjiga) - „Conditions of Contract for EPC / Turnkey Projects“
- Kratka forma ugovora (Zelena knjiga) - „Short Form of Contract“

Ne treba izostaviti da je pored ovih standardnih modela, FIDIC u narednim godinama dopunio i objavio sledeća izdanja:

- Uslovi ugovaranja za projektovanje, izgradnju i eksploataciju (Zlatna knjiga) - „Conditions of Contract for Design, Build and Operate Projects“ (DBO Contract) - izdato 2008. godine
- Uslovi ugovaranja za građevinske radove (MRB izdanje) - „Conditions of Contract for Construction (MDB edition)“ - izdato 2005. godine, poznata i kao Ružičasta knjiga
- Model ugovora o pružanju usluga između investitora i konsultanta (Bela knjiga) - „Client / Consultant Model Services Agreement“ - izdato 2006. godine

3. NAPLATA IZVRŠENOG POSLA

U fazi naplate izvršenog posla suštinski se vrednuje kompletni trud izvođačke firme uloženi kroz sve faze realizacije projekta. U ovoj fazi sve aktivnosti od istraživanja tržišta i formiranja baze istorijskih podataka o izvršenim poslovima, izrade ponude i ugovaranja do projektovanja i izgradnje objekta, treba da dobiju punu vrednost u finansijskom iznosu.

Faza naplate izvršenog posla za izvođača jeste posledica rada u svim ostalim fazama, ali se i sama odlikuje stručnim pravilima koje treba primeniti da bi se na kraju došlo do rezultata. Na naplatu odlučujući uticaj imaju poznavanje mogućih standarda merenja radova, mehanizama naplate, nivoa potrebne dokumentacije i proceduralnih postupaka u toku naplate izvršenog posla.

Značajan deo naplate može da se ostvari i pravovremenim podnošenjem odštetnih zahteva, uočavanjem situacija koje odstupaju od ugovorenih uslova za izvođenje radova.

Zato dobra poslovna politika u vezi sa odštetnim zahtevima ima višestruku korist. Onaj ko se u pravom trenutku ne seti tuđeg propusta i ne potvrdi ga valjanim dokazima, u situaciji je, ne samo da ne naplati svoja opravdana potraživanja, nego da obavezno plati svoje, možda i daleko manje, propuste.

3.1. Osnove za naplatu posla prema FIDIC - u

Prema FIDIC-ovim opštim uslovima izvođač može da naplati posao na osnovu sledećih aktivnosti:

1. merenja izvršenih količina;
2. izvršenih izmena, dopuna i ispuštanja u vrstama i količini radova;
3. korišćenja privremenih iznosa;
4. izvršenog ispitivanja kvaliteta radova i materijala;
5. prema ostalim uslovima.

Pod ostalim uslovima najčešće se podrazumevaju:

- radovi izvršeni prema nacrtima i specifikacijama koje izvođač nije sam pripremio;
- troškovi nastali zbog pružanja pomoći drugim izvođačima na gradilištu;
- troškovi transporta nestandardnih tereta javnim saobraćajnicama;
- radovi izvršeni u periodu odgovornosti za nedostatke i
- slučajevi okončanja ugovora.

3.2. Procedure i dokumenti za naplatu

Da bi se u potpunosti shvatila suština procedura oko naplate posla, treba znati da u procesu realizacije jednog investicionog projekta faza naplate posla teče paralelno sa fazom izgradnje. Prvo se u toku izvođenja radova na gradilištu obavljaju periodična (mesečna) plaćanja preko privremenih sertifikata (Interim Certificate). Kraj faze izgradnje investicionog objekta označavaju preuzimanje (primopredaju) i odobravanje radova, koji se ostvaruju u četiri koraka:

1. obaveštavanje o gotovosti za primopredaju;
2. probe na izvršenim radovima (Tests on Completion);
3. izdavanje sertifikata o primopredaji, pri čemu izvođač ima odgovornost za kvalitet radova tokom garantnog perioda (period odgovornosti za nedostatke);
4. izdavanje sertifikata za otklanjanje nedostataka (Defects Liability Certificate).

Istovremeno, investitor i izvođač okončavaju svoje finansijske odnose, takođe u četiri koraka, sukcesivnim formiranjem i izdavanjem četiri sledeća dokumenta:

1. izjava po završetku (Statement of Completion);
2. nacrt konačne izjave (Draft Final Statement);
3. konačna izjava (Final Statement);
4. konačni sertifikat (Final Certificate).

4. ANALIZA ODŠTETNIH ZAHTEVA

Iskustvo pokazuje da se realizacija projekata ne odvija uvek onako kako je zamišljeno ili ugovoreno. Uticaj brojnih faktora poremećaja često u praksi rezultira zahtevima, koji se odnose na ugovoreni rok i cenu izgradnje, koje je potrebno prilagoditi novonastalim okolnostima.

Odštetni zahtevi u građevinarstvu odrađeni su na osnovu najzastupljenijih FIDIC publikacija, kao što su „Uslovi ugovaranja za izvođenje radova – Construction Projects“ poznata kao „Crvena knjiga“, „Uslovi ugovaranja za projektovanje i izvođenje radova – Design and Built Projects“ poznata kao „Žuta knjiga“ i „Uslovi ugovaranja za projekte sistemom „ključ u ruke“ – EPC Turnkey Projects“ poznata kao „Srebrna knjiga“.

Uobičajeno je da se poznatiji rizici uoče i analiziraju u fazi ugovaranja, sa ciljem da se proceni verovatnoća njihove pojave i mogući efekti, da se zatim definiše i ugovorna odgovornost za rizike. Ukoliko je odgovornost izvođača u odnosu na rizike velika ili potpuna, za očekivati je da će se to odraziti na višu ugovornu cenu i/ili duže rokove izgradnje. U slučaju da je odgovornost između izvođača i investitora podeljena, ugovorna cena i rokovi izgradnje mogu biti povoljniji, ali investitor može računati na veće učešće u saniranju finansijskih i vremenskih posledica, usled eventualne pojave rizika. Neke od poznatih kategorija rizika su:

1. Fizički uslovi (nosivost tla, hidrogeološki uslovi, podzemne opstrukcije, klimatski uslovi, stanje pristupnih saobraćajnica, itd);
2. Kašnjenje u realizaciji projekta (nepravovremena primopredaja gradilišta, nepotpune i neblagovremene informacije, neefikasno izvođenje radova, uticaj van kontrole učesnika, itd);
3. Projektovanje i nadzor (kompetentnost konsultanata, ažurnost projektne dokumentacije, jasnoća projektnih rešenja, izmene tokom gradnje, nepristrasnost nadzorne službe, itd);
4. Sigurnost na radu (nemarnost, kvalitet zaštite na radu, kvalitet i obim osiguranja, itd);
5. Spoljni faktori (poreska politika, poremećaji u snabdevanju energijom, ratovi, štrajkovi, kašnjenja u dobijanju dozvola, delovanje trećih lica, itd);
6. Finansijski faktori (devaluacije, kašnjenje u sertifikaciji radova i plaćanju, zakonski problemi u naplati kamata, bankrotsko, problemi finansiranja, kursne razlike, itd);
7. Zakoni i ugovorne procedure (rešavanje sporova, nejasnoće u formulaciji ugovora, arbitražni i sudski troškovi, izmene u lokalnim procedurama, sprovođenje sudskih odluka, itd).

Uobičajen engleski naziv za odštetni zahtev u građevinarstvu, kojim se od druge ugovorne strane, na osnovu prava iz ugovora ili zakona, ako i jasne razlike između ugovorenih i stvarnih parametara realizacije projekta zahtevaju dodatna finansijska sredstva ili produžetak roka završetka radova, je “klejm” (Claim).

Ugovorne strane u građevinarstvu su investitor (koji plaća za određenu uslugu) i izvođač (koji realizuje uslugu u zamenu za plaćanje). Nerešeni klejm često postaje predmet spora u građevinarstvu (Dispute). Sporovi se

najčešće rešavaju po unapred dogovorenim procedurama i pravilima, koji su definisani u ugovoru o građenju. Tipičan okvir za rešavanje sporova u međunarodnim ugovorima je arbitraž. U skladu sa Opštim uslovima FIDIC ugovora, izvođač može podneti odštetni zahtev za sledeće situacije:

- Produžetak roka gradnje;
- Novčana nadoknada zbog dodatnih učinjenih ili budućih troškova.

4.1. Pokretanje i realizacija odštetnih zahteva prema FIDIC - u

Pre nego što se pristupi analizi osnova za pokretanje odštetnih zahteva izvođača, potrebno je sagledati mnoge ulazne podatke, koje treba locirati u odgovarajuću izvedenu bazu podataka i time omogućiti njihovu brzu selekciju, grupisanje i razvrstavanje prema svakom konkretnom problemu u toku naplate posla. Izvedena baza podataka za formiranje odštetnih zahteva sa aspekta dokumentacije treba da sadrži:

1. Ugovorne klauzule
2. Dopise
3. Radove podizvođača
4. Projektnu dokumentaciju
5. Laboratorijske analize, dokumentaciju o materijalima i standarde

4.2. Uporedna analiza odštetnih zahteva kroz osnovne forme ugovora

FIDIC kroz razne članove prepoznaje dosta osnova i uzroka za pokretanje odštetnih zahteva, kako sa strane izvođača, tako i investitora. U ovom poglavlju su prikazani samo poneki relevantni članovi ugovora, za pojedine situacije koje mogu rezultirati klejmom, uz opis događaja koji može biti uzrok istog, kao i specifičnosti u vezi obaveštavanja investitora i mogućnosti produžetka roka i nadoknade troškova i/ili izgubljenog profita.

Kao osnova za analizu korišćeni su uslovi ugovora iz Crvene knjige, jer ona sadrži najviše slučajeva „klejmova“, a potom su poređeni sa uslovima iz Žute i Srebrne knjige.

- Član 2.1 (Pravo pristupa gradilištu) - osnova za klejm je validna u slučaju kasne primopredaje gradilišta ili delova gradilišta izvođaču u odnosu na rokove navedene u Dodatku Tenderu; obaveštenje u skladu sa članom 20.1; odšteta uključuje produžetak roka izvođenja radova koji kasne kao i troškove i profit. Važi za Žuti i Srebrni FIDIC.
- Član 4.24 (Fosili) - izvođač obaveštava Inženjera o nalazima fosila i od Inženjera dobija instrukcije, koje mora da realizuje; obaveštenje se vrši u skladu sa 20.1 ili odmah; odšteta uključuje produžetak roka, troškove i profit. Važi za Žuti i Srebrni FIDIC.
- Član 7.4 (Testiranje) - instrukcija da se dodatno testiraju radovi, koji su već uspešno testirani ili kašnjenje u testiranju, za koje nije odgovoran izvođač; obaveštenje 20.1; odšteta produžetak roka, troškovi i profit. Važi za Žuti i Srebrni FIDIC.
- Član 8.4 (Produžetak roka za završetak) - razni uzroci, uključuju izmene u radovima, nepovoljne vremenske uslove, otežano snabdevanje, nepredvidiv nedostatak radne snage i kašnjenja investitora; obaveštenje 20.1;

odšteta samo produžetak roka za izvođenje radova, eventualni finansijski klejm se mora posebno podneti i obrazložiti. Važi za Žuti i Srebrni FIDIC.

- Član 8.5 (Kašnjenje zbog lokalnih vlasti) - kašnjenja ili poremećaji u radu izvođača, zbog zahteva i uticaja lokalnih vlasti, koji se nisu mogli predvideti; obaveštenje član 8.4 ili 20.1; odšteta isti slučaj kao za član 8.4. Važi za Žuti i Srebrni FIDIC.
- Član 13.2 (Optimizacija) - potvrđene i odobrene izmene koje se razlikuju u odnosu na ranije prihvaćenu ponudu, u slučaju da izvođač proceni da postoji efikasniji način rešavanja nekog projektnog problema i time uštedi investitoru određeni iznos novca; procedura obaveštenja nije navedena; po Crvenom FIDIC - u izvođač ima pravo na 50% neto uštede ili profita, dok po Srebrnom nije tačno navedeno (koristi se izraz "umeren profit" i manji je od 50%). Ne važi za Žuti FIDIC, jer se svaka optimizacija smatra izmenom i podleže proceni inženjera.

4.3. Najčešći uzroci podnošenja klejmova

Prema FIDIC-ovim opštim uslovima, izvođač može da pokrene i realizuje odštetni zahtev prema investitoru prema sledećim osnovnim pitanjima:

- 1) Promenjeni uslovi i merenje izvršenih količina;
- 2) Pribavljanje podataka za izradu ponude;
- 3) Dinamika obezbeđenja pristupa i prostora za gradilište;
- 4) Dodatna i nepredviđena ispitivanja kvaliteta
- 5) Privremena obustava radova;
- 6) Rizici investitora i obaveza preuzimanja brige za radove;
- 7) Uticaj promena u ekonomiji i zakonodavstvu (ne može se reći da je ovaj razlog česte prirode, ali ukoliko se desi sigurno predstavlja najveću pravnu sivu zonu od svih ostalih uzroka i zbog toga ga treba pomenuti).

5. ZAKLJUČAK

Kao što je rečeno već na početku *Odštetni zahtevi* su tu, da bi se sačuvali interesi pojedinih učesnika u realizaciji projekata, ukoliko su ugroženi. Međutim, njihovo pokretanje po svaku cenu, na prve naznake nekih spornih situacija, ne mora uvek biti isplativo. Svaka konfliktna situacija, koliko god bila ozbiljna, uvek usporava sam proces gradnje, i eventualno kao takva, negativno utiče na obe strane, što nikome nije u interesu, tako da se njihova realizacija preporučuje u ekstremnijim situacijama finansijskih gubitaka.

Iako postoji dosta klauzula u Opštim uslovima FIDIC - a, koje prepoznaju situacije i osnove za pokretanje klejmova, i usput opisuju formalnosti njihovog dostavljanja i rešavanja, takođe se uvek prvo preporučuje komunikacija i dogovor između *izvođača* i *inženjera* (naravno uz konsultaciju sa *investitorom*), pre bilo kakvih formalnih uputa klejmova.

Upravo uloga samog *inženjera* u celom procesu jeste osim nadzora i kontrole ispravnog izvođenja radova, takođe i posredovanje i pomoć u mirnom rešavanju sporova. Naravno po ugovoru obe strane imaju propisano pravo da na prvi znak prepoznavanja bilo kakvih nepravilnosti i nepoštovanja obaveza druge strane, izdaju ove zahteve bez prethodne komunikacije, što u dosta slučajeva može štetiti i samom potražitelju zahteva.

Nekada, ceo proces rešavanja spora može biti zamorniji i finansijski iscrpniji od praktičnog rešenja problema prostim dogovorom, ili od same dobiti odštetnog zahteva.

Zato odštetne zahteve ne treba shvatati kao izvor profita, i pokretati ih u slučaju nenamernih grešaka ili nekih manjih pravnih nepravilnosti aktera na realizaciji projekta, već kao prevenciju ozbiljnih finansijskih (i vremenskih) gubitaka.

6. LITERATURA

- [1] Branislav Ivković, Željko Popović, „Upravljanje projektima u građevinarstvu“, treće izmenjeno i dopunjeno izdanje, izdavač Građevinska knjiga, Beograd 2005.
- [2] Željko Popović, „Odštetni zahtevi u Građevinarstvu“, izdavač Građevinska knjiga, Beograd 2010.
- [3] FIDIC, Uslovi ugovaranja za PNI / ključ u ruke projekti (Srebrna knjiga) - izdavač Jugoslovenski pregled, Beograd 2008
- [4] FIDIC, Uslovi ugovaranja za građevinske radove (Crvena knjiga) – izdavač Jugoslovenski pregled, Beograd 2008
- [5] FIDIC, Uslovi ugovaranja za postrojenja i projektovanje - izgradnju (Žuta knjiga) - izdavač Jugoslovenski pregled, Beograd 2008
- [6] FIDIC, Uslovi ugovaranja za projektovanje – izgradnju i ključ u ruke (Narandžasta knjiga) – izdavač Jugoslovenski pregled, Beograd 2008
- [7] www.fidic.org
- [8] http://fidic.org/sites/default/files/FIDIC_Suite_of_Contracts_0.pdf
- [9] Predavanje ACES/MACE – FIDIC Ugovori / Primena na projektima, novembar 2013
- [10] <http://www.aces.rs/aktivnosti/Izdanja/index.sr.html>

Kratka biografija:

Savo Morović rođen je u Dubrovniku 1988 godine. Osnovne studije završio je 2016. godine, na Građevinskom Fakultetu Univerziteta U Novom Sadu, odsek *konstrukcije*.

**УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРОЈЕКТОВАЊА ЗА РАЗЛИЧИТЕ КЛАСЕ ДУКТИЛНОСТИ
УКРУЋЕНИХ И НЕУКРУЋЕНИХ КОНСТРУКЦИЈА АБ ЗГРАДА****COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGNING OF BRACED AND NON-BRACED RC
BUILDING STRUCTURES OF DIFFERENT DUCTILITY CLASSES**

Славољуб Илић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У првом делу рада спроведена је упоредна анализа јако укрупњених конструкција пројектованих за средњу и високу класу дуктилности. У другом делу је спроведена иста анализа неукрупњених конструкција, са различитим неносећим елементима за обе класе дуктилности.

Кључне речи: армирани бетон, Еврокод, асеизмичко пројектовање, класе дуктилности, дуктилни зидови, оквирне конструкције, неносећи елементи

Abstract – In the first part, a comparative analysis of highly braced structures designed as the medium and high ductility class was carried out. In the second part, same analysis of non-braced construction was performed, with different types of non-bearing elements for the both ductility classes.

Keywords: reinforced concrete, Eurocodes, seismic design, ductility classes, ductile walls, frame structures, non-bearing elements.

1. УВОД

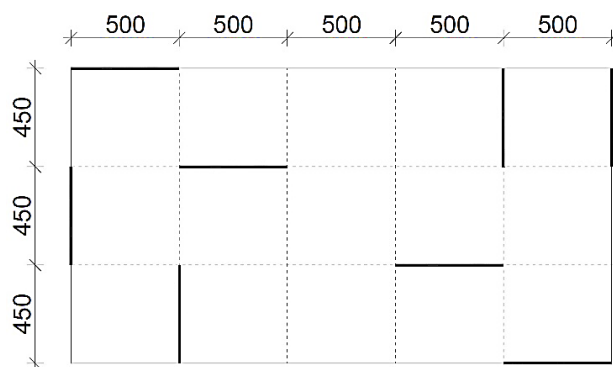
У Еврокоду 8 ни на један начин није предвиђено конкретно упутство за избор пројектне класе дуктилности, средње или високе. У радовима [1] и [2] анализиране су разлике резултата пројектовања диспозиционо идентичне армиранобетонске (АБ) вишеспратне зграде, спратности По+Пр+7, за средњу и високу класу дуктилности, са по два зида за укрупњење у оба правца и закључком да је конструкција пројектована за високу класу дуктилности веће крутости од конструкције пројектоване за средњу класу дуктилности и поред већег фактора понашања. Овај рад представља наставак истраживања започетих у наведеним радовима. Да би крајњи резултати били упоредиви задржана је диспозиција конструкције у начелу.

Како би се пронашао одговор на питање оправданости пројектовања зграда за високу класу дуктилности, урађена је упоредна анализа резултата пројектовања за две класе дуктилности јако укрупњене АБ вишеспратне зграде. Анализирана зграда поседује по четири зида за укрупњење у сваком правцу, Слика 1. Објект је спратности По+Пр+7.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Зоран Брујић.

Такође, урађена је још једна упоредна анализа за средњу и високу класу дуктилности АБ вишеспратне зграде, исте диспозиције, али овог пута без зидова за укрупњење и спратности По+Пр+3. Због великог значаја врсте неносећих елемената на ограничење релативног спратног померања анализирани су за обе класе дуктилности случајеви неносећих елемената од крпих материјала који су везани за конструкцију, као и случај када зграда има дуктилне неносеће елементе.



Слика 1. Основа укрупњене конструкције

Све анализиране конструкције су регуларне у основи и по висини. Укрупњене конструкције су класификоване као систем дуктилних неповезаних зидова у оба правца. Неукрупњене конструкције су класификоване као систем оквира у оба правца.

2. АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА

На објект су нанета стална оптерећења услед сопствене тежине конструктивних елемената, као и услед сопствене тежине неконструктивних елемената, што подразумева обухватање тежине слојева пода, спушеног плафона и тежину стаклене фасаде расподељену на ободне греде. Као стално оптерећење је обухваћено и оптерећење од бочног притиска тла у стању мировања које делује на подрумске зидове.

Интензитет корисног оптерећења у просторијама објекта је у функцији намене пројектованог простора. Предметни објект је намењен за административну зграду, на основу чега се сврстава у Б категорију, канцеларијске површине. У подруму је предвиђена гаража за возила бруто тежине између 30 и 160 kN, на две осовине, што подрум сврстава у простор категорије Г. Раван кров није предвиђен за коришћење и спада у категорију Х. Поред ових променљивих оптерећења, анализирано је и оптерећење снегом.

Сеизмичко дејство је одређено мултимодалном спектралном анализом, а модална анализа је спроведена за првих 5 периода осциловања конструкције. Спречено је осциловање конструкције у вертикалном правцу и масе су груписане у нивоу таваница. Усвојена је Б категорија тла. Додељена је II класа значаја објекту ($\gamma_I=1.0$). Усвојено пројектно убрзање износи 0.15g. Коефицијент пригушења је 5%. Случајни торзиони ефекти су обухваћени преко додатног случајног ексцентрицитета у износу од 5% димензије таванице управне на правац сеизмичког дејства. Комбиновање ефеката хоризонталних компоненти сеизмичког дејства извршено је “SRSS” правилом.

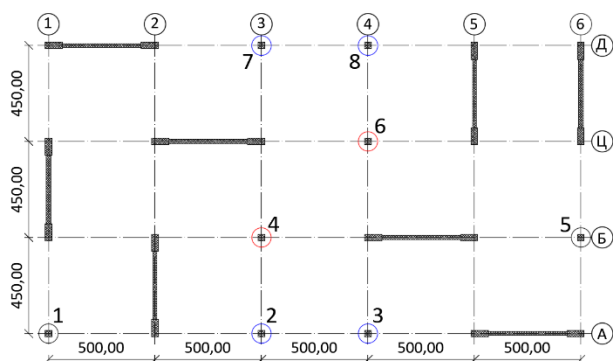
Табела 1. Вредности фактора понашања коришћених у анализама

Тип конструкције	Врста испуне	Класа дуктилности	q
Систем незезаних зидова	Крта	“DCM”	3.00
	Крта	“DCH”	4.40
Оквирни систем	Крта/Дуктилна	“DCM”	3.90
	Крта/Дуктилна	“DCH”	5.85

3. ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦИЈЕ

Заједнички елементи за анализирани конструкције су међуспратне таванице, кровне плоче и подрумски зидови, сви дебљине 20 см, греде димензија 40/30 см и темељна плоча дебљине 40 см, укрућена темељним гредама са горње стране, димензија 80/40 см. Ови елементи су исти и за неукрућене конструкције. Остали елементи варирају у димензијама зависно од класе дуктилности, фактора понашања и врсте неносећих елемената.

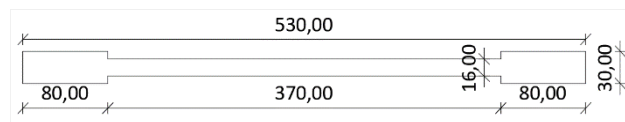
На Сlici 2 приказана је нумерација стубова и оса укрућених конструкција.



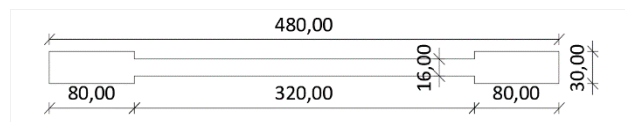
Слика 2. Нумерација стубова укрућених зграда

Сви стубови, осим доле наглашених, димензија су у попречном пресеку 30x30 см. Код “DCM” конструкције, димензије попречних пресека стубова 4 и 6 повећане су у нивоу подрума, приземља и 1. спрата на димензије 35x35 см. Код “DCH” конструкције, димензије пресека стубова 2, 3, 7 и 8 повећане су у нивоу подрума и приземља на димензије 35x35 см, док су пресеци стубова 4 и 6 повећани у нивоу подрума и приземља на димензије 40x40 см, а у нивоу 1. и 2. спрата на 35x35 см.

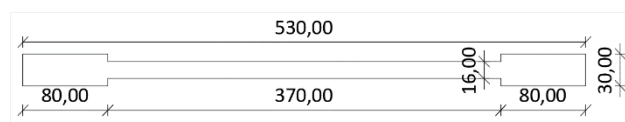
Коначне димензије зидова за укрућење “DCM” конструкције приказане су на Сликама 3 и 4, док су димензије зидова за укрућење “DCH” конструкције приказане на Сликама 5, 6, 7 и 8.



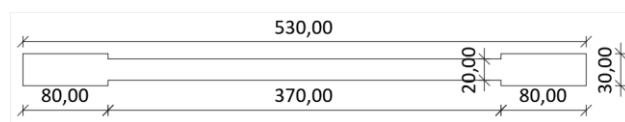
Слика 3. Зид “DCM” конструкције у X-правцу



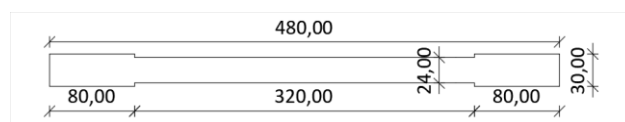
Слика 4. Зид “DCM” конструкције у Y-правцу



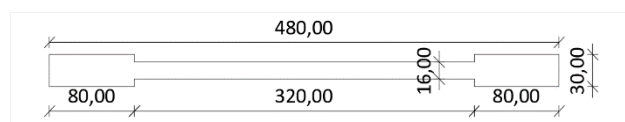
Слика 5. Зид “DCH” конструкције у осам А и Д



Слика 6. Зид “DCH” конструкције у осам Б и Ц



Слика 7. Зид “DCH” конструкције у осам 1 и 6



Слика 8. Зид “DCH” конструкције у осам 2 и 5

Усвојени материјали су челик за армирање “B500C” и бетон класе “C30/37” или “C50/60” код одређених зидова за укрућење код којих је било неопходно.

У свим анализираним моделима тло је представљено Винклеровим моделом, са вредностима крутости ослонаца на померање 25000 kN/m²/m за вертикални и 12500 kN/m²/m за хоризонталне правце.

Флексионе и смичуће крутости свих елемената су редуковане на половину крутости неиспрскалих пресека, у складу са Еврокодом 8. Торзионе крутости греда су редуковане на 10% хомогеног бруто бетонског пресека.

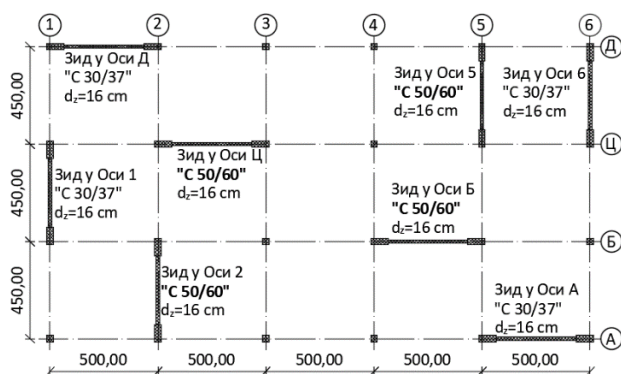
4. УКРУЋЕНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Након димензионисања укрућене конструкције за обе класе дуктилности, где су итеративним поступком одређене најмање димензије свих елемената, добијени су резултати описани у наставку.

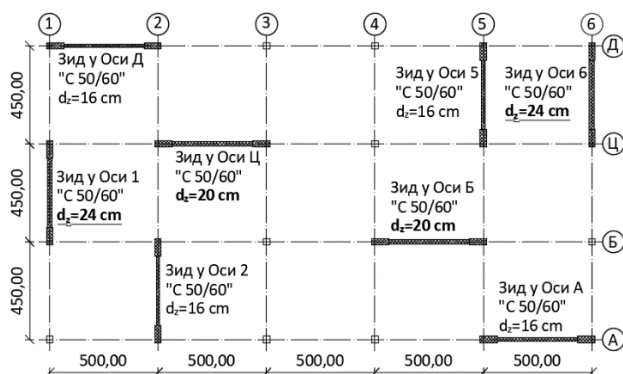
Периоди осциловања указују на то даје и у овом случају диспозиције, где су анализирани зграде јако укрућене зидним платнима, конструкција пројектована за високу класу дуктилности крућа од оне пројектоване за средњу класу дуктилности. Поред мањих разлика у димензијама пресека стубова, које су после-

дица строжих услова максималне нормализоване аксијалне силе код конструкција високе класе дуктилности, много су израженије разлике у дебелинама ребара зидова анализираних конструкција. Критичан услов, који повећава дебелину ребра код конструкција високе класе дуктилности је контрола лома притиснуте дијагонале у ребру услед смицања. Такође, фактор повећања попречних сила, ε , код "DCM" конструкција узима своју минималну вредност - 1.50. Код анализираних "DCH" конструкција, фактор ε може бити максимално 4.40, а углавном се у критичној области креће у вредностима између 3.00 и 4.00.

На Сликама 9 и 10 представљено је поређење обе конструкције у смислу додељених класа бетона и дебелине ребара зидова за укрућење.



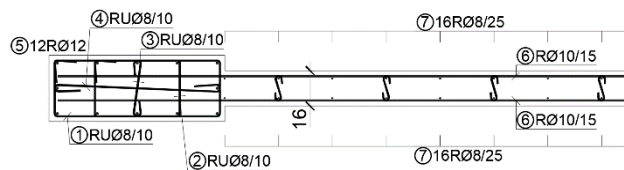
Слика 9. Конструкција средње класе дуктилности



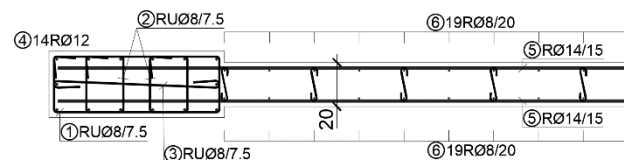
Слика 10. Конструкција високе класе дуктилности

По питању армирања зидова за укрућење, објекти пројектовани за високу класу дуктилности морају се проверити и на дијагонални затежући лом ребра услед смицања и лом смицањем услед клизања. Први услов резултује повећаном количином хоризонталне и вертикалне армитуре у ребру, док ће други услов у одређеним зидовима дати потребу за косом армиатуром у ребру. Овакве контроле се не морају спроводити код објекта средње класе дуктилности, односно носивост на смицање се контролише сагласно одредбама Еврокода 2. Захтеви постављени по максималним дозвољеним размацима између шипки, који су строжи за „DCH” конструкције, имају велики утицај на начин армирања. Такође, с обзиром на веће дебелине ребара зидова „DCH” конструкција биће захтевана и већа количина минималне армитуре, а управо таква ће се усвајати у већини пресека. Такве одредбе праве разлику у количини армитуре на начин да ће дуктилни зидови за конструкцију високе класе дуктилности захтевати већу количину армитуре.

На Сликама 11 и 12 ради упоредаог прегледа приказан је начин армирања (половине) зида за укрућење у оси Б конструкција средње и високе класе дуктилности у пресеку у основи.

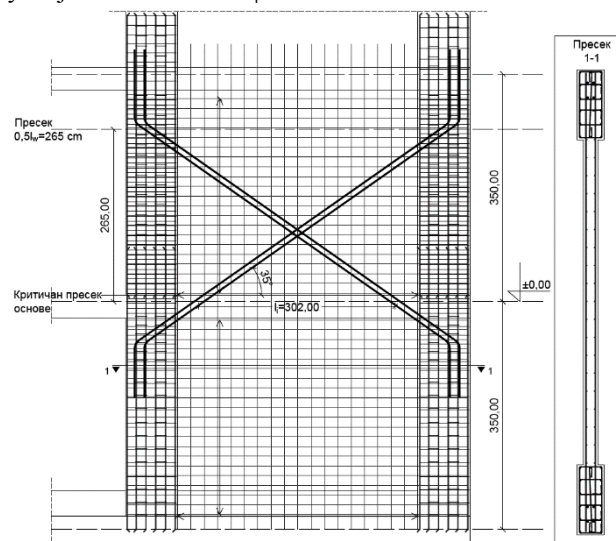


Слика 11. Зид у оси Б "DCM" конструкције



Слика 12. Зид у оси Б „DCH” конструкције

На Сlici 13 приказан је начин постављања косих шипки, у конкретном случају зида у оси А. Обележена је висина зоне кроз коју је неопходно да се пружа коса армитура, али и угао косих шипки у односу на потенцијалну клизну равну и растојање између тежишта два сета косих шипки у пресеку основе као два податка за које не постоји конкретна препорука у Еврокоду 8. Из разлога симетрије шипке се усвајају у групама од по две, четири, шест и тако даље, само са једне стране, односно тај број пута два. Овде су усвојене шипке 2x4RØ20.



Слика 13. Коса армитура зида у оси А ("DCH")

5. НЕУКРУЋЕНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

На основу добијених резултата периода осциловања у обе варијанте испуне и овог пута, код неукрућених конструкција, закључујемо да је конструкција пројектована за високу класу дуктилности крућа него конструкција пројектована за средњу класу дуктилности.

Прво су анализирани конструкције са кртом испуном, где је примећено да је коефицијент „осетљивости” θ вредности далеко мањих од 0.2, до које се ефекти другог реда могу обухватати линеарним увећањем утицаја. Критичан услов је достигнут по оштрим критеријумима ограничења међуспратних померања

зграда за крте неносеће елементе. Идеја је била да се променом неносећих елемената са кртих на дуктилне повећа граница међуспратних померања јер је места за раст коефицијента θ било довољно. Добијени резултати су указали да у случају дуктилне испуне, критичан услов уместо међуспратних померања постаје ограничење коефицијента θ . Ово има за последицу наравно мање димензије пресека стубова зграда са дуктилном испуном, што је повезано са већим дозвољеним међуспратним померањима која су и искоришћена.

Односи димензија стубова у попречном пресеку представљени су у Табели 2.

Табела 2. Коначне димензије стубова

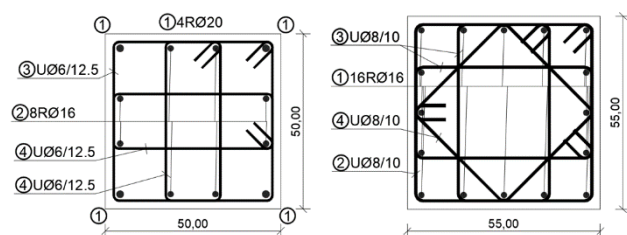
[cm]	Крта испуна	Дуктилна испуна
“DCM”	50x50	40x35
“DCH”	55x55	45x40

Што се тиче армирања елемената оквирних конструкција, примећен је велики утицај одредби које се односе на минималне количине арматуре, максималних размака, минималних пречника шипки и слично.

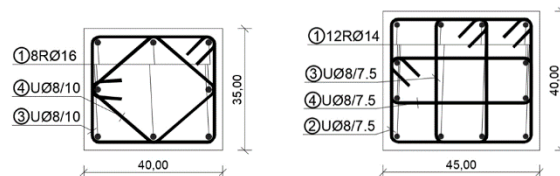
Приликом поређења арматуре у гредама “DCM” и “DCH” конструкције, примећено је да је подужна арматура за конструкцију пројектовану за високу класу дуктилности већа углавном из разлога постојања одредбе која обавезује пружање две шипке $\phi 14$ у обе зоне целом дужином греде. Узенгије су гушће постављене код објекта високе класе дуктилности, али само у критичним областима, и то из разлога строжег максималног размака узенгија.

Код стубова велики утицај има одредба која се односи на максимални размак између две суседне придржане шипке, 20 cm за “DCM”, односно 15 cm за “DCH”. Таква одредба практично одређује број вертикалних шипки и број узенгија. Остаје само да се варира пречник шипки и густина размака узенгија. Подужна арматура стубова је углавном минималне количине. Прорачунски потребна арматура се јавила само само у критичним областима “DCM” зграде са дуктилним неносећим елементима. Услови максималног дозвољеног растојања између узенгија и минималних пречника узенгија су код стубова диктирали начин армирања узенгијама. Стога, због строжих услова, гушће су распоређене узенгије код конструкција високе класе дуктилности.

На Сликама 14 и 15 приказани су начини армирања стубова на нивоу попречног пресека у критичној области у нивоу укљештења.



Слика 14. Крта испуна – лево “DCM”, десно “DCH”



Слика 15. Дуктилна испуна – лево “DCM”, десно “DCH”

6. ЗАКЉУЧАК

6.1. Укрупњене конструкције

Прорачунски поступци који се морају спровести за “DCH” конструкције много су детаљнији од оних за “DCM” конструкције. Ипак, сложенији прорачун и већи фактор понашања није резултирао економичнијом конструкцијом, стога се поставља питање шта је крајња сврха тако детаљног прорачуна и да ли постоји практична применљивост конструкција високих класа дуктилности у зградарству.

6.2. Неукрупњене конструкције

Оквирне конструкције са кртим неносећим елементима имају значајно веће димензије стубова од конструкција са дуктилним неносећим елементима, како би вредности међуспратних померања остале испод граничних вредности. Самим тим је и утрошак арматуре у оваквим конструкцијама већи. Без обзира на врсту испуне, висока класа дуктилности даје конструкције са већим димензијама попречних пресека стубова, али не значајно већим.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Ваљаревић, Упоредна анализа пројектовања армиранобетонске вишеспратне зграде средње и високе класе дуктилности, Нови Сад, 2017.
- [2] Ј. Тамбурић, Упоредна анализа пројектовања армиранобетонске вишеспратне зграде средње и високе класе дуктилности, Нови Сад, 2017.
- [3] З. Брујић, Бетонске конструкције у зградарству (према Еврокоду), Нови Сад, 2018.

Кратка биографија:



Славољуб Илић, рођен у Новом Саду 1991. године. Студирао на Факултету техничких наука у Новом Саду на Департману за грађевинарство, смер Конструкције. Мастер рад из предмета Бетонске конструкције одбранио 2018. године.

PROJEKAT AB INDUSTRIJSKO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROKODU SA UPOREDNOM ANALIZOM DEJSTVA KRANOVA

PROJECT OF INDUSTRIAL-OFFICE BUILDING AND COMPARISON OF CRANE LOADS ACCORDING TO EUROPEAN AND AMERICAN STANDARDS

Miloš Vukobrat, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat armiranobetonske konstrukcije industrijsko – poslovnog objekta, spratnosti (Po+Pr+1) i (Po+Pr+3) na području Novog Sada, prema Evrokod pravilnicima. Na kraju rada prikazana je uporedna analiza dejstva mosnog kрана prema Evropskim i Američkim standardima.

Abstract – The paper contains the design project of reinforced concrete structure of a industrial – office building (basement + ground floor + 1 stories) and (basement + ground floor + 1 stories) in Novi Sad according to Eurocode standards. In the end, the paper contains comparative analysis of crane loads according to European and American standards.

Ključne reči: *armiranobetonska konstrukcija, okvirni sistem, uporedna analiza, dejstvo kranova, Evrokod 2, Evrokod 3.*

1. UVOD

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje armiranobetonsko industrijsko-poslovnog objekta spratnosti Po+Pr+1 i Po+Pr+3, pravougaonog oblika u osnovi, prema zadatom arhitektonskom rešenju. Fundiranje objekta izvršiti preko temeljne ploče, po potrebi ojačane gredama u dva pravca. Noseću konstrukciju objekta projektovati kao armiranobetonsku neukrućenu skeletnu konstrukciju. Podaci o dejstvima i tlu su uzeti za lokaciju: Novi Sad. Dati konstrukcijske detalje i planove armiranja za izabrane elemente i sklopove. U istraživačkom delu rada sprovedena je uporedna analiza dejstva kranova prema evropskim i američkim standardima za predmetni slučaj mosnog kрана.

2. OPIS PROJEKTA

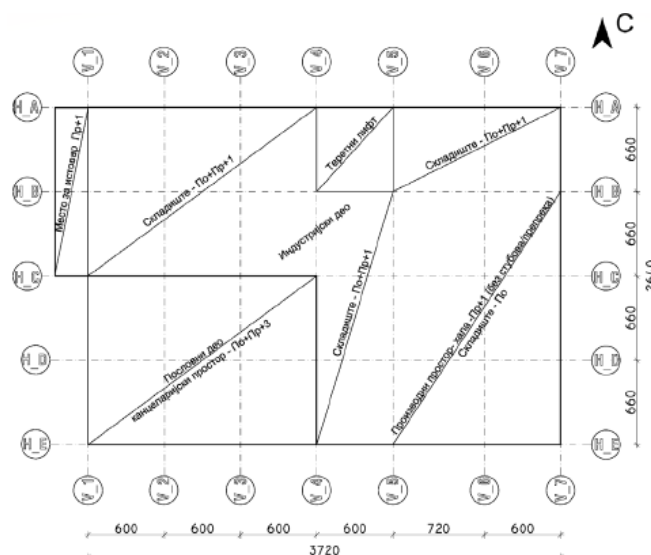
2.1. Arhitektonsko rešenje

Zgrada je pravougaonog oblika u osnovi, sa gabaritnim dimenzijama $37,2 \times 26,4$ m (sl. 1). Visine svih etaža su 4 m. Podrumski etaža industrijskog dela namenjena je kao prostor za skladištenje materijala, dok se u poslovnom delu objekta nalazi kantina, svlačionica za radnike kao i sanitarne prostorije sa ostavom.

NAPOMENA:

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

Prizemlje industrijskog dela služi delom kao skladišni – proizvodni prostor u kom manipuliše mosni kran, na zapadnoj strani objekta nalazi se prostor za odlaganje materijala u paletama. U poslovnom delu nalazi se hol za prijem stranaka. Prvi sprat industrijskog dela objekta predviđen je kao skladišni prostor, a u poslovnom kancelarijski prostor. Drugi i treći sprat poslovnog dela objekta namenjeni su kao kancelarijski prostori, pri čemu je sa istočne strane drugog sprata omogućen izlaz na krov industrijskog dela, koji služi kao krovna terasa sa restoranom.



Slika 1. *Dispozicija ramova i namena prostorija*

Ravni neprohodni krovovi predviđeni su u oba dela objekta. Vertikalna komunikacija je ostvarena preko dva stepeništa i dva lifta.

2.2. Konstruktivni sistem

Konstruktivni sistem objekta je okvirni, formiran od stubova i greda, gde se vertikalno i horizontalno opterećenje prihvata i prenosi krutim tavanicama, dalje se prenosi na grede, te preko stubova do temelja.

Stubovi u objektu su predviđeni promenljivog poprečnog preseka po visini, vodeći računa o intenzitetu opterećenja koje oni nose, pa su ivični stubovi u odnosu na unutrašnje stubove manjeg poprečnog preseka. U delu objekta gde se vrši manipulacija mosnim kranom, u sklopu stuba izvodi se kratki elementi koji služe kao oslonac nosaču kranske staze. Visina greda je određena empirijski kao desetina odnosno sedmina raspona, kako bi bile armirane optimalnim procentom armiranja.

Međuspratne tavanice projektovane su kao kontinualne krstasto armirane ploče sa radom u oba pravca i linijski su oslonjene na grede. Raster stubova koji određuje raspon tavanica iznosi 6,0; 6,6 i 7,2 m.

Konstrukcija oba stepeništa je formirana od dve kose stepenišne ploče širine 1,2 m i debljine 12,00 cm, sa međupodestom na sredini spratne visine, debljine 15,00 cm. Prilikom modeliranja kosih stepenišnih ploča, prekidač „ortotropija“ je postavljen na uključeno stanje, čime se ove ploče modeliraju da rade u jednom pravcu.

Temeljna konstrukcija objekta je projektovana kao puna ploča debljine 35,00 cm ojačana gredama u dva pravca dimenzija 60/120 i 55/100 cm. Gornja ivica temeljnih greda poravnata je sa gornjom ivicom temeljne ploče.

Celokupna konstrukcija objekta je izvedena u klasi betona C 35/40, korišćen je čelik za armiranje kvaliteta B500C kao i čelik S235 za nosač kranske staze.

2.3. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje konstrukcije se sastoji od sopstvene težine konstruktivnih elemenata i sopstvene težine nekonstruktivnih elemenata (dodatno stalno opterećenje). Sopstvena težina konstruktivnih elemenata se u proračun uzima softverskim automatizmom, dok se dodatno stalno određuje prema Evrokodu 1 - EN 1991-1-1:2002 [2] i potom aplicira na model konstrukcije kao linijsko ili površinsko opterećenje.

U zavisnosti od kategorije, odnosno namene određenog prostora, usvojeno je i korisno opterećenje konstrukcije, takođe prema standardu EN 1991-1-1:2002.

Opterećenje viljuškarom i mosnim kranom modelirano je odgovarajućim pokretnim opterećenjem, prema standardima EN 1991-1-1:2002 [2] i EN 1993-6:1999 [6].

Opterećenje vetrom je dobijeno korišćenjem evropskog standarda EN 1991-1-1:2005 [4]. Opterećenje vetrom je na konstrukciju nanoseno kao površinsko, a zatim konvertovano u linijsko.

Seizmičko dejstvo i opterećenje je izračunato i aplicirano na objekat automatski, u okviru softvera Tower 7.0, prema odgovarajućem EN 1998-1:2004 standardu [5]. Za izračunavanje seizmičkih sila primenjena je multimodalna spektralna analiza.

2.4. Statički i dinamički proračun

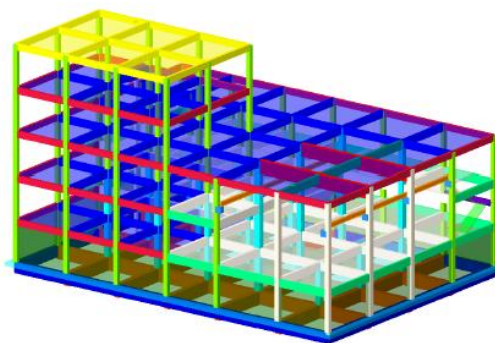
Model konstrukcije je napravljen u softverskom paketu Tower 7.0 (slika 2), a proračun je izvršen prema linearnoj teoriji prvog reda.

Prilikom celokupnog proračuna konstrukcije korišćeni su konačni elementi dimenzija $0,35 \times 0,35$ m.

Oslanjanje konstrukcije zgrade je modelirano kao serija elastičnih opruga, u saglasnosti sa Vinklerovim modelom tla.

Prilikom modalne analize pretpostavljeno je da su međuspratne tavanice apsolutno krute u svojoj ravni i da su mase koncentrisane u nivoima tavanica.

Za definisanje koeficijenata učešća masa za modalnu analizu, korišćene su odredbe pravilnika Evrokod 0 – EN 1991:2002 [1], a u tabeli 1 prikazane su vrednosti perioda oscilovanja konstrukcije.



Slika 2. 3D model konstrukcije

Tabela 1. Periodi oscilovanja konstrukcije(5)

Br.tona	T [s]	f [Hz]
1	0.6491	1.5405
2	0.6226	1.6061
3	0.4776	2.0937
4	0.3421	2.9229
5	0.3184	3.1406
6	0.2926	3.4178
7	0.1911	5.2327
8	0.1873	5.3385
9	0.1787	5.5974
10	0.1542	6.4839
11	0.1511	6.6191
12	0.1484	6.7382

Po završetku modalne analize, mogu se definisati parametri za proračun seizmičkih sila, pri čemu je korišćena multimodalna spektralna analiza [5], koja spada u grupu linearno-elastičnih analiza. Kompletan proračun seizmičkih sila je urađen u okviru softvera, u saglasnosti sa pravilnikom EN 1998-1:2004 koji sadrži opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade.

Kao klasa duktilnosti objekta izabrana je srednja klasa duktilnosti – DCM i prilikom proračuna je dobijena vrednost faktora ponašanja $q = 3,9$.

Za kategoriju tla na kom je objekat fundiran uzeta je kategorija C, kategorija značaja objekta je II, a za odnos ubrzanja prema ubrzanju zemljine teže, zadata je vrednost $a_g/g = 0,20$.

2.5. Proračunske kontrole

Prema pravilniku EN 1998-1:2004, obavezno je izvršiti kontrolu normalnih napona u primarnim seizmičkim elementima (grede i stubovi). Za razliku od domaćih PBAB 87 propisa, u Evrokodu se umesto termina „napon u stubu“ koristi termin „normalizovana aksijalna sila u stubu“, koji predstavlja bezdimenzionalnu relativizovanu vrednost. Kontrola normalizovane aksijalne sile u primarnim seizmičkim elementima se sprovodi za anvelopu kombinacija opterećenja koja je nazvana „seizmička proračunska situacija“, u kojoj su sadržane sve kombinacije relevantne za analiziranje duktilnosti primarnih seizmičkih elemenata.

Izvršena je i kontrola napona u tlu, za anvelopu eksploatacionih seizmičkih, odnosno neseizmičkih kombinacija opterećenja. Za anvelopu seizmičkih kombinacija je dozvoljeni napon u tlu veći za 20%.

Kontrola potrebe obuhvatanja efekata teorije drugog reda izvršena je zbog nepostojanja zidova za ukrucenje u okviru koje je definisan koeficijent osetljivosti naspram kog se utvrđuje da li se efekti teorije drugog reda mogu zanemariti ili se pak moraju analizirati.

Kontrola dopuštenih međuspratnih pomeranja, tj ograničenja se odnose na seizmička dejstva manjih povratnih perioda.

2.6. Dimenzionisanje elemenata

Dimenzionisanje elemenata noseće konstrukcije je izvršeno prema graničnom stanju nosivosti, prema kompletnoj šemi opterećenja u okviru softverskog paketa. Prilikom kombinovanja opterećenja korišćeni su odgovarajući parcijalni koeficijenti uz slučajeve opterećenja, a vođeno je i računa o obaveznom kombinovanju/nekombinovanju određenih slučajeva opterećenja [2], [7], [8].

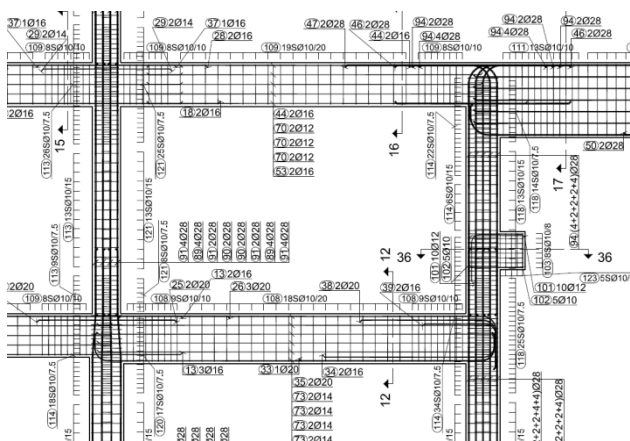
Zaštitni sloj betona do armature je usvojen na osnovu definisanih klasa izloženosti prema Evrokod pravilniku, pri čemu je za sve elemente usvojena klasa izloženosti XC, dok se stepen izloženosti razlikuje od elementa do elementa [7]. Za pojedine vrste elemenata debljina zaštitnog sloja iznosi:

- Temeljna ploča – 40,00mm
- Međuspratne ploče – 25,00mm
- Stepenišne ploče – 20,00mm
- Stubovi i grede (ramovi) – 30,00mm

Dimenzionisanje ploča je izvršeno za karakteristične ploče: temeljnu ploču, ploču jame teretnog lifta, ploču prizemlja i ploču I sprata.

Osim međuspratnih tavanica, dimenzionisane su i kose stepenišne ploče i ploče međupodesta.

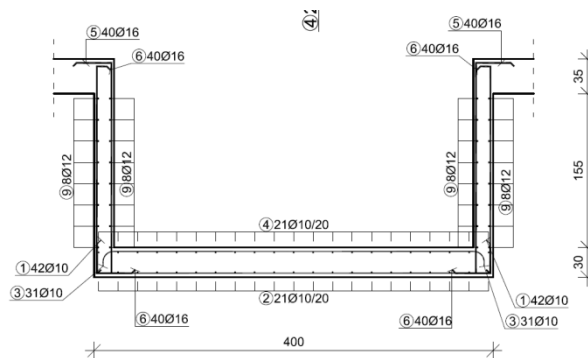
Izabrani ramovi za dimenzionisanje se nalaze u osama H_D i V-6, a pored stubova i greda, u okviru ovih ramova dimenzionisani su kratki elementi i nosači kranske staze u osama V 4 i V 7.



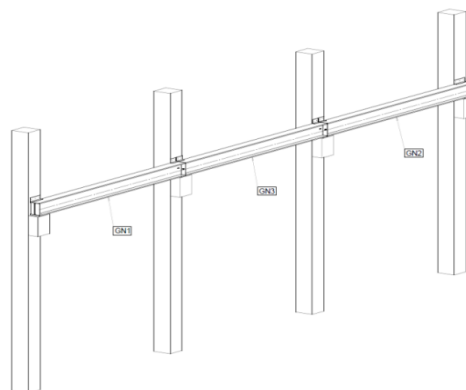
Slika 3. Detalj armiranja rama u osi H_D(7)

Na osnovu rezultata dobijenih dimenzionisanjem, odnosno dobijene potrebne količine armature i kontrole stabilnosti, usvojena je armatura u svim gore pomenutim elementima.

Za njih su izrađeni planovi armiranja (slika 3 i 4) kao i radionički crteži (slika 5), poštujući sve odredbe Evrokoda koje se odnose na pravila armiranja i pravila čeličnih konstrukcija [7], [8].



Slika 4. Detalj armiranja jame teretnog lifta



Slika 5. Izometrijski prikaz nosača kranske staze

2.7. Oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost

Osim dimenzionisanja, radi zadovoljenja odredbi Evrokoda, neophodno je izvršiti dokazivanje nosivosti primarnih seizmičkih elemenata – greda i stubova, a pored ovoga, neophodno je na odgovarajući način izvršiti oblikovanje detalja u cilju postizanja zahtevane lokalne duktilnosti. Sve kontrole i proračuni zasnovani su na EN 1998-1:2004, a način dokazivanja nosivosti i zahtevi za oblikovanje detalja zavisi od izabrane klase duktilnosti konstrukcije [5].

Cilj ovih odredbi je da se spreči formiranje plastičnih zglobova u stubovima i posledično, prelazak konstrukcije u mehanizam. Izmeštanjem zone potencijalnog plastičnog zgloba na spoj stuba i grede, te obezbeđenjem njegovog duktilnog ponašanja, postiže se najbolja moguća disipacija energije zemljotresa, a time i bolje ukupno ponašanje konstrukcije pri dejstvu zemljotresa (5).

3. UPOREDNA ANALIZA

3.1. Dejstvo mosnog krana za predmetni objektat prema Evropskim standardima

Tabela 2. Podela i intenzitet dejstva mosnog krana prema Evropskim standardima [6]

Dinamički koeficijenti koji su uzeti u obzir za određenu grupu opterećenja		$\psi_1 = 1.10$ $\psi_2 = 1.20$ $\psi_3 = 1.50$	$\psi_1 = 1.10$ $\psi_2 = 1.00$ $\psi_3 = 1.50$	$\psi_1 = 1.10$ $\psi_2 = 1.50$	$\psi_4 = 1.10$ $\psi_5 = 1.50$	$\psi_6 = 1.00$	$\psi_7 = 1.00$
Sopstvena težina kрана	$Q_{r(min)}$	22,0 kN	22,0 kN	20 kN	20 kN	20 kN	20 kN
Sopstvena težina kрана i tereta	$Q_{r(max)}$	82 kN	72,0 kN	-	70 kN	70 kN	70 kN
Sile izazvane ubrzanjem ili usporenjem kрана	H_L H_T	4,5 kN 12,18kN	4,5 kN 12,18kN	4,5 kN 12,18kN	4,5 kN 12,18kN		
Sile izazvane bočnim pomeranjem ili rotiranjem kрана	$H_{S,T}$	-	-	-	-	17,3 kN	-
Sile izazvane ubrzanjem ili usporenjem čelika/mačke	H_T	-	-	-	-	-	11 kN

3.2. Dejstvo mosnog kрана za predmetni objekat prema Američkim standardima

Tabela 3. Podela i intenzitet dejstva mosnog kрана prema Američkim standardima [10]

Maksimalno opterećenje točkova kрана	$Q_{r,max}$	70,0 kN
Vertikalno udarno opterećenje točkovima	$Q_{r,max}^{dyn}$	87,5 kN
Poprečno opterećenje	H_{lat}	30,0 kN
Podužno opterećenje	H_{long}	7,0 kN

Na osnovu vrednosti datih u tabelama 2 i 3, može se uočiti da se razlike predmetnih standarda ogledaju pre svega u detaljnijoj obradi dinamičkih koeficijenta po evropskim standardima [6], kojima se uvodi dinamički efekat pri kretanju mosnog kрана. Razlika je još i u tome što se prema američkim standardima ne analizira podužno opterećenje izazvano ubrzanjem ili usporenjem čekrka odnosno "mačke", koje u određenim slučajevima može da izazove nepovoljne uticaje u konstrukciji [10].

Iako su objašnjenja u američkim standardima jasna i nedvosmislena, primeti se da su dosta "siromašnija" u odnosu na evropske standarde, u kojima su data dejstva bolje opisana i praćena odgovarajućim skicama i tabelama, međutim pristup, analiza i rezultati su veoma slični što brojne vrednosti u prethodnim tabelama potvrđuju.

4. ZAKLJUČAK

Reč je o objektu koji se sastoji iz industrijskog i poslovnog dela, pa se posebna pažnja mora posvetiti zvučnoj izolaciji zbog tehnoloških procesa koji su predviđeni u okviru industrijskog dela objekta. Zbog nepostojanja elemenata za ukrućenje, detalji armiranja okvira koje formiraju grede zajedno sa stubovima moraju biti izvedeni u skladu sa projektom i svim važećim pravilima koje daje EuroCode, kako bi se obezbedila neophodna duktilnost. Dinamičko opterećenje izazvano kretanjem viljuškara i mosnog kрана zahteva elemente sa sposobnošću da u toku eksploatacije izdrže veliki broj ciklusa udarnog opterećenja i mogućeg incidentnog opterećenja kao što je udar viljuškara o stub, pa je zbog toga neophodna i češća kontrola konstrukcije, kako ne bi došlo do eventualnog oštećenja. Akcenat se prvenstveno daje za čeličnu konstrukciju od koje je formiran nosač kranske staze na tri polja, koja je upravo iz tog razloga izvedena u statičkom sistemu proste grede, da bi se u slučaju potrebne sanacije nezavisno mogla zameniti. Zbog kretanja viljuškara po etažama, predviđen je teretni lift, koji zahteva izvođenje odgovarajuće temeljne jame ispod nivoa temeljne ploče da bi se obezbedio neophodan prostor prateće konstrukcije lifta.

5. LITERATURA

- [1] Pakvor Aleksandar, Perišić Života, Aćić Mirko. 2006. *Evrokod 0: EN 1990:2002. Osnove proračuna konstrukcija*. Prevod sa engleskog jezika: dr Aleksandar Pakvor. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd.
- [2] Najdanović Dušan. 2009. *Evrokod 1: EN 1991-1-1:2002. Dejstva na konstrukcije; deo 1-1: Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade*. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd.
- [3] Najdanović Dušan. 2009. *Evrokod : EN 1991-1-3:2003. Dejstva na konstrukcije; deo 1-3: Dejstva snega*. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd.
- [4] Marković Zlatko. 2009. *Evrokod : EN 1991-1-4:2005: Dejstva na konstrukcije; deo 1-4: Dejstva vetra*. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd.
- [5] Lađinović Đorđe. 2009. *Evrokod 8: EN 1998-1: 2004. Proračun seizmički otpornih konstrukcija. Deo 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade*. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Beograd.
- [6] EN 1991-3 Actions induced by cranes and machinery (opterećenje izazvano kranovima i mašinama)
- [7] EN 1992-1-1 Design of concrete structures
- [8] EN 1993-1-1 General rules and rules for buildings (opšta pravila i pravila za čelične objekte)
- [9] EN 1993-1-9 Fatigue (zamor)
- [10] EN 1993 - 6 Crane supporting structures (oslonički elementi kranskih staza)
- [11] ASCE 7 „Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures“

Kratka biografija:



Miloš Vukobrat

Rođen je u Novom Sadu 1993. godine Osnovne akademske studije upisuje 2012. godine a diplomski rad iz predmeta Betonske konstrukcije brani u junu 2017. godine i upisuje master studije – smer konstrukcije. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Seizmička analiza konstrukcija odbranio je u aprilu 2018. godine.

MODEL FUNKCIONISANJA VODOZAHVATA FABRIKE SINTETIČKOG KAUČUKA U ELEMIRU**MODEL OF WATER SOURCE EXPLOITATION OF THE SYNTHETIC RUBBER PLANT ELEMIR**

Stefan Bošnjaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu analizirano je industrijsko izvoriste podzemne vode fabrike sintetičkog kaučuka u Elemiru. Na osnovu podataka probnog crpljenja bunara identifikovane su karakteristike kaptiranog vodonosnog sloja. Uspostavljen je model razvoja strujne slike oko baterije eksploatacionih bunara za period veka trajanja. Na osnovu rezultata modela dat je predlog za optimalno korišćenje bunara izvorišta.

Abstract – This work analyzes the water source of the Synthetic Rubber Plant in Elemir. Based on the results of experimental exploitation of wells the characteristics of the exploited aquifer are determined. The model of flow net development in the region of the water source caused by the operation of wells is established for their whole life-time. Based on the model results recommendation for optimum use of the wells is provided.

Ključne reči: Vodozahvat, podzemne vode, numerički model

1. UVOD

Predmet ovog rada su postojeći bunari oznake ERB-1, ERB-2, ERB-3 i ERB-4 koji se nalaze na teritoriji Opštine Zrenjanin, u Elemiru na području "Fabrike sintetičkog kaučuka". Mikro lokacija bunara ima približne koordinate određene sa topografske karte: $x = 5035000\text{m}$; $y = 7447000\text{m}$; $z = 80\text{mm}$. Trebalo je ustanoviti parametre hidrogeološke vodonosne sredine kojima je zatim opisano zemljište u numeričkom modelu: T (koef. transmisivnosti) i μ (koef. uskladištenja). Potom je matematičkim modelom simulira rad bunara, analizirano je ponašanje izvorišta i predložen je optimalan način korišćenja bunara.

2. PRIKAZ GLAVNIH ELEMENATA PROJEKTA BUNARA

Istražno-eksploatacioni radovi koji su predmet ovog izveštaja, izvedeni su 1981. godine. Izvođač radova je preuzeo obavezu izrade i testiranja četiri eksploataciona bušena bunara za potrebe vodosnabdevanja fabrike. U okviru izveštaja prezentovana je tehnička dokumentacija vezana za izvođenje svih radova, kao i analiza litoloških i hidrogeoloških karakteristika terena.

Bušeni bunari izvedeni su u cilju obezbeđivanja dovoljnih količina izdanskih voda za potrebe vodosnabdevanja

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đula Fabian, vanr prof.

buduće fabrike sintetičkog kaučuka u Elemiru. Novoizgrađeni bunari bi trebali da obezbede količinu vode od $Q=120\text{ l/s}$. Analizirajući raspoložive profile izvedenih istražnih i istražno-eksploatacionih bušotina, na području naseljenog mesta Elemir i same lokacije buduće fabrike, može se konstatovati da su česta vertikalna i horizontalna smenjivanja zastupljenih litoloških članova - peskova i glina. Peskovi se javljaju u vidu slojeva različitih debljina i granulometrijskog sastava.

Kao značajnija u hidrogeološkom pogledu, izdvojen je sloj na dubini od oko 36,00 – 70,00 m. U pitanju je zbijeni tip izdani sa subarterskim nivoom u okviru vodonosnih slojeva kvartarne starosti. Kaptirani sloj je promenljiv u pogledu debljine. Prema krivama granulometrijskog sastava izgrađen je od srednjeznih do sitnozrnih peskova. Bušenje eksploatacionih bunara ERB-1, ERB-2, ERB-3 i ERB-4 izvršeno je mašinskom bušačom garniturom „WIRTH B-3“. Na našoj teritoriji u tehnologiji izrade bunara najčešće se koriste dve metode, a to su klasična i reversna metoda. Bunarske konstrukcije koje su izvedene reversnom metodom i savremenim filterskim konstrukcijama smatraju se boljim sa više aspekta, kao što su kapacitet bunara i trajnost u odnosu na bunare izrađene klasičnom metodom. Bunari koji su predmet ovog ispitivanja su bušeni reversnom metodom. Prečnik bušenja kod svih bunara je 1080 mm, a dužina bušotina je oko 70 m. Kod svih bunara korišćene su pune bešavne cevi unutrašnjeg prečnika 406 mm, dok je filter prečnika 400 mm. Cevi su spolja i iznutra premazane bitumenskim anti-korozivnim premazom.

Filter je rebraste konstrukcije, tipa „Gavrilko“ sa unutrašnjim i spoljašnjim namotajima antikorozivne žice i filterskog sita, otvora 0,1 x 0,1 mm. Žica je spiralno motana sa razmakom od oko 3 cm, s tim što su unutrašnji i spoljašnji navoji suprotnog smera.

Filter je - radi što bolje veze između bunara i vodonosnog sloja - zasut kvarcnim granulatom preovlađujućeg prečnika zrna od 1-4 mm. Ovakva granulacija zasipa dobijena je na osnovu granulacije peskova vodonosne sredine i pri eksploataciji ne sme da dozvoli prolaz čestica iz prirodne sredine u bunar. Odmah po ugradnji bunarske konstrukcije pristupilo se ispiranju bunara komprimovanim vazduhom, sistemom „air-lift“-a. Cevi „air-lift“-a su postupno spuštane do samog dna bunara, tako da je bunar dobro ispran. Trajanje ispitivanja „air-lift“-om bilo je 18 časova po bunaru, posle čega se voda na izlazu potpuno izbistrla. Nakon izrade svih bunara urađeno je testiranje sa tri različita proticaja i praćenjem povratka nivoa.

3. PROBNO CRPLJENJE

Probno crpljenje je prvo crpljenje koje se izvodi nakon bušenja i čišćenja bunara. Pre probnog crpljenja prikupljaju se podaci o geološkim obeležjima vodonosnog sloja. Broj probnih crpljenja, njihovo lociranje i temeljne postavke određuju se na temelju vrste problema koji se želi rešiti, vrsti i količini postojećih podataka, te naravno finansijskih sredstava. Probim crpljenjem se izvode kontrolisani terenski eksperimenti u svrhu utvrđivanja hidrauličkih karakteristika vodonosne sredine, te karakteristika tečenja vode u steni vodonosnog sloja i u filtarskom materijalu. Podaci koje dobijamo iz probnih crpljenja bunara su hidrauličke karakteristike izdani, podaci o specifičnoj izdašnosti bunara i o sniženjima u bunaru na temelju kojih se određuje kapacitet bunara.

Posebna pažnja mora se posvetiti veličini zrna pojedinih materijala. Ti podaci govore o hidrauličkoj provodljivosti slojeva koji izgrađuju vodonosni sloj.

4. PRORAČUN KOEF. TRANSMISIVNOSTI I

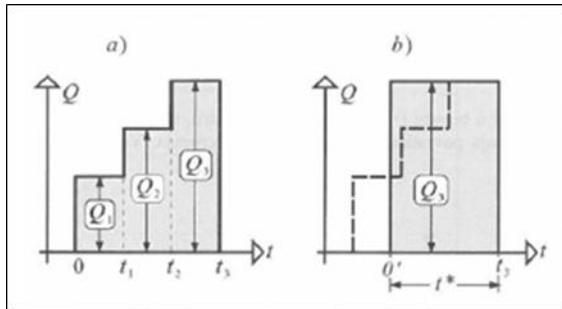
USKLADIŠTENJA ZA PREDMETNE BUNARE RAZLIČITIM METODAMA I UPOREĐENJE REZULTATA

Trebalo je proveriti vrednost hidrogeološkog parametara transmisivnosti T i koeficijenta retencije μ po mogućnosti sa više postupaka, da bi se došlo do njihove što tačnije vrednosti za korišćenje u daljim proračunima. U tu svrhu primenjena je:

1. Metoda zamenjujućeg hidrograma
2. Metoda superpozicije depresija

4.1. Primena metode zamenjujućeg hidrograma

U slučaju da se crpenje izvodi sa više sniženja prema stepenastom hidrogramu, on se preračuna na jedan zamenjujući proticaj (obično najveći), uz uslov da iscrpna zapremina vode ostane ista (slika 1).



Slika 1. Svođenje stvarnog na zamenjujući hidrogram: a) stvarni, b) zamenjujući hidrogram

Zamenjujuće vreme trajanja crpenja t^* , čiji početak predstavlja nulu nove vremenske apscise, računa se prema izrazu:

$$t^* = \frac{Q_1 \cdot t_1 + Q_2 \cdot (t_2 - t_1) + \dots + Q_n \cdot (t_n - t_{n-1})}{Q_n} \quad (1)$$

gde je:

n - ukupan broj proticaja

t_n - n -to vreme početka promene proticaja

Q_n - n -ti proticaj

Budući da je u ovom slučaju poznat koeficijent transmisivnosti T iz tehničkog izveštaja crpljenja, prvi korak je određivanje vremena t (izjednačavanja depresija za bunar i obzervacioni bunar sa dijagrama povratka

nivoa), a zatim fiktivno vreme trajanja crpenja t^* , zatim se iz poznate zavisnosti između vrednosti t , t^* i t_r (koja je naneta na apscisi kao vreme t) određuje t_r .

Na osnovu zavisnosti:

$$t = \frac{t_r}{t_r - t^*} \rightarrow t_r = \frac{t \cdot t^*}{t - 1} \quad (2)$$

vreme od prestanka crpljenja t_{pc} dobija se kao

$$t_{pc} = t_r - t^*.$$

gde je:

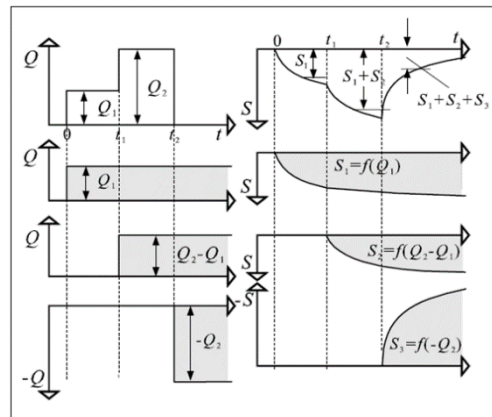
t_r - relativno vreme proteklo od vremena t^* .

Iz uslova:

$$u = \frac{r^2 \cdot \mu}{4 \cdot T \cdot t_{pc}} = 0,05 \text{ dobija se } \mu = \frac{0,2 \cdot T \cdot t_{pc}}{r^2} \quad (3)$$

4.2. Primena metode superpozicije depresija

U sledećem postupku iskoristiće se princip superpozicije strujanja tako da se svako sniženje posmatra kao da je posledica rada posebnog bunara na istoj lokaciji (3 sniženja, 3 bunara), pa je ukupno sniženje zbir sniženja sva tri bunara. Prvi bunar bi onda imao protok Q_1 koji izaziva sniženje s_1 , drugi bunar protok $Q_2 - Q_1$ koji izaziva sniženje $s_2 - s_1$, a treći bunar protok $Q_3 - Q_2$ koji izaziva sniženje $s_3 - s_2$. Ukupno sniženje s je onda superpozicija tri sniženja po Tajsovom rešenju sa pomeranim vremenskim počecima. Bez obzira što je crpljenje stepenasto, po prirodi problema ovom metodom može se dobiti samo jedno rešenje za koeficijent transmisivnosti i koeficijent uskladištenja. Na slici 3. prikazana je šema metode superpozicije sa napomenom da se u slučaju sa slike u pitanju su 2 sniženja.



Slika 3. Hidrogram i nivogram crpenja

Za svaki proticaj crpljenja može se napisati jednačina sniženja, i to:

$$S_1 = \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{2,25 \cdot T \cdot t}{r^2 \cdot \mu} \quad (4)$$

$$S_2 = \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{2,25 \cdot T \cdot t}{r^2 \cdot \mu} + \frac{Q_2 - Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{2,25 \cdot T \cdot (t - t_1)}{r^2 \cdot \mu} \quad (5)$$

Pri tome jednačina (4) važi za $0 \leq t \leq t_1$, $Q = Q_{s1}$ dok jednačina (5) važi za $0 \leq t \leq t_2$, $Q = Q_{s1} + Q_{s2}$. U gornjim jednačinama nepoznate su vrednosti μ i T pa se u opštem slučaju rešavanjem dve jednačine sa dve nepoznate mogu dobiti tražene vrednosti. Budući da je u predmetnom zadatku postojalo tri crpljenja u okviru step testa, problem je preodređen ali je rešiv.

4.3. Poređenje rezultata dobijenih dvema metodama

Iz rezultata proračuna utvrđeno je da veću homogenost rezultata daje metoda superpozicije depresija pa je uzeta kao referentna u odnosu na metodu zamenjujućeg hidrograma (Tabela 2). Razlog za to je činjenica da je metoda zamenjujućeg hidrograma pojednostavljena, približna metoda.

Tabela 2. Uporedni prikaz rezultata dve metode

Metoda superpozicije				Metoda zamenjujućeg hidrograma			
ERB-1		ERB-2		ERB-1		ERB-2	
M	0,00029	μ	0,00032	μ	0,000184	μ	0,000244
T	0,0087	T	0,0090	T	0,0098	T	0,01035
ERB-3		ERB-4		ERB-3		ERB-4	
M	0,00030	μ	0,00025	μ	0,000314	μ	0,000107
T	0,0080	T	0,0070	T	0,00747	T	0,00465

U daljim proračunima za vrednost parametara μ i T usvojena je njihova srednja vrednost za 4 bunara dobijena metodom superpozicije depresija (Tabela 3).

Tabela 3. Usvojene vrednosti koeficijenata

μ (l)	0,00029
T (m ² /s)	0,0082

5. EKSPLOATACIONI KAPACITET BUNARA USLED OBNOVLJIVOSTI ZALIHA AKVIFERA

Prirodno obnavljanje zaliha akvifera treba da osigura dovoljne količine vode za trajnu eksploataciju (dinamičke rezerve). Dinamičku zaliha akvifera predstavlja ona količina vode koja se neprestano nadoknađuje prirodnim prihranjivanjem. Ukoliko ne bi bilo obnavljanja zaliha, spuštanje nivoa u bunaru usled crpljenja bilo bi neprekidno i strujanje se ne bi moglo ustaliti.

Zahvaljujući činjenici da se akviferi obnavljaju putem infiltracije, u zavisnosti od intenziteta infiltracije i prostranosti crpljenjem aktivirane zone akvifera za određen proticaj crpljenja depresija bunara može da se ustali. Postupci za utvrđivanje eksploatacionog kapaciteta bunara neizbežno se zasnivaju na određenim pretpostavkama, koje se tokom probnog crpljenja (ili eksploatacije) mogu potvrditi ili opovrgnuti. Određivanje eksploatacionog proticaja može da se radi:

1. pomoću specifičnog kapaciteta
2. preko radijusa dejstva bunara.

Iz razloga što projektno tehnička dokumentacija ne obuhvata istovremeno testiranje svih bunara na datoj lokaciji, nije moguće ustanoviti zavisnost sumarne depresije i vremena crpljenja.

U predmetnom radu korišćena je simulacija pomoću analitičkog modela primenom Tajsovog rešenja, čime je utvrđeno da u veku trajanja bunara neće doći do pada nivoa ispod dozvoljene kote za slučaj arterskog akvifera. U odnosu na postupak određivanja eksploatacionog kapaciteta bunara preko specifičnog kapaciteta, u ovom radu prikazan model na osnovu Tajsovog rešenja je na strani sigurnosti, pošto ne uvažava obnavljanja zaliha akvifera.

6. DOZVOLJENE BRZINE U BLIZINI BUNARA I PROTICAJI PO KRITERIJUMU OČUVANJA FILTRACIONE STABILNOSTI

Postoje dva kriterijuma u pogledu ograničenja brzina:

1. kriterijum brzina za osiguranje filtracione stabilnosti
2. kriterijum laminarnog tečenja

Radi sačuvanja trajne funkcionalnosti bunara ulazne brzine u bunar su ograničene sa više uslova. Sa jedne strane, kriterijum laminarnog tečenja iskazan Rejnoldsovim brojem treba da spreči degradaciju filterske konstrukcije. Naime, pojavom turbulencije prilikom ulaska vode u otvore filterske konstrukcije dolazi do izrazitog narušavanja hemijske ravnoteže materija u vodi i na taj način se intenziviraju procesi korozije na filterskoj konstrukciji i u prifilterskoj zoni bunara. Sa druge strane, ne sme se dozvoliti sufozija vodonosnog sloja. Upoređivanjem dva proticaja Q_1 i Q_2 (sračunatih za oba kriterijuma i za sva 4 bunara) dolazi se do vrednosti maksimalno dozvoljenog proticaja koji je prikazan u tabeli 4.

Tabela 4. Maksimalni dozvoljeni proticaj bunara

Bunar	ERB-1	ERB-2	ERB-3	ERB-4
Q (l/s)	62,02	66,66	54,08	41,93

7. SUPERPOZICIJA STRUJANJA

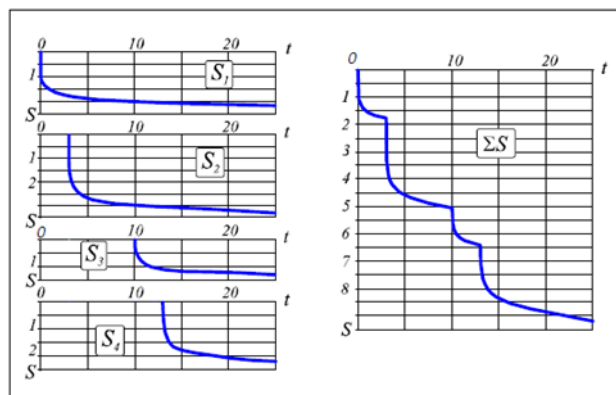
Analizira se rad grupe savršenih bunara u homogenoj, izotropnoj izdani neograničenog prostiranja. U opštem slučaju, svi bunari mogu da rade sa različitim ali konstantnim proticajima. Vreme početka crpenja iz svakog pojedinog bunara je proizvoljno. U proizvoljnoj tački M strujnog polja uticaj pojedinačnog bunara n na rezultujuće spuštanje nivoa podzemne vode određena je jednačinama:

$$S_n = \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot W(u_n), u_n = \frac{r_n^2 \cdot \mu}{4 \cdot t_i \cdot T} \quad (5)$$

gde je W tzv. bunarska funkcija, a u_n je pomoćna promenljiva.

Na slici 4 prikazani su pojedinačni i sumarni nivogram (depresije) grupe od 4 bunara u tački M, kao rezultat rada svih bunara. Rezultujuću depresiju s^M u tački M predstavlja zbir pojedinačnih depresija u istoj tački:

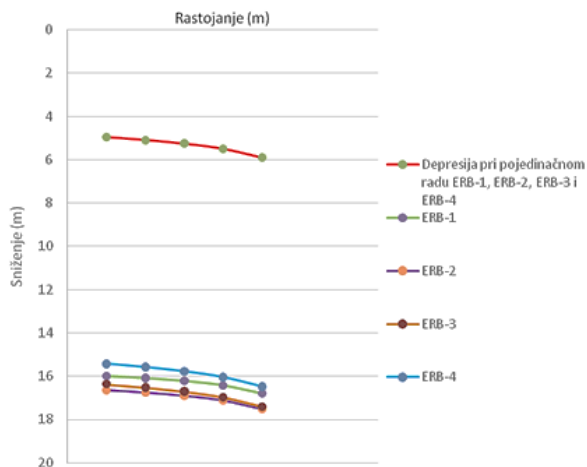
$$s^M = \sum_{i=1}^n s_i^M \quad (6)$$



Slika 4. Dijagrami depresije grupe od četiri bunara

Pokrovni sloj izdani pod pritiskom iz koje se vrši eksploatacija vode nalazi se na oko $Z=-36$ m. Početni uslov je da je nivo vode pre početka crpljenja jednak statičkom nivou. Za korišćenje modela po Tajsovom

rešenju nije potrebno zadavanje graničnih uslova (neporemećen nivo vode se javlja na beskonačnoj udaljenosti od predmetnih bunara) pošto su već uvaženi preko samog rešenja. Primenom modela ustanovljeno je koji od bunara trpi najmanje uticaje okolnih bunara.



Slika 5. Uporedni prikaz depresija pri pojedinačnom radu bunara i pri istovremenom radu svih bunara identičnim kapacitetom (depresija u okolini od 50 m)

Na slici 5 se može ustanoviti da bunar ERB-4 trpi najmanje uticaje okolnih bunara. Posle njega sledi bunar ERB-1, a potom ERB-3 i ERB-2. Nepovoljna lokacija bunara ERB-2 ima za posledicu da je najviše izložen uticaju ostalih bunara.

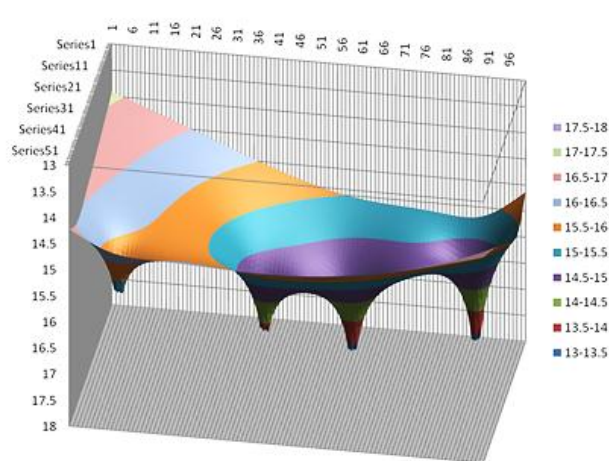
Potrebe industrije tj. proizvodnog pogona su poznate i iznose $Q_{ind}=120$ l/s. Tokom simulacija rada bunara za različite protoke i vremenske intervale, ustanovljeno je da svakako postoji povoljniji režim crpljenja vode iz bunara od projektom predviđenog, po kome svaki bunar radi istim kapacitetom $Q_{ERB}=30$ l/s i tako obezbeđuju ukupan zahtevani proticaj od 120 l/s.

Povoljnijim, tj. optimalnim režimom se podrazumeva onaj režim crpljenja koji obezbeđuje dugovečnost u radu bunara usled usklađenosti proticaja crpljenja pojedinog bunara sa kapacitetom diktiranim položajem bunara. Za taj kriterijum dobijen je optimalan proticaj crpljenja pojedinog bunara prikazan u tabeli 5.

Tabela 5. Optimalne vrednosti eksploatacionih proticaja

Bunar	Q (l/s)
ERB-1	39
ERB-2	33
ERB-3	27
ERB-4	21

Koeficijent sigurnosti u pogledu eksploatacionog proticaja za sve bunare, osim za bunar ERB-1, iznosi oko 2. Za bunar ERB-1 koeficijent sigurnosti je malo manji, ali to je prihvatljivo zbog nepovoljnog položaja bunara u odnosu na ostale, kao i zbog toga što se prilikom probnog crpljenja pokazao dosta dobro u odnosu na ostale.



Slika 6. Sumarne depresije u periodu od $T=30$ god

Shodno rezultatu optimizacije glavni izvori vode su bunari ERB-1 i ERB-2.

8. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj master rada bio je da se utvrdi dovoljno pouzdana podloga u vidu karakteristika akvifera (koeficijenta transmisivnosti T i koeficijenta uskladištenja μ) na lokaciji testiranih bunara, što je omogućilo uspostavljanje analitičkog modela za analizu varijantnih rešenja eksploatacije izvorišta. Na osnovu rezultata probnih crpljenja koeficijent transmisivnosti T i koeficijent uskladištenja μ je utvrđen sa dva postupka, čime je verovatnoća usvojenih vrednosti za dalje proračune znatno povećana. Analizom je ustanovljeno sledeće:

- Bunari ERB-1 i ERB-2 su za ovu lokaciju očekivanih eksploatacionih kapaciteta i u njima treba pronaći glavne oslonce za snabdevanje industrije vodom.
- Bunar ERB-3 je pokazao odlične karakteristike pri nešto manjim proticajima, te se preporučuje da se eksploatiše proticajem do 28-29 l/s.
- Bunar ERB-4 se pokazao kao najslabiji u ovoj grupi i predloženo je da se crpi redukovanim proticajem.

9. LITERATURA

- [1] Tehnički izveštaj izgradnje eksploatacionih bunara i probnog testiranja u Fabrici sintetičkog kaučuka Elemir.
- [2] Milenko Pušić, Dinamika podzemnih voda, Beograd 2016.
- [3] Milenko Pušić, Hidraulika bunara, Beograd, 2012.
- [4] D. K. Todd, Ground water hydrology, John Wiley & Sons Inc., New York, 1967
- [5] Philip B. Bedient, Groundwater flow to wells, Rice University – Houston, 2016
- [6] Valentina Štefanek – Master rad, Probno crpljenje zdenca za potrebe određivanja parametra vodonosnika u Maloj Subotici, Varaždin, 2011.

Kratka biografija:



Stefan Bošnjaković rođen je u Zrenjaninu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Hidrotehnika odbranio je 2018. god.

КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ВИШЕСПРАТНЕ АРМИРАНОБЕТОНСКЕ ЗГРАДЕ СА И БЕЗ БАЗНЕ ИЗОЛАЦИЈЕ

COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH AND WITHOUT BASE ISOLATION

Милутин Божовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област: ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Кроз овај рад анализирана је ефикасност примене базне изолације на објекту спратности $Pr+4+Kp$ према правилима и принципима које прописује Еврокод. Теоријским основама је обухваћен концепт сеизмичке базне изолације и њено моделирање у конструкцији. Димензионисане су две конструкције са и без базне изолације, за средњу класу дуктилности и на крају је поређена потреба за арматуром и смичућа сила у основи.

Кључне речи: Базна изолација, сеизмичка изолација, еластомерна лежишта, смичућа сила

Abstract – Through this work is analyzed the efficiency of application of the base isolation at the construction of multistory reinforced concrete ground floor + 4 stories + roof according to the rules and principles prescribed by Eurocodes. Theoretical bases include the concept of seismic base isolation and its modeling in the construction. Two constructions with and without base isolation were dimensioned, for the middle class of ductility and in the end, the need for reinforcement and shaving force in the base was compared.

Keywords: base isolation, seismic isolation, elastomeric bearings, shear force

1. КОНЦЕПТ ПРОРАЧУНА ПРЕМА ЕВРОКОДУ

1.1. Принцип асеизмичког пројектовања

Основни циљ пројектовања у сеизмички активним подручјима је да се приликом земљотреса сачувају људски животи, минимализује материјална штета и обезбеди да објекти који су од виталног значаја за функционалност друштва након земљотреса остану употребљиви.

Сеизмички прорачун је извршен помоћу софтвера Tower 7 где је за методу прорачуна сеизмичких сила коришћена *мултимодална спектрална анализа*. Ова врста анализе се примењује када се поред првог морају узети у обзир и утицаји виших својствених облика слободних вибрација. То је водећа, доминантна метода за сеизмичку анализу конструкција у Еврокоду. При мултимодалној спектралној анализи потребно је да се узму у обзир сви својствени облици вибрација

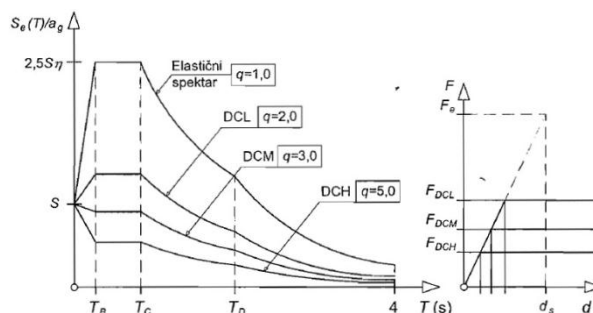
НАПОМЕНА:

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

– тонови, који значајно доприносе глобалном одговору конструкције. За процену утицаја појединих тонова на укупно понашање конструкције користи се **ефективна модална маса**, која је мера доприноса тонова.

Капацитет конструкцијских система да се земљотресним дејствима супротставе у нелинеарној, постеластичној области понашања, омогућава прорачун конструкције на сеизмичке силе које су битно мање од оних које одговарају линеарном еластичном спектру одговора.

Да би се избегла експлицитна нелинеарна анализа, узимајући у обзир капацитет конструкције за дисипацију енергије кроз превасходно дуктилно понашање (пластификацију) њених елемената, спроводи се еластична анализа заснована на спектру одговора који је редукван у односу на еластичан спектар.



Слика 1. Еластични и пројектни спектар одговора – дијаграми сила - померање

Преко фактора понашања q се апроксимативно дефинише однос сеизмичких сила које би деловале на конструкцију у случају да је њен одговор у потпуности еластичан, 5% релативног вискозног пригушења. Силе према којима се димензионише конструкција (пројектне сеизмичке силе) додатно зависе од процене рационалности конструкције али и од економске могућности заједнице и политике заштите од елементарних непогода.

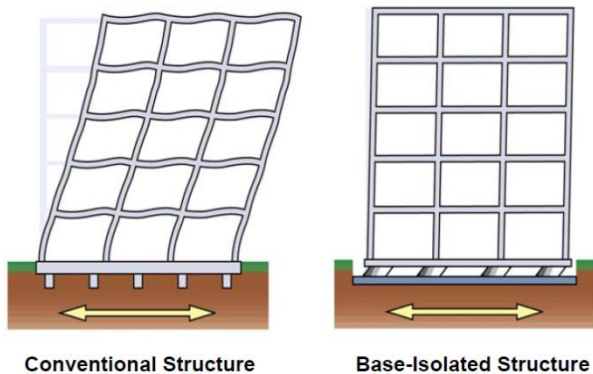
Танком линијом је приказано понашање еластичног система (слика 1). Након достизања пројектног оптерећења, идеализовано, конструкција се понаша пластично (без прираста силе) увећавајући померања.

Фактор понашања је мера глобалне дуктилности конструкције. Ово се још назива и принципом једнаких померања (equal displacement principle).

2. БАЗНА ИЗОЛАЦИЈА

2.1. Захтеви за пројектовање

Термин *базна изолација* у основи означава стање развојености основе која одоздо носи конструкцију или служи као темељ за објекте и конструкције. Изворна терминологија базне изолације данас је све чешће замењена са изразом *сеизмичка изолација*, указујући на то да у неким случајевима одвајање може бити и изнад основе, нпр. код мостова натконструкција је одвојена од стубова који су део потконструкције. Другим речима, термин *сеизмичка изолација* је исправнији са аспекта „засебног рада“ односно одвојених ефеката при дејству земљотреса (слика 2).

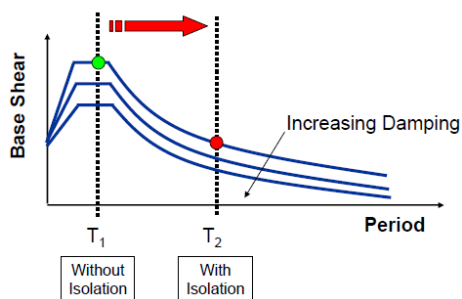


Слика 2. Понашање зграде са базном изолацијом [2]

Основни концепт пројектовања који треба испоштовати је да конструкције преживе земљотрес и да се након тога могу санирати уз што мање трошкове. За сва оптерећења, како за ветар и гравитациона, тако и за земљотресно дејство мора бити испуњена једноставна једначина:

$$\text{капацитет} > \text{захтева}$$

Главни циљ базне изолације је повећање сопствене фреквенције конструкције чиме ће се смањити псеудоубрзања чиме се смањују инерцијалне силе у конструкцији. Са становишта дисипације енергије, базна изолација помера конструкцију у зону мањих убрзања па се тиме смањује количина енергије која се уноси у конструкцију (слика 3).

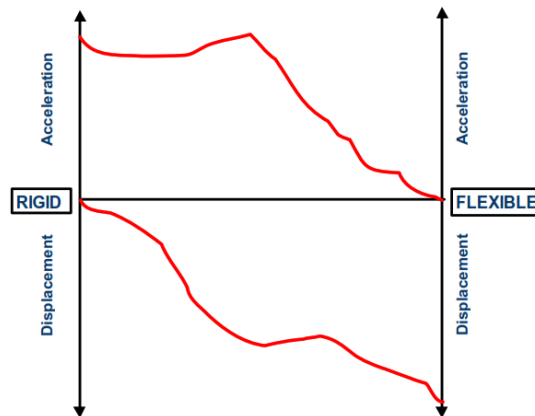


Слика 3. Утицај сопствене фреквенције на смичућу силу у основи [2]

Може се размишљати на начин да се конструкције могу заштитити од деструктивних сила земљотреса повећањем њихове чврстоће тако да се не сруше. Ово би изискивало неминован рад конструкције само у еластичној зони што би значило много веће дебљине свих елемената конструкције. Другим речима, ако је

темељ круто спојен са објектом или било којим делом конструкције, све силе које се индукују током земљотреса биће пренете директно, без промене фреквенције, остатку конструкције.

Конструкције које су апсолутно круте имају период осциловања 0. Када се тло помера убрзање које се индукује у конструкцији ће бити једнако убрзању тла док ће релативно померање конструкције и тла бити 0. Конструкција се помера заједно са тлом за исто растојање (слика 4).



Слика 4. Псеудо убрзања и померања [1]

Конструкција која је јако флексибилна ће имати период осциловања који тежи бесконачности. За овакве конструкције, када се тло испод конструкције помера у конструкцији се неће индуковати убрзања али ће релативно померање између конструкције и тла бити једнако померању тла. Конструкција се неће померати док се тло помера.

Све конструкције су у реалности између апсолутно крутих и апсолутно флексибилних конструкција, тако да је одговор конструкције на кретање тла у ствари између два екстрема. За сопствене периоде осциловања између нула и бесконачно, максимална убрзања и релативна померања су функција земљотреса.

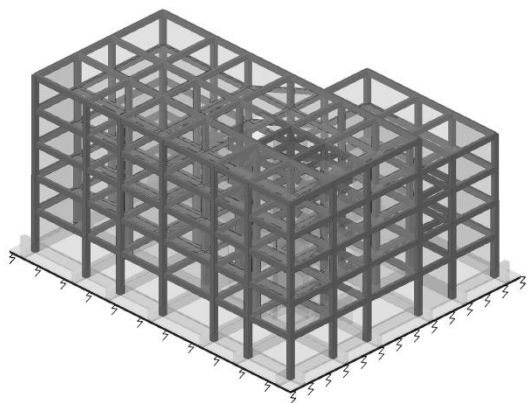
3. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

3.1. Предмет рада

Предмет овог рада је анализа сеизмичког одговора зграде са и без базне изолације. Анализира се несиметричан објекат у основи и по висини, облика латиничног слова „L“ спратности Пр+4+Кров. За репер је изабрана **контрола сеизмичке силе у основи**. Праве се два модела зграде. Први модел се димензионише сагласно одредбама Еврокод 8 по посебном *принципу програмираног понашања (capacity design)*. Добија се потреба за арматуром која се пореди само квантитативно. Други модел се прави са еластомерним лежиштима која су моделирана у програму Tower 7. Димензионише се објекат (сада не по принципу програмираног понашања јер то није обавеза за зграде ниског нивоа дисипације енергије, DCL) и пореде се потребе за арматуром у свим рамовима и индуковане сеизмичке силе у основи. Распони греда су у растеру 4, 5 и 6 m у оба правца. Објекат је темељен на плочи укрупњеној гредама које се пружају у два управна правца и укрупњен зидовима за укрупњење који се налазе у оквиру одређених рамова.

- фактор понашања: $q = 0,8 \cdot 3,0 \cdot 1,3 = 3,12$ и $q = 1,5$ за базно изоловану конструкцију
- класа значаја објекта: **I** тип $\gamma = 1$
- убрзање тла: $a_g = 0,24g$
- тип тла: **Б**
- фактор пригушења **5%** и **28%** за базно изоловану конструкцију
- класа дуктилности **DCM** и **DCL** за базно изоловану конструкцију
- класа бетона C35/45

Објекат је несиметричан и по висини и у основи. У основи је облика латиничног слова „L“, док је по висини смакнут за један спрат, ширине кракова 15 m, а неједнаких дужина кракова, 24 m и 30 m (слика 5).

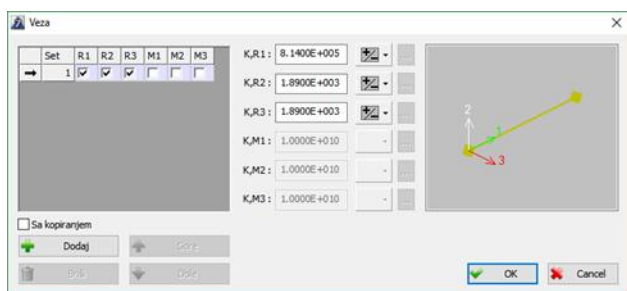


Слика 5. Изометрија

4. МОДЕЛИРАЊЕ

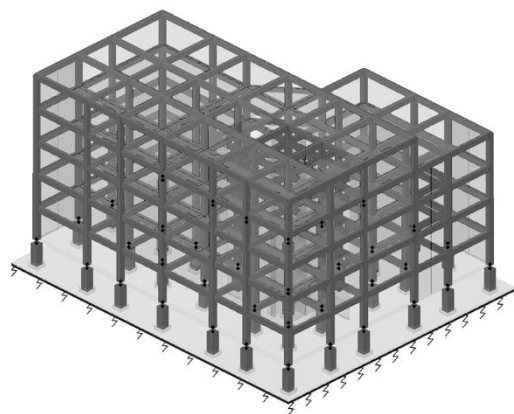
Користе се лежишта пречника 500 mm чије су карактеристике предвиђене каталогом произвођача. Линк везама (слика 6) повезан је врх стубова подрумске етаже (уметнута етажа) и плоче приземља.

Врх стубова је на коти -0,4 m, а етажа приземља је на коти 0,0 m. Линк везама се додељује одговарајућа крутост у хоризонталном и вертикалном правцу сагласно каталогу произвођача. Изабрана димензија од 0,4 m приближно одговара димензији изабраног изолатора.



Слика 6. Моделирање изолатора у програму Tower 7

Стубови испод изолатора су димензија 70/70 cm са конзолним проширењима због предвиђеног постављања опреме за замену изолатора након дејства земљотреса (пнеуматске хидрауличне дизалице, слика 7).



Слика 7. Изометрија изоловане конструкције

5. ПОТРЕБНА АРМАТУРА

Конструкција са базном изолацијом има већи период осциловања што значајно утиче на утицаје који се јављају при сеизмичком дејству, те је потреба за арматуром мања (график 1) него код традиционално пројектованих конструкција.

Табела 1. Период осциловања

Тонов:	Неизолована конструкција [s]	Изолована конструкција [s]
1	0,53	1,66
2	0,44	1,64
3	0,38	1,48
4	0,12	0,31
5	0,12	0,27
6	0,11	0,24
7	0,09	0,16
8	0,08	0,15
9	0,07	0,13
10	0,06	0,13

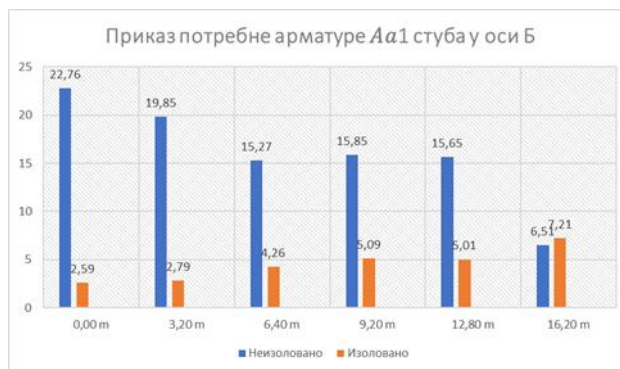


График 1. Потребна арматура A_{a1} у стубовима

Већа потреба за арматуром у ослоначким пресецима код изоловане конструкције (график 2) је због значајне прерасподеле утицаја будући да су изолаторске јединице мање крутости у вертикалном правцу од класично пројектоване конструкције са гредама у оба правца. Прерасподелом утицаја се добијају већи ослоначки моменти греда код сталног, корисног и оптерећења ветра.

Потреба за арматуром у стубовима је много мања код изоловане конструкције имајући у виду да сада конструкција ради у еластичном подручју те да се Еврокодове одредбе Capacity Design не примењују. Ове одредбе су само обавезне код конструкција које дисипирају енергију пластификацијом пресека. Како се код изоловане конструкције сви утицаји примају еластичним радом (DCL), примењују се правила за димензионисање EN 1992-1-1.

Изузетна предност примене код конструкција мале спратности а од виталног значаја друштва као што су болнице, објекти са скупом опремом, конструкције које морају константно радити (нуклеарни реактори, ватрогасне станице, полицијске станице, итд.)

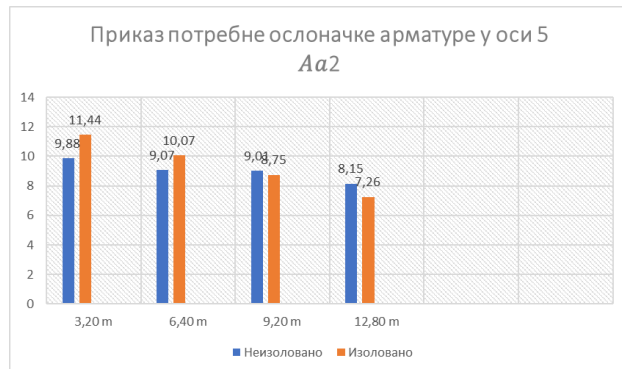


График 2. Потребна арматура A_{a2} у гредама



График 3. Понашање неизоловане конструкције

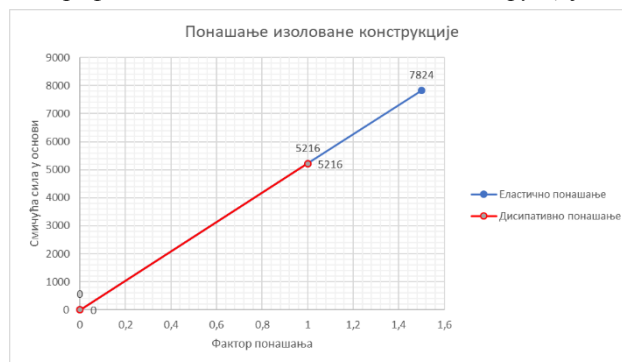


График 4. Понашање изоловане конструкције

На графицима је приказано како би се конструкција понашала када би се сеизмичко дејство примало еластичним радом конструкције (еластично понашање) и реално понашање, дисипативно, код неизоловане конструкције (график 3 и график 4).

Неизолована конструкција са фактором понашања од 3,12 дисипира енергију унуту земљотресом пластичним понашањем, ротацијом пресека. За неки мало

јачи земљотрес од разматраног у овом раду, неизолована конструкција би претрпела значајна оштећења која можда не би могла бити санирана, наравно уз очување интегритета за евакуацију људи. Са друге стране, изолована конструкција ради у еластичном подручју и при удару неког већег земљотреса она би почела да се пластификује и имала би велику способност за то. Њена оштећења била би занемарљиви мала. Цена поправке изоловане конструкције би била занемарљиво мала.

Дуктилност пресека је мера оштећења конструкције. Што је фактор понашања већи то су и оштећења већа.

Такође, смичућа сила у основи је код изоловане конструкције смањена око 2,6 пута (7824/20162,66). Оволико смањење, иако је очекивано знатно више, се објашњава избором изолатора и њиховом бочном крутошћу. Наиме, много веће смањење смичуће силе би било када би конструкција имала период осциловања преко 3 секунде. Сам избор изолатора је био да буду довољно крути да се приликом дејства ветра јаве мала померања.

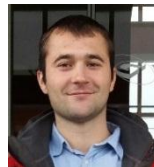
6. ЗАКЉУЧАК

Анализом две конструкције дошло се до очекиваних резултата који по питању периода осциловања, смичуће силе у основи и потребне арматуре. Потврђене су теоријске основе и показано је да конструкција са базном изолацијом има већи период осциловања што значајно утиче на утицаје који се јављају при сеизмичком дејству. Потреба за арматуром у гредама је код изоловане конструкције нешто већа. Изолована конструкција је скупља у старту, али је у предности што је њен рад у еластичној зони те када би дошло до већег земљотреса ова конструкција би прошла са минималним оштећењем.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] K. E. Trevor, „Base isolation of structures [2001], Design Guidelines, Holmes Consulting Group ltd, “[На мрежи]. Available: https://www.academia.edu/4948840/BASE_ISOLATION_OF_STRUCTURES_DESIGN_GUIDELINES_DESIGN_GUIDELINES_DESIGN_GUIDELINES_DESIGN_GUIDELINES.
- [2] P. Michael D. Symans, Seismic Protective Systems [2003]: Seismic isolation, Instructional Material Complementing FEMA 451, fema.gov, Fema.

Кратка биографија



Милутин Божовић рођен је у Косовској Митровици 1992. год. Након завршене средње школе 2011. уписује Факултет техничких наука, у Новом Саду на одсеку за грађевинарство. Звање дипломираног инжењера грађевинарства стиче 2016. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Сеизмичке анализе конструкција одбранио је у мају 2018. год.

HIDROIZOLACIONE SPOJNICE ZA RADNE PREKIDE U BETONIRANJU

WATERPROOF JOINT SEALINGS FOR CONCRETE STRUCTURES

Danijel Parenta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj - Ovim radom je obrađena analiza i odabir hidroizolacionih spojnica za radne prekide u betoniranju na objektima kompenzacioni bazen i rezervoar za vodu za „Sprinkler“ raspršni sistem

Abstract - In this master thesis it was work on analysis and selection of waterproof joint sealings for concrete structures on balancing reservoir tank, sprinkler installation and pump and valve station.

Keywords: Hidroizolacione spojnice; tehnologija i organizacija građenja; Kompenzacioni bazen; Rezervoar za vodu

1. UVOD

Organizacija gradilišta predstavlja polaznu tačku za početak izvođenja radova na gradilištima. Da bi se bilo koji građevinski objekat uspešno i efikasno realizovao, neophodno je obratiti pažnju i uzeti u obzir niz okolnosti i delatnosti koje obuhvata tehnologija i organizacija građenja.

Napredak nauke i tehnike uslovio je naglo povećanje složenosti, obima i vrednosti projekata koji se realizuju, pooštreni su zahtevi u pogledu njihove razrade i realizacije.

Složenost građevinske proizvodnje karakteriše veliki broj operacija i veliki obim proizvodnje, visok stepen mehanizovanosti procesa, kao i složena organizacija proizvodnje. Upravo iz ovih razloga, tok i efekti proizvodnje nisu unapred dovoljno sagledivi, što može dovesti do nepredviđenih teškoća, praćenih neprihvatljivo velikim troškovima.

U cilju sprečavanja pojave većine nepovoljnih okolnosti, potrebno je celishodno planirati i uzeti u obzir parametre od važnosti za realizaciju objekta.

Pre razrade novog projekta, neophodno je misaono predstaviti sve operacije projekta, srediti te operacije prema postupnosti izvršenja, objasniti smisao i značaj svake operacije, kao i to na koji način i pomoću kojih sredstava se data operacija može izvršiti.

2. TEHNIČKI OPIS OBJEKTA

Za potrebe Investitora „Koteks Viscofan“ d.o.o. iz Novog Sada, urađeno je idejno rešenje dogradnje postojećeg postrojenja u vidu dva dela projekta.

NAPOMENA:

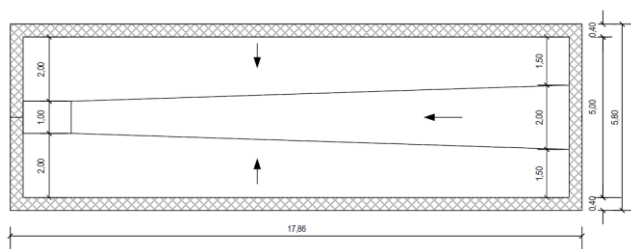
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Vladimir Mučenski.

Prvi deo ovog projekta podrazumevao je izgradnju kompenzacionog bazena u cilju zaštite okolnog zemljišta, površinskih i podzemnih voda, dok je drugim delom obuhvaćena izgradnja rezervoara za vodu u cilju zaštite od požara objekta postojećeg regalnog magacina.

2.1. Kompenzacioni bazen – komora 3

Usled potrebe za proširenjem kapaciteta postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, pored postojećih, predviđena je izgradnja još jedne identične komore kompenzacionog bazena, zapremine 400 m³.

Kao i postojeće komore, namenjena je za ujednačavanje kvaliteta doteklih otpadnih voda i izravnavanje hidrauličkih neravnomernosti.



Slika 1 - Dispozicija objekta "kompenzacioni bazen"

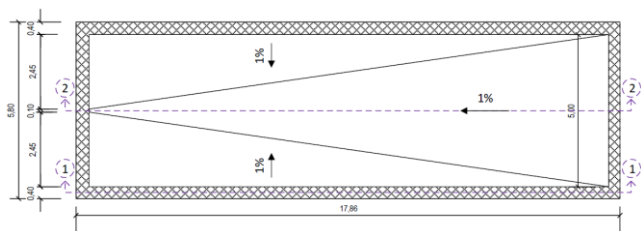
Objekat "Kompenzacioni bazen" je pravougaone osnove, dimenzija 17,86 x 5,80m. Visine zidova su 7,2m i 6,7m. Osnovni armiranobetonski elementi konstrukcije objekta "kompenzacioni bazen" su:

- temeljna ploča, promenljive debljine od 70cm do 40cm sa pripadajućim vutama (ispod celog objekata "kompenzacioni bazen"),
- spoljašnji zidovi, debljine 40cm,
- gornje ploče, debljine 15cm (iznad kompenzacionog bazena) (kom. 9),
- poprečne grede dimenzija 25 x 40cm, oslanjaju se na podužne zidove debljine 40cm (5kom).

2.2. Rezervoar za vodu za „Sprinkler“ instalaciju i mašinska kućica

Objekat "Rezervoar za sprinkler instalacije" je pravougaone osnove, dimenzija 17,86 x 5,80m.

Visine zidova su 5,68m i 5,85m.



Slika 2 - Dispozicija objekta " Rezervoar za sprinkler instalacije"

Osnovni armiranobetonski elementi konstrukcije objekta "Rezervoar za sprinkler instalacije" su:

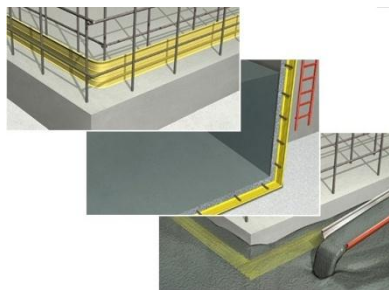
- temeljna ploča, promenljive debljine od 57cm do 40cm sa pripadajućim vutama (ispod celog objekata "Rezervoar za sprinkler instalacije"),
- spoljašnji zidovi, debljine 40cm
- gornje ploče, debljine 25cm
- zidovi, otvora (dimenzije 80 x 80cm) u gornjoj ploči, visine 65cm, oslanjaju se na gornju ploču debljine 10cm

3. HIDROIZOLACIONE SPOJNICE ZA RADNE PREKIDE U BETONIRANJU

Kod hidroizolacionih radova posebnu pažnju treba obratiti na spojnice koje se ugrađuju na mestima dilatacija tj radnim prekidima u betoniranju. Ove vrste spojnica imaju veliku ulogu iz razoga što na prekidima betoniranja ne sme postojati niti jedna slaba tačka koja bi dozvolila prodor tečnosti. Na ovim objektima ugrađivane su Sika Waterbars PVC membrane koje su se pokazale veoma efikasnim, a pored te vrste hidroizolacije spojeva ovim radom obrađeno i predloženo još nekoliko primera koji se koriste za odbranu objekata od prodora tj obezbeđuju vodonepropusnost konstrukcije.

3.1. PVC membrane: Sika - Waterbars V-32

Savitljive, mekane PVC membrane se koriste za zaptivanje konstruktivnih i dilatacionih spojeva u betonskim strukturama. Sika-Waterbars membrane dostupne su u različitim veličinama i vrstama, u zavisnosti od njihove namene.



Slika 3 - Sika Waterbars membrane ugrađene na mestu prekida betoniranja

Ove vrste spojnica imaju veoma široku primenu kod konstrukcija sa strukturama za zadržavanje vode kao što su rezervoari, vodeni tornjevi, brane, prelive, kanali, kanalizacioni kanali kod bazena itd. kao i da drži vodu dalje od betonskih struktura kao što su podrumi, podzemne garaže, tuneli, potporni zidovi u metroima itd.

Karakteristike Sika Waterbars membrana:

- visoko kvalitetni dugotrajni PVC
- velika čvrstoća na pritisak i izduženje
- dugotrajna fleksibilnost
- pogodne za vodu pod visokim pritiskom
- jednostavne za zavarivanje na licu mesta
- veliki izbor različitih veličina i vrsta, u zavisnosti od njihove namene
- otporno na široki spektar hemikalija
- otporno na sve prirodne podloge u tlu i podzemnoj vodi

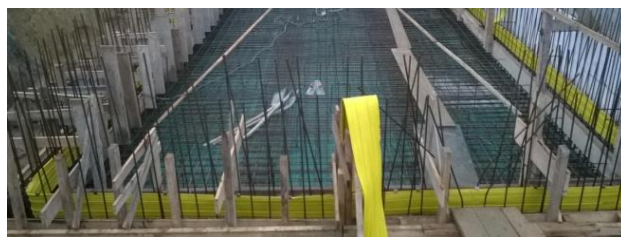
Traka se polaže upravno na prekid betoniranja tako da se polovina trake obuhvati prvim betoniranjem, a druga polovina prelazi u deo nastavka betoniranja.

Sika Waterbars se proizvode od termoplastičnog PVC i lako se zavaruju. Krajevi se pričvršćuju pomoću šablona/kalupa (na raspolaganju za svaki tip), a bakarna ploča se zagreva do potrebne temperature nakon čega se stavlja između dva kraja Waterbars-a u kalupima koji se pod pritiskom čeno pritiskaju na vrelu ploču.

Nakon rastapanja materijala bakarna ploča se vadi, a rastopljeni krajevi trake se spajaju pod pritiskom. Temperatura zavarivanja je približno +200°C.

Spajanje je lako izvodljivo i na licu mesta, tako da se za to koriste tanke duguljaste grejalice.

Na raspolaganju je široka paleta standardnih delova za spajanje. Svi imaju slobodna krila od 30 cm, koja omogućavaju jednostavno čeno zavarivanje na licu mesta. Za isporuku nestandardnih delova za spajanje morate dostaviti odgovarajuće nacрте sa detaljnim specifikacijama.

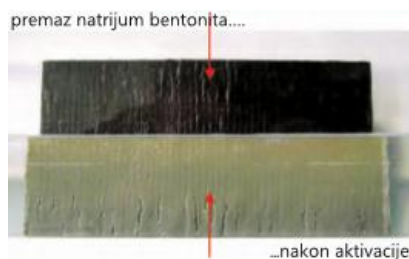


Slika 4 - Postavljanje hidroizolacione plastične trake na mestima prekida betoniranja

3.1. Oplatni elementi

Aquaflexactiv je spojna membrane sa visokokvalitetnim natrijum betonit premazom koji obezbeđuje dvostruki efekat zaptivanja. Debljina premaza je 2-3mm, što je odgovarajuće 20-30cm vodonepropusnog betona, na osnovu faktora vodonepropusnosti (10-9m/s) i betonita (10-11m/s).

Betonit premaz zadržava osobinu bubrenja i pri promeni vrednosti pritiska vode. Kako bi se sprečilo povremeno bubrenje, betonit premaz je presvučen zaštitnim filmom koji se rastvara u betonu.

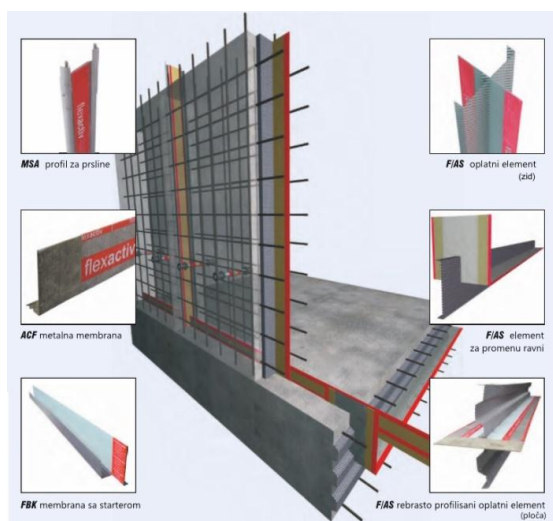


Slika 5 - Premaz natrijum betonita pre i nakon aktivacije

Glavne oblasti primene:

- Konstruktivne spojnice armirano-betonskih konstrukcija i inženjerskih objekata koji su u dodiru sa zemljom
- Hidroizolacija konstruktivnih spojnica različitih inženjerskih konstrukcija, trakastih temelja, plivajućih temelja i temeljnih stopa
- Čvrste konstruktivne spojnice bazena za sedimentaciju i kanalizaciju
- Hidroizolacija radnih spojnica elemenata sa više prelomnih tačaka, lučnih elemenata, rezervoara.

Betonit premaz svake obložene Aquaflexactiv komponente mora biti sa strane koja je izložena vlazi, vodi ili drugim tečnostima. Korisno je ukazati na ovu činjenicu pri samom projektovanju i poručivanju materijala.



Slika 6 - Oplatni elementi za različite elemente i pozicije

Aquaflexactiv sistem izolacije zaptivanjem sastoji se od kompletnih oplatnih komponenata koji se postavljaju na konstruktivnim spojevima i svojom dvojnjom zaštitom (aktivnom i pasivnom) čine hidroizolaciju. Ovi oplatni elementi su jedinstveni za potrebe spojnica, jer je njihova montaža kao izolacione ravni jednostavna i brza. Zahvaljujući jednostavnoj ugradnji gotovih elemenata, praktično je nemoguće oštetiti ili neispravno postaviti zaptivne spojeve.

3.3. Spojnice za ubrizgavanje : „Rascotec injection system“

Raskotek kanalice za ubrizgavanje se instaliraju kao preventivni sistem spojeva u betonskim konstrukcijama.

U prvoj fazi se pozicioniraju i ugrađuju na spojevima tj prekidima betoniranja. Stvarna hidroizolacija se izvodi u drugoj fazi, pomoću efikasne, kontrolisane injekcije. Kanalice za ubrizgavanje garantuju punu i ispravnu raspodelu fugne u zgolobovima i oko njih. Spoj ispunjen gelom obezbeđuje i prihvata sva mehanička opterećenja, kako na visokim, tako i na niskim temperatura.

Ove vrste spojnica ne zahtevaju dodatnu pripremu obuhvaćenu elaboratom. Direktno je u kontaktu sa betonom, čak nije potrebno niti da se površina očisti od čestica prljavštine. Gruba ili nepravilna površina ne predstavlja problem iz razloga što utisnuti gel popunjava sve šupljine.



Slika 7 - Kanalice sa penastim umetkom od 20mm

Kanalice se fiksira na površinu betona između armaturnih šipki. Brzo se montira i ugrađuje pomoću alata za fiksiranje. Površina se mora očistiti, da bi se standardna kanalice za ubrizgavanje pričvrstila na čistu podlogu. Kanalice sadrži posebnu sunderastu penu debljine 20mm, koja se tokom pričvršćivanja može prilagoditi svim nepravilnostima i neravninama. U slučaju ekstremnih nepravilnosti površine moraju se koristiti kanalice za ubrizgavanje sa 40mm visokim sunderastim umetkom. Pojedini delovi za fugiranje moraju se formirati ostavljanjem razmaka od 5-7cm između zglobova tokom ugradnje. To omogućava stvaranje "šupljine" tokom betoniranja kako bi se odvojili potrebni delovi za fugiranje.

Karakteristike:

- Nije potreban dodatni elaborat za pripremu i ugradnju
- Direktno se fiksira, pogodno za izuzetno neravnomerne površine
- Ugradnja ne zavisi od temperature i vremena
- Istovremeno ispunjava i štiti spoj od prodora tečnosti
- Obezbeđuje pouzdanu vodonepropusnu zaštitu i pod visokim pritiscima vode
- Sastoji se od ekološke plastike
- Pouzdan prelaz sa ploče na zid i zida na zid
- Fleksibilan gel za injektiranje. Na tržištu postoji širok izbor vrsta gelova.
- Omogućeno je višestruko ubrizgavanje
- Nema posebnih uslova za skladištenje
- Tokom ugradnje koristiti zaštitne rukavice i naočare

4. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog master rada je bio detaljno obraditi, uporediti i odabrati najbolju soluciju vodonepropusnih spojnica za radne prekide u betonu za objekte kompenzacioni

bazen, kao i rezervoar za vodu sa sprinkler raspršnim sitemom za odbranu postrojenja od požara.

Vodonepropusne spojnice koje su obrađene radom su:

1. PVC membrane - Sika Waterbars V32
2. Oplatni elementi - Aquaflexaktiv
3. Spojnice za ubrizgavanje "Rascotec injection system"

Za osiguranje bazena i rezervoara od vodonepropusnosti na prekidima betoniranja odabrane su Sika PVC membrane zbog velikog broja osobina koje su odgovarale našim potrebama, uslovima, kao i mogućnostima.

Jednostavna i brza ugradnja ih gura u prvi plan u odnosu na konkurente. Svi radovi kod ovih membrane se izvode pre betonaže, pa se samim tim i završava kompletan posao. Oplatni elementi - Aquaflexaktiv iziskuju dodatno vreme u vidu potrebne pripreme pre same ugradnje, tj spojnice se moraju prethodno premazati betonit premazom koji ima osobinu bubrenja u dodiru sa tečnošću. Suprotnu osobinu u odnosu na oplatne elemente imaju spojnice za ubrizgavanje "Rascotec injection system" tj nakon njihove ugradnje i same ugradnje betona nije završen posao, nego se tek nakon očvršćavanja betona naknadno ubrizgava gel koji ima funkciju popunjavanja spoja i obezbeđenje objekta od vodonepropusnosti.

Spajanje i nastavljanje spojnica Rascotec sistema izvodi se jednostavnim pozicioniranjem, nastavljanjem i fiksiranjem posebnim zavrtnjevima, ali u sporom kontinuitetu. Kod oplatnih sistema - Aquaflexaktiv spojnice se moraju preklapati i spajati njihovim dodatnim spojnica. Ova vrsta nastavljanja je takođe vrlo jednostavna, ali usporenost radova dolazi zbog toga što se ove spojnice isporučuju kao kraći elementi ($L=2,25m$), pa je samim tim potrebno odraditi daleko mnogo više nastavaka i spojeva. PVC membrane Sika proizvođača su i ovde u prednosti, jer se ova membrana isporučuje u dužinama od 15m i 30m, pa samim tim ima mnogo manje potrebe za nastavljanjem. Spajanje se vrši topljenjem krajeva posebnom lemlicom, a vreme potrebno za obradu spoja je ispod 30 minuta.

Poređenjem samog kvaliteta ove tri vrste spojnica zaključio sam da su krajnji rezultati vrlo slični. Sve tri vrste spojnica obavljaju odličan posao. Posmatrajući čak i sam kvalitet, blagu prednost bih dao PVC Sika membranama. A ako se na sve to, pored kvaliteta, analizira vreme i sama cena ugradnje, PVC membrana daleko izbija u prvi plan.

Za skoro isti kvalitet, dobija se ogromna ušteda. Teško je objasniti ovu drastičnu raziku u ceni. Moje viđenje ove činjenice se zasniva na tome da oplatni sistemi - Aquaflexaktiv u njihovoj izradi imaju potrebu za mnogo većom potrošnjom više vrsta materijala u odnosu na Sika PVC membrane. Sa druge strane Rascotec sistemi za ubrizgavanje nisu dostupni u našoj zemlji. Njihovo sedište se nalazi u Švajcarskoj, pa je samim tim i cena prilagođena njihovom tržištu. Cene je podstaknuta i time što je potrebno imati njihov poseban alat za ugrađivanje, a pored toga spojnice zahtevaju materijal za ubrizgavanje koji proizvodi Rascotec kompanija.

5. LITERATURA

- [1] Trivunić M., Matijević Z.: "Tehnologija i organizacija građenja", praktikum, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Trivunić M.: "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", FTN, Novi Sad, 2000.
- [3] Trbojević B.: "Projektovanje organizacije građenja i programiranje izgradnje građevinskih objekata", Građevinska knjiga, Beograd 1983.
- [4] Mirković S.: "Građevinska mehanizacija", Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [5] Ivković B., Popović Ž.: "Upravljanje projektima u građevinarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [6] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 2004.

Kratka biografija:



Danijel Parenta rođen je u Zadru (Republika Hrvatska) 31.01. 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Tehnologija i organizacija odbranio je 2018. godine.

**USPOSTAVLJANJE I KALIBRACIJA MODELA BUNARSKOG VODOZAHVATA
INDUSTRIJSKOG POGONA U BAČKOJ PALANCI****DEVELOPMENT AND CALIBRATION OF A MODEL FOR THE WATER WELLS OF
PRODUCTION PLANT IN BAČKA PALANKA**

Ivan Stanković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Radi obezbeđenja vode za gašenje požara i tehnološke vode za industrijski pogon u Bačkoj Palanci uspostavljen je vodozahvat sa šest bunara koji kaptiraju najvišji artesijski vodonosni sloj područja. Na osnovu raspoložive dokumentacije izvršenih probnih crpljenja utvrđene su transportne i akumulacione karakteristike kaptiranog vodonosnog sloja. Na osnovu utvrđenih karakteristika akvifera uspostavljen je analitički model za prognoziranje uticaja vodozahvata na stanje podzemnih voda u predviđenom veku trajanja vodozahvata.

Ključne reči: Vodozahvat, Bunari, Analitički model

Abstract – In order to provide water for fire extinguishing as well as for plant processes, water catchment has been established in the Backa Palanka area. It consists of six wells capturing artesian aquifer nearest to the ground surface. Based on the available results of experimental exploitation of the wells, the transport and accumulation characteristics of the exploited aquifer are determined. Analytical model predicting the influence of the wells on the ground water table is established for the entire lifetime of the wells.

Keywords: Water catchment, Wells, Analytical model

1. UVOD

Industrijski pogon u Bačkoj Palanci sopstvene potrebe u vodi zadovoljavao je iz duboke arterske izdani koja se koristi i za vodosnabdevanje stanovništva. Kako bi se obezbedila sigurnost stanovništva od potencijalnog zagađenja, rešeno je da se ukinu industrijski bunari koji su kaptirali pomenutu izdan, a tehnološka voda je osigurana iz pliće arterske izdani. Ovim je postignuto savesno, namensko i optimalno korišćenje raspoloživih resursa. U cilju vodosnabdevanja proizvodnog pogona tehničkom i protivpožarnom vodom, izvedeno je šest istražno-eksploatacionih bunara B-1 do B-6 koji kaptiraju prvu artersku izdan do površine.

Kako bi se utvrdile karakteristike kaptiranog vodonosnog sloja u oblasti uticaja pomenutih bunara, bilo je potrebno analizirati raspoložive podatke probnog crpljenja koje je izvršeno za svaki od 6 bunara zasebno. Analiza je sprovedena sa krajnjim ciljem da se proverí da li kaptirani vodonosni sloj ima dovoljne

rezerve i da li je dovoljne propusnosti da bi potrebna količina vode mogla doteći do izvorišta. Osim toga proverena je i trajnost konstrukcije predmetnih bunara u toku eksploatacionog perioda.

**2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE BUNARA
IZVORIŠTA**

U tehnologiji izrade bunara najčešće se koriste dve metode, a to su klasična i reversna metoda. Bunarske konstrukcije koje su izvedene reversnom metodom i savremenim filtarskim konstrukcijama smatraju se boljim u odnosu na bunare izrađene klasičnom metodom u pogledu kapaciteta bunara i njegove trajnosti. Svih šest bunara je bušeno reversnom metodom. Bušenje je od kote terena do projektovane dubine izvedeno perastim dletom prečnika 820 mm.

Nakon bušenja ugrađena je bunarska konstrukcija sa 3 seta centralizera $\varnothing 315/820$ mm, a potom je ugrađen filterski zasip od kvarcnog granulata $d=1.5$ mm, od dna bušotine do 6 m ispod kote terena. Ovakva granulacija zasipa utvrđena je na osnovu granulometrijskog sastava vodonosne sredine i sprečava ispiranje čestica iz prirodne vodonosne sredine u bunar tokom eksploatacije. Preostali deo međuprostora je tamponiran glinovitim materijalom. Razrada i ispiranje bunara vršeno je aerliftom. Nakon izrade svakog bunara (B-1 do B-6) urađeno je probno crpljenje u vidu step testa (3 sniženja po 4 sata) u ukupnom trajanju od 12 sati, sa praćenjem povratka nivoa.

**3. AKUMULACIONO-TRANSPORTNE
KARAKTERISTIKE NA OSNOVU PROJEKTNE
DOKUMENTACIJE**

„Step test“ najčešće korišćen za određivanje parametara vodonosne sredine primenjen je i u predmetnom projektu [1]. Za svako sniženje (izazvano neprekidnim crpljenjem sa tri različita proticaja) kao i za povratak nivoa, sračunat je koeficijent transmisivnosti T i koeficijent filtracije K . Međutim, učinjena je greška u postupku proračuna time što su koeficijenti sračunati za svaki proticaj step testa (prvi, drugi i treći) nezavisno, kao da su oni diskretni (nezavisni) opiti sa potpunom restauracijom nivoa između svih crpljenja.

Zarad prikazivanja greške proračuna na primeru bunara B-1, u tabeli 1 dati su sračunati koeficijenti T i K dobijeni postupkom u projektnoj dokumentaciji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đula Fabian, vanr. prof.

Tabela 1. Sračunati koeficijenti u okviru projekta

Bunar B-1	Step Test	$T \text{ (m}^2/\text{s)}$	$K \text{ (m/s)}$
	I sniženje	0,0010	0,00017
	II sniženje	0,0021	0,00035
	III sniženje	0,0063	0,00105
	Povratak nivoa	0,0026	0,00044

Na učinjenu grešku ukazuje da u istom probnom crpljenju dobijene su četiri znatno različite vrednosti za koeficijent filtracije, pri čemu najveća vrednost više nego šest puta je veća od najmanje.

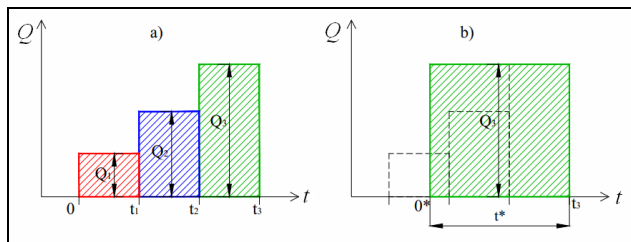
4. PRORAČUN KOEFICIJENTA USKLADIŠTENJA I TRANSMISIVNOSTI RAZLIČITIM METODAMA

Iz razloga neadekvatno određenih akumulaciono-transportnih parametara u okviru projekta, proračun koeficijenta transmisivnosti T i filtracije K urađen je iznova, a takođe je sračunat i koeficijent uskladištenja μ . Dva postupka su primenjena na raspoložive podatke izvedenih probnih crpljenja u vidu step testa sa tri proticaja, i to:

1. metoda zamenjujućeg hidrograma
2. metoda superpozicije strujanja

4.1. Metoda zamenjujućeg hidrograma

Kada se crpljenje izvodi sa nekoliko sniženja prema stepenastom hidrogramu sa diskretnim priraštajima proticaja, proticaji kao i njihovo dejstvo na stanje podzemne vode, mogu se nadomestiti jednim zamenjujućim računskim proticajem (za koji se obično usvaja poslednji, tj. najveći proticaj crpljenja), iz uslova da iscrpna zapremina vode ostane identična [2] (Slika 1).



Slika 1. a) stvarni hidrogram crpljenja
b) zamenjujući hidrogram crpljenja

Zamenjujuće vreme trajanja crpenja t^* određuje početak zamenjujućeg crpljenja u odnosu na prekid opita i računa se prema izrazu:

$$t^* = \frac{Q_1 \cdot t_1 + Q_2 \cdot (t_2 - t_1) + \dots + Q_n \cdot (t_n - t_{n-1})}{Q_n}, \quad (1)$$

gde je:

n - ukupan broj proticaja crpljenja

t_n - n -to vreme početka promene proticaja

Q_n - n -ti proticaj

Koeficijent transmisivnosti izračunava se primenom sledećeg izraza:

$$T = 0,183 \cdot \frac{Q_b}{s_2 - s_1}, \quad (2)$$

gde je:

s – depresija usled crpljenja

Q_b – proticaj crpljenja

Za proračun koeficijenta uskladištenja treba koristiti podatke s_i sa pravolinijskog dela grafikona na slici 2. Izraz za koeficijent uskladištenja glasi:

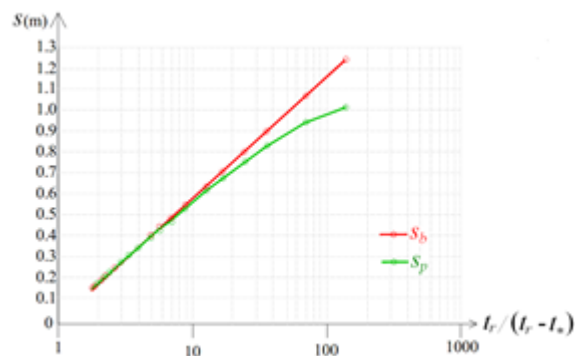
$$\mu = \frac{0,2 \cdot T \cdot t_{pc}}{r^2}, \quad (3)$$

gde je:

$$t_{pc} = t_r - t^*$$

t_r - relativno vreme proteklo od vremena t^*

r - rastojanje između bunara i pijezometra



Slika 2. Dijagram registrovanih depresija (s_b za bunar, s_p za pijezometar) sa redukovanim vremenima

4.2. Metoda superpozicije strujanja

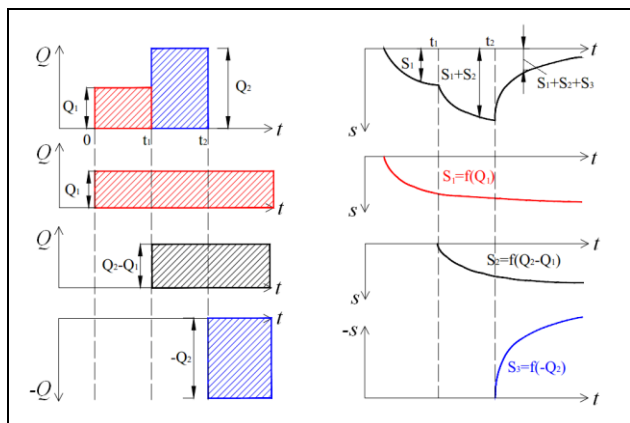
Diferencijalna jednačina neustaljenog strujanja ka potpunom usamljenom bunaru crpljenom konstantnim proticajem – za koje važi Tajsovo rešenje – napisana preko depresije s je:

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial s}{\partial r} = \frac{e_I}{K} \frac{\partial s}{\partial t} \quad (4)$$

Gornja jednačina je parcijalna diferencijalna jednačina sa dve nezavisne promenljive, r i t . Budući da je linearna po s (što znači da je u jednačini depresija s sa eksponentom 1), omogućava da se više (Tajsova) rešenja gornje jednačine superponiraju. To znači da na nekoj lokaciji strujnog prostora ukupno sniženje nivoa od dva i više uticaja može se odrediti prostim sabiranjem sniženja usled svih pojedinačnih uticaja. Dakle, složeno strujanje se razlaže na skup elementarnih strujanja, za svaki od njih se odredi sniženje podzemne vode primenom Tajsovog analitičkog rešenja, pa se na kraju sva ta spuštanja sumiraju. Jedino ograničenje u primeni postupka je da sva komponentalna strujanja budu opisana linearnim diferencijalnim jednačinama, a taj uslov je zadovoljen kod ustaljenih i neustaljenih strujanja u akviferu pod pritiskom.

U slučaju step testa princip superpozicije primenjuje se tako da se sniženje u nekoj tački strujnog prostora smatra posledicom rada više zasebnih bunara na istoj lokaciji (sabiraju se sniženja usled dva bunara na lokaciji od interesa). Prvi bunar ima protok Q_1 koji izaziva sniženje s_1 , drugi bunar ima protok $Q_2 - Q_1$ koji izaziva sniženje $s_2 - s_1$. Ukupno sniženje s se dobija superpozicijom dva

Tajsova rešenja diferencijalne jednačine bunara sa pomerenim vremenskim počecima.



Slika 3. Hidrogram i nivogram crpljenja

Iako se stepenasti test radi sa nekoliko (sve većim i većim) proticaja crpljenja, načelno se za rezultat nekog parametra akvifera treba da se dobije samo jedna vrednost.

To se odnosi kako na koeficijent transmisivnosti, tako i na koeficijent uskladištenja. Na slici 3 prikazana je šema metode superpozicije. Za svaki proticaj crpljenja može se napisati jednačina sniženja [2]:

$$s_1 = \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{2,25 \cdot T \cdot t}{r^2 \cdot \mu}, \quad (5)$$

$$s_2 = \frac{Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{2,25 \cdot T \cdot t}{r^2 \cdot \mu} + \frac{Q_2 - Q_1}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{2,25 \cdot T \cdot (t - t_1)}{r^2 \cdot \mu}. \quad (6)$$

Jednačina (5) važi za $0 \leq t \leq t_1, Q = Q_1$, a jednačina (6) za $t_2 \leq t \leq t_1, Q = Q_2$. U pomenutim jednačinama nepoznate su vrednosti μ i T , pa se rešavanjem dve jednačine sa dve nepoznate mogu dobiti potrebne vrednosti. Iz razloga što je u projektu bilo izvršeno tri crpljenja u okviru step testa, problem je preodređen, odnosno postoje tri jednačine sa dve nepoznate. Ovo ne predstavlja problem pri određivanju potrebnih koeficijenata.

4.3. Poređenje rezultata

Upoređivanjem dobijenih vrednosti primećeno je da veću homogenost rezultata daje metoda superpozicije strujanja u odnosu na metodu zamenjujućeg hidrograma (Tabela 2). Razlog je taj što je metoda zamenjujućeg hidrograma uprošćena, odnosno približna metoda. Uprkos tome podaci ne odstupaju značajno jedni od drugih, te rezultati oba postupka zadovoljavaju i mogu poslužiti za prognoziranje funkcionisanja bunara u veku trajanja.

Smatra se da su rezultati postupka superpozicije veće verovatnoće (usled tačnije predstave fizike modelisanog procesa), pa su se kao takvi koristili za dalje simulacije. Za računске vrednosti parametara μ i T usvojene su vrednosti prikazane u tabeli 3.

Tabela 2. Uporedni prikaz rezultata dve metode, $\mu(-)$, $T(m^2 s^{-1})$

Metoda superpozicije				Metoda zamenjujućeg hidrograma			
B-1		B-4		B-1		B-4	
μ	0,000040	μ	0,000044	μ	0,000067	μ	0,000048
T	0,0029	T	0,0028	T	0,0024	T	0,0015
B-2		B-5		B-2		B-5	
μ	0,000045	μ	0,000047	μ	0,000059	μ	0,000049
T	0,0028	T	0,0032	T	0,0021	T	0,0015
B-3		B-6		B-3		B-6	
μ	0,000041	μ	0,000050	μ	0,000045	μ	0,000014
T	0,0029	T	0,0031	T	0,0022	T	0,0016

Tabela 3. Usvojene vrednosti koeficijenata

$\mu (-)$	0,000043
$T (m^2/s)$	0,0029

5. KRITERIJUMI FUNKCIONALNOSTI BUNARA

Zadatak bunara je da trajno i sigurno obezbedi određen proticaj koji predstavlja tzv. eksploatacioni proticaj odnosno eksploatacioni kapacitet bunara (engl. *potential well yield*) [3]. Da bi ispunio svoju namenu:

1. Bunar treba da bude trajne konstrukcije; strujanje ka bunaru prouzrokovano crpljenjem ne sme izazvati filtracione deformacije u okolini bunara. Prvenstveno se misli na moguću sufoziju akvifera, mehaničku i hemijsku kolmaciju filterskog zasipa i samog filtera.
2. Vodonosna sredina treba da bude dovoljne propusnosti da bi voda iz udaljenih delova akvifera bez teškoća mogla doći do bunara.
3. Prirodno obnavljanje zaliha akvifera treba da osigura dovoljne količine vode (dinamičke rezerve) za trajnu eksploataciju.

6. PROVERA FILTRACIONE STABILNOSTI PRIFILTARSKE ZONE

6.1. Maksimalno dozvoljene ulazne brzine

Postoje dva razloga za ograničenje brzina strujanja u neposrednoj blizini bunara:

1. kriterijum dozvoljenih brzina za sprečavanje sufozije
2. kriterijum laminarnog tečenja za sprečavanje degradacije filtera

Kriterijum maksimalno dozvoljenih ulaznih brzina u bunar predstavlja preduslov za obezbeđenje filtracione stabilnosti prifiltarske zone vodonosne sredine i u tom pogledu ograničava potencijalni kapacitet bunara. Postoje više empirijskih formula za definisanje veličine maksimalno dozvoljenih ulaznih brzina u bunar [2]. Do svih formula se dolazilo eksperimentalnim putem (in situ, tj. na terenu) i prikazuju empirijske zavisnosti između

filtracione (Darsijeve) brzine, koeficijenta filtracije i nekog karakterističnog prečnika zrna porozne sredine.

Ispoštovanje kriterijuma laminarnog tečenja iskazan Reynoldsovim brojem treba da spreči degradaciju filterske konstrukcije.

Pojavom turbulencije pri ulasku vode u otvore filterske konstrukcije dolazi do izrazitog narušavanja hemijske ravnoteže rastvorenih supstanci u vodi, čime se intenziviraju procesi korozije na filterskoj konstrukciji i u prifilterskoj zoni bunara. Iz tog razloga za produženje veka trajanja bunara treba osigurati laminarno tečenje na ulasku vode u filtersku konstrukciju.

6.2. Maksimalno dozvoljeni proticaj bunara na osnovu filtracione stabilnosti

Dozvoljeni proticaj na osnovu filtracione stabilnosti određuje se prema maksimalnoj dozvoljenoj filtracionoj brzini na konturi filterske konstrukcije i na konturi bušotine bunara [2].

Upoređivanjem proticaja Q_1 i Q_2 svih šest bunara (sračunatih na osnovu dva kriterijuma izloženih pod naslovom 6.1) dolazi se do vrednosti maksimalno dozvoljenog proticaja po svakom bunaru (Tabela 4).

Tabela 4. Maksimalni dozvoljeni proticaj bunara

Bunar	B1	B2	B3	B4	B5	B6
$Q(l/s)$	11,02	10,92	11,00	10,92	11,39	11,29

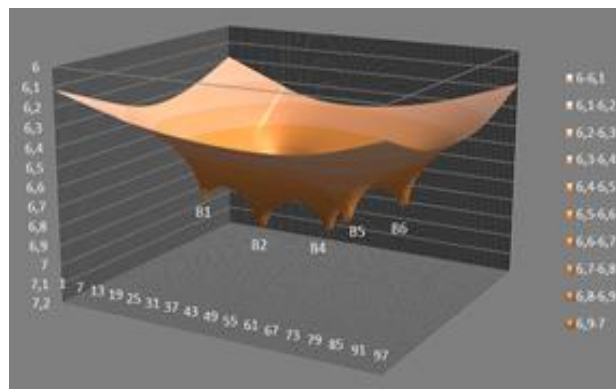
Merodavni proticaj je dobijen po formuli Kovača (kojom je osigurana hidraulička stabilnost okoline bunara) za svih šest bunara i predstavlja graničnu vrednost koja se ne sme prekoračiti da se ne bi ugrozila filtraciona stabilnost bunara. Eksploatacioni kapacitet bunara treba da bude manji, sa odgovarajućim koeficijentom sigurnosti u odnosu na maksimalni dozvoljeni proticaj.

7. ODREĐIVANJE EKSPLOATACIONOG PERIODA PRI ZAHTEVANOM PROTICAJU

Debljina površinskog pokrovnog sloja eksploatisanog akvifera u proseku iznosi 7 m. Pijezo nivo eksploatisanog vodonosnog sloja ne sme opasti ispod ravni kontakta pokrovnog i vodonosnog sloja, pošto bi onda vodonosni sloj delimično prešao u freatski akvifer. To predstavlja ograničenje eksploataciji vode.

U predmetnom radu ispitan je slučaj rada baterije od 6 bunara sa prosečnim proticajem $Q=1,67$ l/s. Proračunom je ustanovljeno da nakon perioda od 20 godina nivo vode kod bunara B-2 spustio bi se blizu granične vrednosti, tj. ako bi se istim intenzitetom nastavila eksploatacija, izdan pod pritiskom bi se pretvorila u izdan sa slobodnim nivoom.

Na slici 4 prikazane su depresije na kraju veka trajanja od 20 godina za slučaj eksploatacije izvorišta proticajem $Q=6 \times 1,67$ l/s. Na mestu bunara B-2 depresija bi iznosila 6,9 m.



Slika 4. Sumarne depresije u periodu od $T=20$ god.

8. ZAKLJUČAK

Nakon utvrđivanja pouzdanih vrednosti koeficijenata transmisivnosti, uskladištenja i koeficijenta filtracije, kao i provere maksimalnog proticaja bunara sa aspekta hidrauličke stabilnosti, pristupilo se analitičkoj simulaciji rada bunara.

Simulacija rada bunara pri konstantnom prosečnom proticaju – sprovedena analitičkim modelom po Tajsovoj jednačini u Excel okruženju [4].

Utvrđeno je da će predmetno izvorište bez problema obezbeđivati vodu iz kaptirane izdani u periodu eksploatacije od 20 godina, pri čemu će izvorište svo vreme ostati arteskog karaktera.

Ovaj zaključak je od velikog praktičnog značaja budući da je na datoj lokaciji zabranjeno kaptiranje dubljih izdani, pa je sprovedenom analizom pokazano da za potrebe fabrike neometano se može osigurati voda iz prve arteske izdani. Ova voda nije kvaliteta pijaće vode, ali je dovoljno dobra za tehnološke potrebe fabrike i za gašenje požara.

9. LITERATURA

- [1] Rade Uzelac, „Završni izveštaj o rezultatima hidrogeoloških istraživanja na izvorištu preduzeća „Tarkett” u Bačkoj Palanci“, Beočin, 2016.
- [2] M. Pušić, „Hidraulika bunara“, Beograd, 2012.
- [3] Milan Vuković, Anđelko Soro, „Hidraulika Bunara: Teorija i praksa“, Beograd, 1990.
- [4] Nora Pandžić, „Identifikacija i numerička simulacija međusobnog uticaja bunara“, Master rad, Građevinski fakultet Subotica, 2017.

Kratka biografija:



Ivan Stanković rođen je u Šapcu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Hidrotehnika odbranio je 2018.god.

OSNOVNI KONCEPT I TEHNIČKO REŠENJE POSTROJENJA ZA TRETMAN VODE U OKVIRU REGIONALNOG VODOVODNOG SISTEM „ISTOČNI SREM“**BASIC CONCEPT AND TECHNICAL SOLUTION FOR WATER TREATMENT FACILITY WITHIN REGIONAL WATER SUPPLY SYSTEM "EASTERN SREM"**

Nikola Gulan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru rada predstavljena je ideja o budućem načinu vodosnabdevanja naselja i opština na teritoriji Republike Srbije, koja je zasnovana na razvoju regionalnih vodovodnih sistema. Glavna analiza bazirana je na Regionalnom vodovodnom sistemu "Istočni Srem", gde su konceptualno predstavljeni svi objekti koji pripadaju sistemu, sa posebnim osvrtom na srce samog sistema, a to je postrojenje za tretman vode "Hrtkovačka Draga". Analizirano su mogući tehnološki postupci prerade zahvaćene vode, predstavljeni su različiti sistemi i uređaji koji se koriste u okviru najsavremenih postrojenja za tretman vode i izvršen je tehnološki i hidraulički proračun na osnovu kojih je izabrano najoptimalnije rešenje za funkcionisanje celokupnog sistema.

Ključne reči: Postrojenje za tretman vode, "Hrtkovačka Draga", Regionalni vodovodni sistem "Istočni Srem",

Abstract – This work presents the idea about the future way of water supply of settlements and municipalities on the territory of the Republic of Serbia. The main analysis is based on the Regional water supply system "Eastern Srem", where all objects belonging to the system are conceptually presented, with special review on the heart of the system itself, which is a water treatment facility "Hrtkovačka Draga". In this work, there are analyzed possible technological procedures for the water treatment and also presented various system and devices which are used in the most modern water treatment facilities and in the end, a technological and hydraulic calculation was carried out on the basis of which the most optimal solution for the functioning of the entire system was selected.

Ključne reči: Water treatment facility, "Hrtkovačka Draga", Regional water supply system "Eastern Srem",

1. UVOD

Ideja o formiranju Regionalnog sistema za vodosnabdevanje „Istočni Srem“ ima za cilj da obezbedi održivo korišćenje prirodnog resursa i njegovo kvalitetno unapređenje u skladu sa principima održivog razvoja.

Dugoročni planovi vodosnabdevanja na području Vojvodine se zasnivaju na formiranju više regionalnih sistema za vodosnabdevanje koji će se oslanjati na akumulacione prostore površinskih voda i zaštićena izvorista podzemnih voda.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Matija Stipic, dipl. inž. građ.

Princip je da se do racionalne i ekološki prihvatljive granice iskoriste lokalna izvorista podzemnih i površinskih voda, a da se nedostajuća količina vode doprema iz Regionalnog sistema za vodosnabdevanje. Kratkoročni plan snabdevanja vodom obuhvata razvijanje mikroregionalnih vodovodnih sistema, odnosno povezivanje nekoliko naselja ili opština u jednu celinu u zavisnosti od raspoloživih izvorista. Vremenom, ovi sistemi bi se povezivali i objedinjavali u veće celine, na taj način formirajući regionalni sistem koji se oslanja na izvorista vode regionalnog nivoa. U skupu regionalnih sistema za vodosnabdevanje nalaziće se i Regionalni vodovodni sistem "Istočni srem" [1].

2. ANALIZA KVALITETA ZAHVAĆENE VODE

Na teritoriji istočnog Srema, vodosnabdevanje naselja je rešeno zahvatanjem podzemnih voda iz više vodonosnih sredina. Voda koja je zahvaćena se uglavnom bez prethodnog tretmana, samo uz hlorisanje, potiskuje direktno u distributivnu mrežu.

Postrojenja za preradu vode izgrađena su samo u Rumi i Indiji, dok u opštinama Stara Pazova i Pećinci, ovakav vid tretmana sirove vode još uvek ne postoji. Na osnovu raspoloživih podataka koji su dobijeni iz analize kvaliteta zahvaćenih voda sa postojećih izvorista, može se zaključiti da je voda kojom se snabdeva stanovništvo na području istočnog Srema mahom mikrobiološki i fizičko-hemijski neispravna. Problemi neodgovarajućeg fizičko-hemijskog kvaliteta vode za piće, ogledaju se u povećanom sadržaju gvožđa, mangana, amonijaka, a lokalno i organskih materija, mutnoće, arsena, natrijuma, ortofosfata i nitrata.

Kao zaključak, može se reći da se podzemne vode većine izvorista na području istočnog Srema moraju preraditi do nivoa za piće pre distribucije potrošačima, što zahteva obaveznu primenu konvencionalnih tehnologija aeracije, filtracije i dezinfekcije.

3. IZBOR TEHNOLOŠKOG POSTUPKA U OKVIRU PPV „HRTKOVAČKA DRAGA“

Izbor tehnološkog postupka zasniva se pre svega na sagledavanju najboljih dostupnih tehnika za pripremu vode za piće, gde se pod procesom podrazumeva jedan ili više povezanih postupaka pripreme vode u čijem su koncipiranju primarno uzeti u obzir sledeći čionici:

- Kvalitet sirove vode;
- Zahtevi "Pravilnika o higijenskog ispravnosti vode za piće" (sadrže informaciju o MDK vode za piće);

3.1. Analiza kvaliteta sirove vode

Sa obzirom da u skorijem periodu nisu bušeni opitni bunari i nije vršeno uzorkovanje i analiza kvaliteta podzemne vode na lokaciji budućeg izvorišta "Hrtkovačke Drage", kao reprezentativne vrednosti, koristiće se podaci koji su dobijeni analizom kvaliteta sirove vode (Tabela 1.) koja je zahvaćena sa izvorišta "Sava 1" koje pripada rumskom vodovodnom sistemu.

Tabela 1. Uporedna tabela izmerenih vrednosti parametara sirove vode i MDK vode za piće

Parametar	Izmerena vrednost	MDK vode za piće
Elektro - provodljivost (μs/cm)	767.00	1000 na 20 °C
Mutnoća (NTU)	5.95	1.00
pH vrednost	7.43 - 7.91	6.8 - 8.5
Nitrati NO ₃ (mg/L)	2.20	50.00
Nitriti NO ₂ (mg/L)	0.00	0.03
Gvožđe Fe (mg/L)	1.310	0.30
Mangan Mn (mg/L)	0.15	0.05
Amonijak NH ₃ (mg/L)	0.39	0.10
Oksidantnost (mgKMnO ₄ /L)	6.86	8.00
Hloridi Cl ⁻ (mg/L)	26.00	200.00
Rezidualni hlor RCl ₂ (mg/L)	0.00	0.50
Ukupni isparni ostatak na 105 °C	/	/

Iz analize kvaliteta sirove vode može se zaključiti da je ona hidrokarbonatnog-magnezijumsko-kalcijumskog tipa. U prethodnoj tabeli se vidi da predmetni uzorak ima sadržaj gvožđa, mangana i amonijaka viši od maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) vode za piće.

3.2. Optimalni tehnološki postupci tretmana vode

Da bi se na osnovu izmerenih vrednosti parametara u sirovoj vodi tretmanom dobila voda željenog kvaliteta, tako da ovi parametru budu ispod granica maksimalno dozvoljenih koncentracija koje su propisane važećim pravilnikom, neophodno je primeniti sledeće tehnike tretmana vode:

Aeracija → Talozenje → Filtracija → Dezinfekcija

1. Aeracija. Pri tretmanu podzemnih voda koje imaju pomenute parametre, aeracija predstavlja najčešći postupak za obogaćivanje vode kiseonikom u cilju oksidacije rastvorljivih materija u vodi. Gvožđe i mangan koji su prisutni u podzemnoj vodi u obliku Fe²⁺ i Mn²⁺ su nestabilni i potpuno rastvoreni u vodi, te ih nemoguće ukloniti isključivo filtracijom. Iz tog razloga neophodno je izvršiti oksidaciju gvožđa i mangana u stabilnu (trovalentnu) formu, poput Fe(OH)₃ i MnO₂ koja se potom može zadržati na filterima. Konvencionalno, oksidacija se izvodi kiseonikom iz vazduha koji se rastvara u vodi u procesu aeracije.

Povećan sadržaj NH₃ u vodi moguće je neutralisati biološkim putem, nitrifikacijom mikroflorom koja kolonizuje ispunu filtera. Proces nitrifikacije je aeroban te je neophodno aeracijom obezbediti kiseonik rastvoren u vodi.

2. Filtracija. Da bi se uklonili percipitanti nastali oksidacijom dvovalentnog gvožđa i mangana, neophodna je primena filtera sa zrnastom ispunom. Voda koja iz retencije dolazi na filtere sadrži manju količinu oksidovanog

gvožđa, jer se prethodno znatna količina istaložila u retenzionom bazenu. Za razliku od gvožđa, oksidacija dvovalentnog mangana započinje u retenzionom bazenu, ali se nastavlja direktno na filterima gde će oksidacija biti potpomognuta prethodno istaloženim mangan dioksidom koji deluje kao katalizator.

Budući da se aeracijom obezbeđuje dovoljna količina rastvorenog kiseonika u vodi, ovo je preduslov da se povećan sadržaj NH₃ u vodi neutrališe biološkim putem, nitrifikacijom pomoću mikroflora koja kolonizuje ispunu filtera. Nitrifikacija predstavlja proces pri kome se redukovana azotna jedinjenja oksiduju do nitrata. Proces se odvija uz pomoć dve grupe bakterija (*nitrosomonas* i *nitrobacter*). U tu svrhu, najbolje je koristiti brze jednoslojne (peščane) ili dvoslojne (pesak-antracit) filtere sa imobilisanim mikrofilom.

3. Dezinfekcija. Pošto je hlor dovoljno dobar dezinfektant za obezbeđivanje mikrobiološke sigurnosti vode za piće koja se dobija crpljenjem iz bunara, korišćenjem hlora, rešena je i zaštita vode u distributivnoj mreži, sa obzirom na rezidualno dejstvo koje on poseduje. Hlor je istovremeno i najfatiniji dezinfektant, najdostupniji i dezinfekcija hlorom je jednostavna tehnika. Hlorisanje u ovom slučaju treba da ima trostruku ulogu:

- Dezinfikuje vodu koja je došla sa filtera i uklanja svako eventualno postojanje patogenih organizama u vodi;
- Ostavlja prisutan rezidual u vodi što je prevencija od ponovnog nastajanja patogenih organizama u distributivnom cevovodu;
- Preostali deo NH₃, koji nije uklonjen procesom biološke nitrifikacije na filterima, ukloniće se hlorisanjem preko prevojne tačke u procesu koji sledi nakon filtracije.

4. TEHNOLOŠKI PRORAČUN

Celokupan tehnološki proračun podeljen je prema osnovnim tehnološkim procesima koji će biti zastupljeni u okviru postrojenja za tretman vode [2,3].

4.1. Tehnološki proračun aeratora

U prvom slučaju, za dimenzionisanje aeratora, neophodno je odrediti rastvorljivost kiseonika u vodi na osnovu raspoložive koncentracije kiseonika u vazduhu i temperature vode, a sve prema Henrijevom obrascu:

$$C_s = K_H * C_g \quad (1)$$

gde je: C_g - koncentracija kiseonika u vazduhu pri temperaturi od 10 °C i pri normalnom atm. pritisku.

Izvođenjem hemijskih jednačina za oksidaciju dvovalentnih jedinjenja gvožđa i mangana, gde kao rezultat reakcije nastaju istaložljiva jedinjenja izgrađena od Fe⁽³⁺⁾ i Mn⁽⁴⁺⁾, omogućuje da se na osnovu hemijskih relacija, stehiometrijski odredi potrebna količina kiseonika za date procese.

Osnova za proračun aeratora je jednačina prenosa mase, koja ima sledeći oblik:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{A}{V} K_L (C_s - C) \quad (2)$$

gde su: C - koncentracija gasa u vodi (g/m³), C_s - koncentracija gasa u vodi pri zasićenju (g/m³), A - međupovršina gas - voda (m²), V - zapremina tečnosti koja se aeriše

(m³), K_L - koeficijent prenosa gasova (m/s), t - vreme aeracije (s).

Kada se izvrši integraljenje sa graničnim uslovima, dobija se sledeća jednačina:

$$\frac{C_s - C_t}{C_s - C_0} = e^{-k_2 t_k} = \text{const} = 1 - K \quad (3)$$

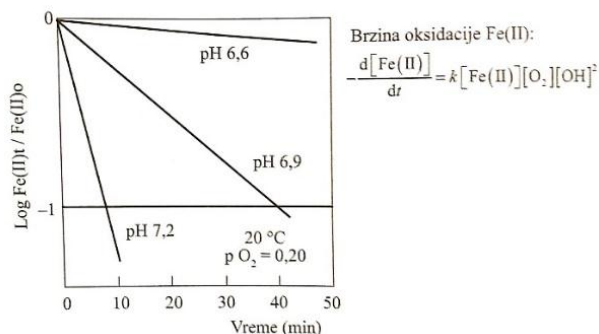
gde je: K - koeficijent efikasnosti aeratora; C_t i C₀ koncentracije gasa u vodi u trenutku t=t i t=0; k₂=(A/V)·K_L - ukupni koeficijent prenosa gasova;

Jednačina prenosa mase u ovom obliku će biti iskorišćena kako bi se sračunala efikasnost odabrane vrste aeratora, te na osnovu toga, izvršilo poređenje, a potom i odabir efikasnijeg sistema.

4.2. Tehnološki proračun retenzije

Nakon procesa aeracija, predviđa se da se voda direktno sliva u retenzione bazene, pri čemu je plan da se isti postave ispod aeracionih polja. Glavna uloga retenzionog bazena je da se u njemu izvrši proces potpune oksidacije gvožđa, kao i njegovo taloženje. Za razliku od gvožđa, oksidacija jedinjenja mangana - Mn²⁺ je veoma spor proces. Retenzioni bazen će biti dimenzionisan tako da proces oksidacije jedinjenja divalentnog mangana započne u njemu, ali da se njegovo konačno izdvajanje iz vode odigra na filterima. Oksidacija mangana na filterima će biti potpomognuta prethodno istaloženim mangan dioksidom koji deluje kao katalizator, ubrzavajući hemijsku reakciju oksidacije.

Koristeći sledeći dijagram (Slika 1.) koji se odnosi na oksidaciju divalentnog gvožđa, može se odrediti vreme zadržavanja vode u retenzionom bazenu:



Slika 1. Vreme potrebno za uklanjanje Fe²⁺ iz vode u funkciji pH vrednosti [2]

4.3. Tehnološki proračun filtera

Filtracija predstavlja treći korak u tretmanu vode i ima za cilj sledeće stvari:

- Zadržavanje manje količine jedinjenja oksidovanog gvožđa, jer se veći deo prethodno istaložio u retenzionom bazenu;
- Nastavak oksidacije jedinjenja divalentnog mangana koja je prethodno započeta u retenzionom bazenu, a nastavlja se direktno na filterima gde je ova hemijska reakcija potpomognuta prethodno istaloženim mangan dioksidom koji deluje kao katalizator. Oksidovana jedinjenja mangana ostaju zarobljena u filterskoj ispuni;
- Zadržavanje i uklanjanje drugih suspendovanih materija koja se nisu uspele istaložiti u retenzionom bazenu, a koja su uzrokovala mutnoću vode;

- Neutralisanje prisustva NH₃ nitrifikacijom mikroflorom koja kolonizuje ispunu filtera.

Za nabrojane potrebe, izabrani su brzi gravitacioni filteri sa filterskom ispunom od kvarcnog peska. Za početak proračuna, neophodno je poznavati protok vode koji se filtrira, odnosno hidrauličko opterećenje filtera, kao i preporučenu brzinu filtriranja za ovu vrstu pešćanih filtera. U tu svrhu, koristeće se primeri i smernice koje daje proizvođač jednog ovakvog sistema, a u pitanju su "Aquazur V" filteri, francuske firme "Degremont".

Za unapred usvojene dimenzije filterskog polja i za karakterističan ulazni proticaj za jednu liniju postrojenja, proverava se stvarna brzina filtracije, za slučaj:

- kada su u funkciji sva filterka polja;
- kada je jedno filtersko polje van funkcije zbog ispiranja usled njegove zaprljanosti;

Dalji proračun se svodi na računanje maksimalno prihvatljive vrednosti pada pritiska u filterima iterativnim postupkom sa prethodno pretpostavljenim veličinama, sve dok se ne dobije da je vreme za koje se postiže maksimalna vrednost pada pritiska (t_{HL}, odnosno t_{Ap}) manje od vremena za koje bi se postigao proboj filtera (t_B). Očekuje se da radni period filtera ne bude manji od 48 sati, jer onda postaje ekonomski neisplativ. Eksploatacioni troškovi se smanjuju smanjivanjem učestalosti pranja filtera, stoga je poželjan njegov duži radni period. Međutim, investicioni troškovi se povećavaju skoro linearno ukoliko se teži da se postigne duže vreme rada. Početni pad pritiska kroz čistu filtersku ispunu računa se preko Ergunovog obrasca:

$$\Delta H_0 = \frac{k_v * \mu * H * v}{\rho * g * d^2} * \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} + \frac{k_l * H * v^2}{g * d} * \frac{(1 - \varepsilon)}{\varepsilon^3} \quad (4)$$

gde su: v - brzina filtracije; H - visina filterske ispune; μ - dinamički viskozitet vode; ρ - gustina fluida; ε - poroznost filterske ispune; d - efektivni prečnik zrna, k_v i k_l - karakteristični parametri vezani za filterski medijum.

Pad pritiska usled zaprljanosti filtera, definisan je preko dve empirijske veličine:

- k_{HL} (linearna konstanta pada pritiska usled zaprljanosti);
- σ_b (specifične naslage u trenutku proboja filtera).

Do vrednosti ove dve veličine dolazi se isključivo merenjem pomoću pilot testova na jednom reprezentativnom primeru filtera. Budući da za potrebe ovog Master rada ne postoji realna mogućnost da se izvede ova vrsta opita, umesto konkretnih vrednosti, korišteni su empirijski obrasci koji su predloženi u knjizi "MWH's Water Treatment: Principles and Design" u okviru jednog karakterističnog primera:

$$k_{HL} = 0,00191 (ES)^{-0,81} \quad (5)$$

$$\sigma_b = 794 (ES)^{-0,75} \quad (6)$$

Nakon određivanja ukupne koncentracije čestica koje su sadržane u jednoj litri vode koja dolazi na filtere, sada je moguće odrediti vreme za koje se postiže maksimalno prihvatljiva vrednost pada pritiska, kao i vreme za koje se očekuje proboj filtera. Iteracioni proces se nastavlja dok se ne postigne da je t_{HL} < t_B, ali uz uslov da vrednosti budu međusobno slične.

5. HIDRAULIČKI PRORAČUN CEVOVODA

Cevovod za transport vode u okviru PPV "Hrtkovačka Draga" je podeljen u pet nezavisnih celina:

- deonica cevovoda za ispiranje filtera;
- deonica cevovoda od umirujuće komore do aeracionog bazena;
- deonica cevovoda od retenzionog bazena do filtera;
- deonica cevovoda od rezervoara filtrirane vode do rezervoara hlorisane vode;
- niskopritisna kompresorska stanica za pranje filtera zajedno sa pripadajućim cevovodom.

Proračun gubitaka energije kroz određenu deonicu cevovoda se računa na sledeći način:

1. apsolutna hrapavost cevovoda se usvaja na osnovu materijala i stanja cevovoda;
2. koeficijent trenja se računa po jednačini:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.0 \cdot \log_{10} \left(\frac{5.1286}{R_e^{0.89}} + \frac{k/D}{3.71} \right) \quad (7)$$

3. koeficijenti lokalnih gubitaka se računaju za svako mesto posebno;
4. linijski gubici energije se računaju po jednačini:

$$\Delta H_{lin} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

5. Lokalni gubici energije se računaju po jednačini:

$$\Delta H_{lok} = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

6. ukupan gubitak energije za datu deonicu cevovoda se računa kao suma:

$$\Delta H_{lin} + \Delta H_{lok} \quad (10)$$

6. ZAKLJUČAK

Osnovni zadatak Master rada odnosi se na dimenzionisanje glavnog objekta ovog vodovodnog sistema, a to je postrojenje za tretman vode, "Hrtkovačka Draga". Budući da će se celokupni sistem oslanjati na centralizovanu proizvodnju vode za piće, što znači postojanje isključivo jednog postrojenja za tretman vode na teritoriji istočnog Srema, odlučeno je da se primene jednostavni, ali delotvorni tehnološki postupci.

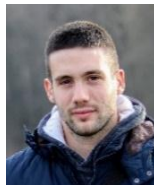
Na taj način se težio ostvariti princip "naisplativijeg rešenja" sa stanovišta troškova izgradnje i kasnijeg održavanja objekta. Razlog za ovako razmišljanje leži u činjenici da su ovi objekti od strateškog značaja za region, te da i cena njihove izgradnje srazmerna njihovoj veličini.

Ovim radom, dat je osnovni koncept i tehničko rešenje predmetnog objekta. Prema izvršenoj tehnološkoj analizi i proračunima, definisani su potrebni gabariti kompletnog sistema, kao i svih objekata i opreme unutar njega. Ovde se prvenstveno misli na objekte za aeraciju, retenciju, filtraciju, kao i na rezervoare filtrirane i hlorisane vode. Hidrauličkim proračunima definisani su radni nivoi unutar postrojenja, dimenzionisani su cevovodi koji spajaju sve objekte unutar njega i na kraju usvojena potrebna hidromašinska oprema za pravilno funkcionisanje kompletnog sistema. Postrojenje za tretman vode je osmišljeno tako da je u stanju da lako odgovori na varijacije, kako po pitanju kvaliteta sirove vode, tako i po pitanju same potrošnje.

7. LITERATURA

- [1] *Prostorni plan područja posebne namene sistema za vodosnabdevanje "ISTOČNI SREM"* - Nacrt prostornog plana - Nosilac izrade plana: Pokrajinski sekretariat za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine - AP Vojvodina - Obradivač: JP Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad 2015.
- [2] Miodrag Stanojević, Martin Bogner, „O vodama“, Beograd 2013.
- [3] John C. Crittenden, R. Rhodes Trussell, David W. Hand, Kerry J. Howe and George Tchobanoglous, „MWH's Water Treatment: Principles and Design, Third Edition“

Kratka biografija:



Nikola Gulan rođen je 1992. godine. Diplomski rad iz oblasti građevinarstvo – komunalna hidrotehnika odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad iz istoimene oblasti odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2018. godine.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE SPORTSKE HALE SA UPOREDNOM ANALIZOM TOPOLOGIJE GLAVNOG NOSAČA**THE PROJECT OF SPORT HALL STRUCTURE WITH COMPARATIVE ANALYSIS OF A TOPOLOGY OF THE MAIN GIRDER**

Ivana Božulić, Vladimir Živaljević, Dušan Kovačević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje modeliranje, statički proračun elemenata i veza, dimenzionisanje konstrukcijskih elemenata, predmer radova, kao i crteže konstrukcije sportske hale dimenzija igrališta 25 x 50 x 14 m. Takođe, urađena je i uporedna analiza topologije glavnog nosača. Analizirani su glavni nosači oblika parabole i cikloide u smislu raspodele sila u preseccima i ponašanja pod opterećenjem karakterističnim za konstrukcije visokogradnje.

Abstract – This paper includes the modelling, structural analysis of elements and joints, design of all the elements in the structure, as well as drawings of sport hall. Also, the comparative analysis of a topology of the main girder is completed.

Ključne reči: Čelična hala, AxisVM, MKE model, Parabola, Cikloida

1. UVOD

Hala je u osnovi pravougaona, dimenzija 50 x 90 m. Visina hale je 15 m. Aneksi hale se pružaju u podužnom pravcu i kruto su vezani za glavnu konstrukciju. Glavni konstruktivni sistem čine lučni tropojasni rešetkasti nosači. Najpogodniji oblik luka je izabran uporednom analizom između cikloide i parabole. Rožnjače su ravanske rešetke sistema proste grede, izrađene od kutijastih profila.

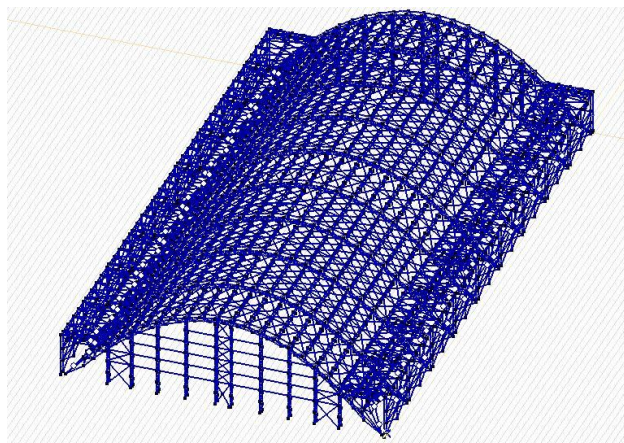
Glavni nosač je statičkog sistema uklješteni luk. Proračun i dimenzionisanje su sprovedeni po Eurocode-u. Modeliran je i temelj sa ležišnim pločama, pomoću shell elemenata, koji prima reakcije glavnog nosača i stubova aneksa. Aksonometrijski prikaz hale dat je na Slici 1.

2. ANALIZA OBLIKA GLAVNOG NOSAČA

Vršeno je ispitivanje najpovoljnijeg oblika glavnog nosača. Uporednom analizom parabole, u obliku racionalne ose luka, u kojoj izostaju momenti savijanja, i cikloide. Cikloida je kriva koju iscrtava tačka na obodu kruga, koji se kotrlja po pravoj bez klizanja. Teoreme o cikloidi pokazuju da je dužina luka jednog svoda jednaka $8r$, gde je r poluprečnik kruga.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Kovačević, red.prof.



Slika 1 - Aksonometrijski prikaz konstrukcije

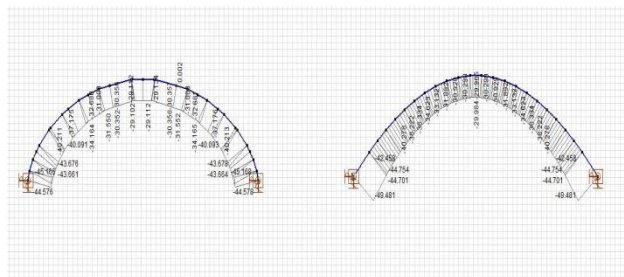
Raspon cikloide jednak je obimu kruga, tj. $2\pi r$, gde je r takođe poluprečnik kruga. U softverskom paketu AxisVM, napravljeni su modeli glavnog nosača, u dve varijante.

Prva je bila sa tropojasnom rešetkom, a druga sa samo jednim pojasom rešetke (ravanski model). Raspon ovih krivih je uporediv, za istu visinu nosača od 15m, tj. 50 m je raspon parabole, a 47,1225 m raspon cikloide. Zadato opterećenje, pored sopstvene težine nosača, je i 1 kN/m^2 , koje je ravnomerno raspodeljeno po projekciji u cilju simuliranja opterećenja snegom.

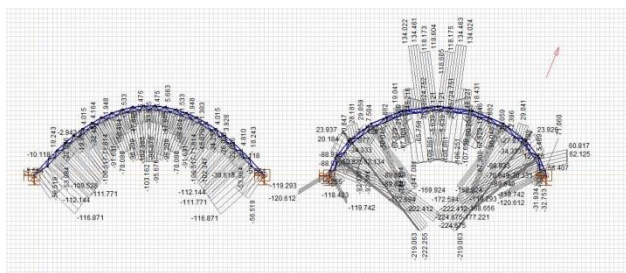
Na Slikama 2 i 3 mogu se videti raspodele normalnih sila u oba modela, a na slikama 4 i 5, raspodela momenata savijanja.

Poređenjem rezultata je zaključeno da bolju sliku napona i sila, manje vrednosti, blaže promene, odsustvo skokova daje oblik parabole.

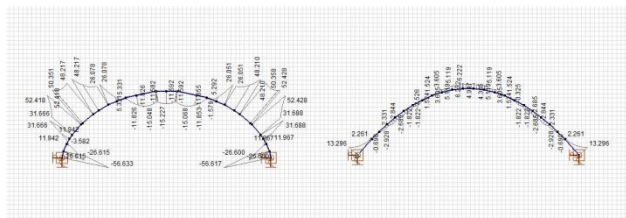
Stoga je parabola oblika potporne ose luka i izabrana za oblik glavnog nosača.



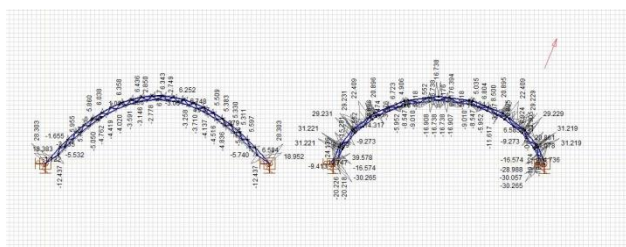
Slika 2 - Prikaz raspodele normalnih sila u modelu sa jednim pojasom



Slika 3 - Prikaz raspodele normalnih sila u modelu sa tropojasnom rešetkom



Slika 4 - Prikaz raspodele momenata savijanja u modelu sa jednim pojasom



Slika 5 - Prikaz raspodele momenata savijanja u modelu sa tropojasnom rešetkom

Osovinski raster glavnih nosača iznosi 10m. Strela luka je 15m. Visina tropojasne rešetke je 1m. Veze između štapova rešetke su u zavarenoj izradi. Montažni nastavci su na sedamnaestom metru lučnog nosača. Glavni nosač je oslonjen na tlo preko temelja samaca, dimenzija 2,53 x 2,53 m.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja je rađena u saglasnosti sa evropskim propisima Eurocode 1. Opterećenje od sopstvene težine je generisano kao automatsko u softveru. Dodatno stalno opterećenje, tj. opterećenje od težine obloge i instalacija, je usvojeno u vrednosti od 0,4 kN/m². Istu vrednost Pravilnik nalaže i za korisna opterećenja na neprohodnim krovovima.

Opterećenje snegom je izračunato pomoću standarda EN1991-1-3:2003, a opterećenje vetrom, koje između ostalog zavisi od brzine vetra na datoj lokaciji, topografije i, hrapavosti terena, te koeficijenta izloženosti, pomoću standarda EN1991-1-4:2005. Za maksimalnu pozitivnu temperaturnu promenu uzeta je vrednost od 28°C, a za negativnu -27°C. Seizmičko opterećenje je zadato pomoću softvera AxisVM, u koje su uneti parametri C kategorije tla i vrednost referentnog maksimalnog ubrzanja tla od 0,2g za lokaciju Novi Sad.

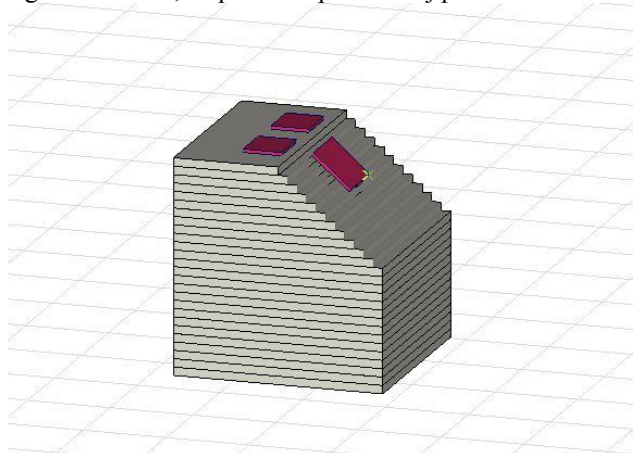
4. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE I TEMELJA

Modeliranje konstrukcije je vršeno u softverskom paketu AxisVM, koji radi na osnovu metode konačnih elemenata. Svi elementi konstrukcije, osim temelja, su modelirani kao linijski elementi, od čelika S275. Veze između štapova pojaseva i ispune rešetke su modelirane kao krute, jer su u realnosti u zavarenoj izradi.

Fasadni stubovi u kalkanskim zidovima su modelirani kao kontinualni preko nekoliko polja, uklješteni na svom donjem kraju.

Fasadni stubovi u podužnom zidu su na svom donjem kraju uklješteni, a na gornjem se kruto spajaju sa gredom aneksa. Hala je ukružena spregovima u krovnim ravnama, u poljima kalkana i podužnom aneksu.

Temelj tipa samac je modeliran pomoću shell elemenata debljine 0,1 m, kojima su dodeljene karakteristike betona C 25/30. Dimenzije temelja su 2,53 x 2,53 x 2,53 m. Dimenzije površinskog konačnog elementa su 0,115 x 0,115 m. Temelj je modeliran kao 22 ljuske, čvorova povezanih link elementima. Takođe su modelirane i ležišne ploče, preko kojih se sile iz stubova aneksa i glavnog lučnog nosača prenose na betonski temelj. Radi što realnijeg modela, uticaji iz stuba i luka su, pomoću rigid elemenata, raspoređeni po ležišnoj ploči.

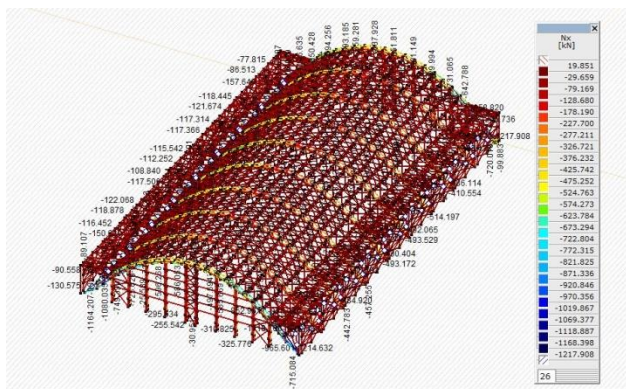


Slika 6 - Renderovan prikaz temelja

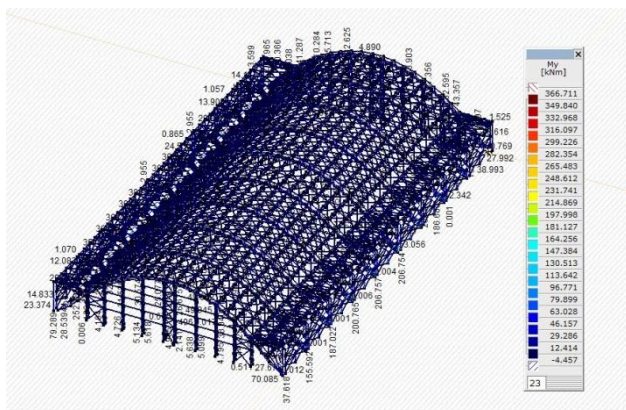
Usled nedopuštene pojave napona zatezanja u tlu, ispod temelja, vršena je redukcija kontaktne površine.

5. PRORAČUN I DIMENZIONISANJE

Urađena je linearna statička analiza i dobijene su vrednosti normalnih, transversalnih sila i momenata savijanja. Na Slici 7 se može videti raspodela maksimalnih vrednosti normalne sile u štapovima konstrukcije.



Slika 7 - Maksimalne vrednosti normalne sile



Slika 8 - Maksimalne vrednosti momenata savijanja

Na osnovu dobijenih uticaja, uz pomoć opcije za dimenzionisanje čelika u AxisVM-u, odabrani su poprečni preseći koji zadovoljavaju uslove nosivosti, upotrebljivosti i stabilnosti.

Takođe je urađeno i konstruisanje veza, provera varova, spojevi temelja samca i glavnog nosača, kao i temelja samca i fasadnog stuba. Proračunat je i montažni nastavak glavnog nosača, koji je, zbog nemogućnosti transporta većeg elementa, predviđen na sedamnaestom metru luka. Uz svu neophodnu tehničku dokumentaciju, dat je i predmer radova, po pozicijama elemenata.

6. ZAKLJUČAK

Pomoću softverskog paketa, konstrukcija je prikazana u što realnijem obliku, i proračunata na dejstva koja su izgledna da se jave u objektima visokogradnje. Zahvaljujući metodi konačnih elemenata, dovoljno dobro možemo da dobijemo uvid u potrebne uticaje. Dokazano je i da svi odabrani preseći štapova, koji čine rešetke glavnog nosača, stubova ili rožnjača, zadovoljavaju uslove neophodne za siguran i ugodan boravak unutar objekta.

7. LITERATURA

- [1] AxisVM® 13 (2015): User's manual, InterCAD, Budapest
- [2] Evrokod 0 : EN 1990:2002
- [3] Evrokod 1 : EN 1991-1-1:2002
- [4] Evrokod 3 : EN 1993-1-3:2006
- [5] Evrokod 8 : EN 1998-1:2004
- [6] Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu. 1999. Metalne konstrukcije – Osnove proračuna i konstruisanja
- [7] Zarić Branko, Dragan Buđevac i Branislav Stipanić. 2004. Čelične konstrukcije u građevinarstvu. Beograd: Građevinska knjiga.
- [8] Buđevac Dragan. 2006. Metalne konstrukcije u zgradstvu. Beograd: Građevinska knjiga
- [9] Sklena Johan i Nataša Vujadinović. 1998. Proračun temelja. Novi Sad: Principal doo
- [10] Stevanović Stevan. 1989. Fundiranje I. Beograd: Naučna knjiga

Kratka biografija:



Ivana Božulić rođena je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije odbranila je 2018. god.

**NUMERIČKO MODELIRANJE PODZEMNOG STRUJANJA ISPOD PREGRADE
PRIMENOM SOFTVERSKOG PAKETA „GMS-MODFLOW“****NUMERICAL MODELING OF GROUND WATER FLOW BELOW A BARRIER USING
SOFTWARE „GMS-MODFLOW“**

Dušan Maksimović, Ljubomir Budinski, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO – HIDROTEHNIKA

Kratak sadržaj – U radu je prikazano numeričko modeliranje podzemnog strujanja ispod pregrade korišćenjem softvera GMS-MODFLOW. Kao polazna tačka, najpre je napravljen fizički model i na osnovu njega uspostavljen je numerički model. Prikazano je usklađivanje dva modela putem kalibracije numeričkog modela, a potom i primena numeričkog modela na rešavanje problema uzgona, filtracionog proticaja i transporta materije.

Abstract – This project presents numerical modeling of ground water flow below a barrier using software GMS-MODFLOW. First a physical model was set up which served as basis for establishing a numerical model. Once the numerical model was calibrated according to the conditions of the physical model, it has been used to calculate hydraulic uplift, filtration flow and matter transport.

Ključne reči: Strujanje podzemne vode, numeričko modeliranje, fizički model

1. CILJ RADA

Sa razvitkom računara i softvera za modeliranje omogućeno je rešavanje kompleksnih problema koji su ranije predstavljali veoma zametan posao i bili su teški za rešavanje. Savremena tehnologija je pružila mogućnost primene ovih softvera koji su danas nezamenljivi i predstavljaju sastavni deo svakog istraživanja. Cilj ovog rada jeste da se na relativno jednostavan primer opstrujavanja vertikalne vodonepropusne pregrade primeni numerički model u odgovarajućem softveru i da se rezultati uporede sa rezultatima odgovarajućeg fizičkog modela, sa ciljem da se prikaže način funkcionisanja softvera, njegove mogućnosti, njegova veza sa odgovarajućim fizičkim modelom, kao i sve prednosti i nedostaci.

2. UVOD – O STRUJANJU PODZEMNE VODE

Svako izučavanje strujanja podzemne vode odnosi se na određenu prostornu oblast i vremenski period. Retko se izučava strujanje po celom akviferu sa isključivo prirodnim granicama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ljubomir Budinski, vanr. prof.

Najčešće se izučavana oblast ograničava veštačkim granicama u kojima se stanje smatra poznatim. Granične uslove čini skup poznatih pokazatelja po graničnim površinama oblasti. Pored njih, za izučavanje neustaljenog strujanja neophodno je poznavati parametre u početnom trenutku i oni predstavljaju početne uslove.

2.1 Modeli strujanja

Pod modelom strujanja podrazumeva se sredstvo koje može da posluži za opis strujanja u nekom hidrogeološkom sistemu. Problemi strujanja se mogu rešavati raznim postupcima, na raspolaganju su:

- fizički modeli,
- grafička konstrukcija strujne mreže,
- analogni modeli,
- numerički modeli i
- računski (analitički) modeli.

Uspostavljanje analitičkih i numeričkih modela se sastoji od sledećih radnji:

- izvođenje jednačina koje opisuju fiziku pojave,
- primena tih jednačina na neki primer sa poznatim početnim i konturnim uslovima,
- rešavanje jednačina čime se dolazi do rasporeda nepoznatih veličina u strujnom prostoru (najčešće pijezo nivoa i brzina).

Analitičko rešenje, kada je ono moguće, ima prednost što određuje traženu veličinu u vidu algebarske jednačine u svim tačkama strujne oblasti. Međutim, ne može se naći analitičko rešenje za sve diferencijalne jednačine strujanja, pogotovo ne za one sa složenim konturnim uslovima. Ogromna prednost numeričkog postupka je da se lako prilagođava složenim jednačinama i konturnim uslovima.

U okviru ovog rada korišćena je metoda konačnih razlika. Kod metode konačnih razlika parcijalni izvodi u parcijalnim diferencijalnim jednačinama strujanja zamene se konačnim priraštajima. Za unapred izabrane čvorne tačke strujnog prostora pišu se jednačine strujanja u obliku konačnih priraštaja, čime se dobija sistem od onoliko algebarskih jednačina koliko nepoznatih ima. Osnovne jednačine iz kojih se izvode jednačine strujanja su:

- jednačina nepromenljivosti mase (jednačina kontinuiteta, jednačina održanja mase) i
- jednačina održanja količine kretanja (dinamička jednačina).

2.2 Dinamička jednačina, Darsijev zakon filtracije

Darsi je na osnovu mnogobrojnih opita filtracije otkrio da je specifičan proticaj – tj. proticaj po jedinici površine

$$\frac{Q}{A} = v = q = -K \frac{\Delta H}{\Delta x} = -K \frac{dH}{dx} = KI_H \quad (1)$$

2.3 Jednačina kontinuiteta

$$\frac{\partial m}{\partial t} + \left[\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho v_z)}{\partial z} \right] V = 0, \quad (2)$$

3. MATEMATIČKO MODELIRANJE PODZEMNE VODE (GMS-MODEFLOW)

$$S_z \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial H}{\partial z} \right) - W,$$

4. LABORATORIJSKI OPIT

4.1 Merenja i dobijeni rezultati

Tabela 1. Rezultati prvog seta merenja pijezo kota

I set merenja	
Gornji nivo $H_g=11\text{cm}$ Donji nivo $H_d=1\text{cm}$	
Pijezometar	Pijezo-kote, H (cm)
1	3.7
2	3.5
3	2.85
4	1.9
5	1.6



Slika 2. Vizualizacija strujnica ubrizgavanjem farbe

5. NUMERIČKI MODEL

5.1 Kalibracija numeričkog modela

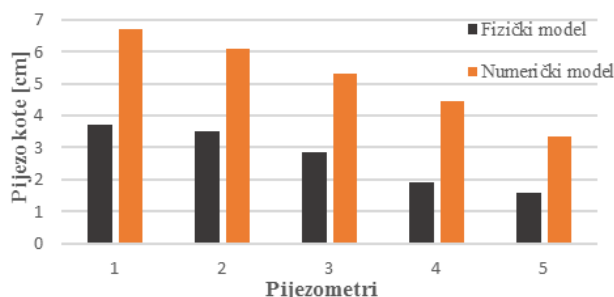
Kalibracija numeričkog modela znači podešavanje njegovih pokazatelja. Time je u datom slučaju trebalo postići istovetno stanje sa stanjem na odgovarajućem fizičkom modelu.

5.1.1 Numerički model sa horizontalnom barijerom (nultim protokom) kao graničnim uslovom

Proučavanje ponašanja horizontalne barijera kao prvog ispitanog graničnog uslova proizilazi iz potrebe upoređivanja numeričkog i fizičkog modela. Poređenjem ovih rezultata pokazuju se eventualna odstupanja. Otkrivanje tih odstupanja predstavlja prvi zadatak koji treba uraditi kako bi se došlo do istovetnih uslova na numeričkom i fizičkom modelu, koji će onda dati zadovoljavajuće, pouzdane rezultate. Dakle, postavljanjem horizontalne barijere za granični uslov, fizički model je “preslikan” u softver. Tabelom 2 i slikom 3 prikazani su rezultati merenja prvog seta. Poređenjem rezultata jasno se vidi da dolazi do odstupanja između rezultata dva modela.

Tabela 2. Prikaz pijezo kota fizičkog i numeričkog modela

	Pijezometri	Modeli	
		Fizički	Numerički
		Pijezo kote, H [cm]	Pijezo kote, H [cm]
Prvi set merenja	1	3.7	6.69
	2	3.5	6.10
	3	2.85	5.31
	4	1.9	4.43
	5	1.6	3.35

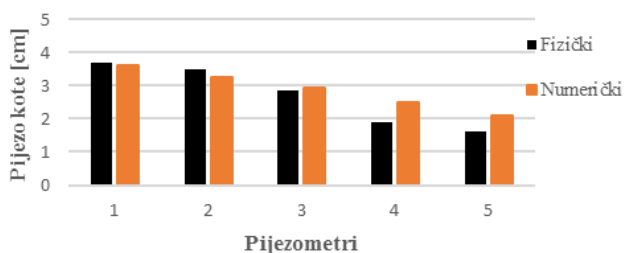


Slika 3. Grafičko upoređenje pijezo kota numeričkog i fizičkog modela

Zaključeno je da postoji velika verovatnoća da je do toga došlo usled neravnomerne zbijenosti peska u fizičkom modelu. Neravnomerna zbijenost bi se mogla potvrditi zadavanjem u softveru različitih vrednosti koeficijenta filtracije za pojedine slojeve ugrađenog peska, pa je usvojeno rešenje da se na uzvodnoj polovini modela (do vertikalne pregrade) smanji koeficijent filtracije, a na nizvodnoj poveća. Time se postižu veći računski gubici i za rezultat logično je očekivati manje pijezo kote. Rezultati prvog seta merenja su prikazani tabelom 3 i slikom 4.

Tabela 3. Prikaz pijezo kota prvog seta merenja na fizičkom i numeričkom modelu nakon podešavanja koeficijenta filtracije

	Pijezometri	Modeli	
		Fizički	Numerički
		Pijezo kote, H (cm)	Pijezo kote, H (cm)
Prvi set merenja	1	3.7	3.62
	2	3.5	3.26
	3	2.85	2.92
	4	1.9	2.5
	5	1.6	2.1

Slika 4. Grafičko upoređenje pijezo kota numeričkog i fizičkog modela nakon podešavanja koeficijenta K

Pokazalo se da je pretpostavka o neravnomernoj zbijenosti peska tačna. Usklađivanjem koeficijenata filtracije došlo se do rezultata koji odgovara rezultatima

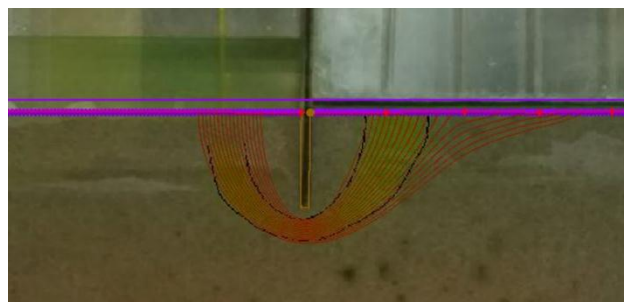
na fizičkom modelu, te može se konstatovati da je utvrđen (i uklonjen) razlog odstupanja dva modela. Treba primetiti da su odstupanja kod zadnja dva pijezometra i dalje prisutna, što ukazuje na to da i dalje postoje umerene lokalne razlike u koeficijentima filtracije.

5.2 Numerički model sa pijezo kotama kao graničnim uslovom izmerenim na fizičkom modelu

Zadavanje graničnog uslova numeričkom modelu u vidu pijezo kota izmerenih na fizičkom modelu pruža realniju sliku o tome šta se zapravo događa sa modelom. Sada umesto uslova nepropusne konture na mestu gde su na fizičkom modelu duž granice izmerene pijezometarske kote, unose se te vrednosti. Ovaj numerički model je poslužio za određivanje strujne slike, uzgona i filtracionog proticaja. Pored toga upotrebljen je za procenu transporta materije, što je obuhvaćeno programom [4], [5].

5.2.1 Određivanje strujnica

Računsko određivanje strujnica je značajno jer se njihova dispozicija može uporediti sa tragom koji ubrizgana boja ostavlja na fizičkom modelu. Njihovo poklapanje je jedan od merodavnih indikatora da je model ispravno postavljen. Slikom 5 prikazana je strujna slika prvog seta merenja i prvog položaja cevčice za ubrizgavanje boje.

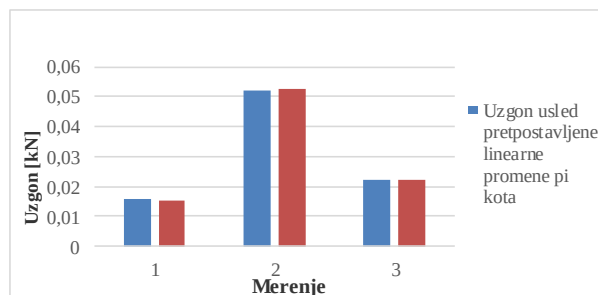


Slika 5. Preklapanje strujne slike sa numeričkog modela i traga boje na fizičkom modelu

Kao što se vidi, strujnice numeričkog modela do određene mere prate trag koji je ostavila boja, što ukazuje na zadovoljavajuće postavljen numerički model. Međutim, ipak se uočavaju odstupanja, pogotovo na nizvodnom delu strujne slike. Ta odstupanja su rezultat neravnomerne zbijenosti peska.

5.2.2 Izračunavanje uzgona

Uzgon na horizontalni deo barijere računat je na dva načina: pretpostavkom linearnog pada pijezometarske kote po konturi barijere (Blajov postupak [1]) i rasporedom pijezo kote duž konture barijere po rezultatima numeričke simulacije.



Slika 6. Grafički prikaz uzgona po pretpostavci linearne promene i numerikom dobijene raspodele pijezo kota

Slika 6 prikazuje vrednosti uzgona za slučaj linearne promene pijezo kote i promene pijezo kote na osnovu numeričkog modela.

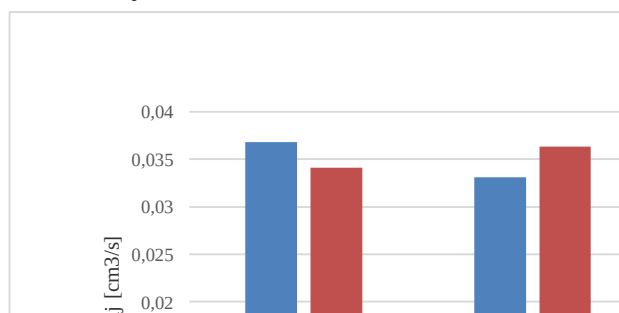
Na osnovu slike 6 zaključuje se da su vrednosti ova dva uzgona približno identične pa se može konstatovati da je linearna promena pizezometarske kote dovoljno dobra aproksimacija za praktične potrebe.

5.2.3 Izračunavanje filtracionog proticaja

Po završetku proračuna program nudi mogućnost neposrednog očitavanja filtracionog proticaja po numeričkom postupku.

Upoređenja radi, filtracioni proticaj dodatno je određen i primenom pretpostavke linearnog pada pizezometarske kote (Blajovim postupakom).

Slika 7 prikazuje filtracione proticaje po Blaju i filtracione proticaje očitane iz numeričkog modela za sva 3 seta merenja.



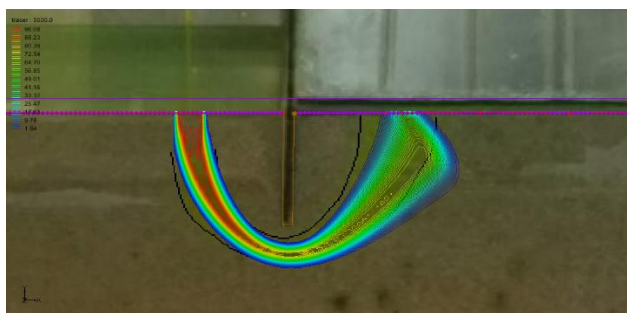
Slika 7. Grafički prikaz dobijenih filtracionih proticaja

Na osnovu prikazanih rezultata dolazi se do zaključka da su vrednosti ovih proticaja približno jednake.

5.3 Modeliranje transporta materije

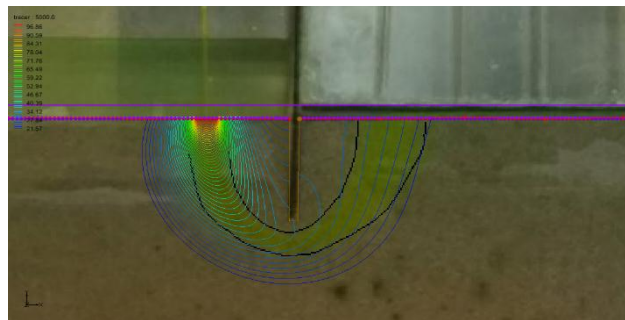
Modeliranje transporta materije je poslednja faza upoređenja i provere ponašanja numeričkog i fizičkog modela.

Razlog ubrizgavanja boje kroz cevčice na fizičkom modelu jeste da se omogućilo upoređenje rezultata numeričkog i fizičkog modela, pri čemu vršeno je numeričko modeliranje transporta materije sa uvažavanjem advekcije i disperzije, a rezultati su prikazani na slikama 8 i 9.



Slika 8. Numeričko modeliranje transporta materije sa advekcijom

Sa slike 8 zaključuje se da sa povećanjem udaljenosti od mesta ubrizgavanja boje dolazi do sve većih odstupanja u preklapanju strujnica numeričkog i fizičkog modela. Razlog za ovo je neravnomerna zbijenost peska u fizičkom modelu.



Slika 9. Numeričko modeliranje transporta materije sa advekcijom i disperzijom

Na osnovu slike 9 može se zaključiti da se uticaj disperzija brzo smanjuje sa udaljenošću od mesta ubrizgavanja boje. Odstupanja tragova boje dva modela se ne može pripisati disperziji, jer je ona slabo izražena usled veoma malih brzina strujanja, te neznatno doprinosi širenju boje.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada jeste primena softvera i kreiranje numeričkog modela za rešavanje praktičnih problema sa kojima se često susreće u praksi. U ovom radu odabrano je modeliranje podzemnog strujanja ispod vertikalne pregrade. Važno je zaključiti da tačnost numeričkog modela zavisi od tačnosti ulaznih parametara modelisane fizičke pojave, odnosno numerički model je dobar onoliko koliko su verodostojni ulazni parametri. Može se koristiti samo ukoliko je kalibrisan (što u datom slučaju znači da numerički i fizički model rade pod identičnim uslovima). Jednom kalibrisan numerički model se nadalje može koristiti za rešavanje raznih zadataka, kao što je ovde urađeno sa uzgonom, filtracionim proticajem i transportom materije.

7. LITERATURA

- [1] Savić, Lj., *Uvod u hidrotehničke građevine*, Građevinski fakultet u Beogradu, 2003.
- [2] Hajdin, G., *Mehanika fluida – knjiga treća, Dodatna poglavlja*, Građevinski fakultet u Beogradu, 2009.
- [3] Budinski. Lj., *Predavanja iz predmeta Hidraulika 2*, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, 2016.
- [4] <http://www.xmswiki.com/wiki/GMS:MODFLOW>
- [5] <http://www.aquaveo.com/software/gms-modflow>

Kratka biografija:



Dušan Maksimović rođen je u Kraljevu 1993. godine. Diplomski rad iz oblasti Gadevinarstvo, na temu „Hidraulički proračun navodnjavanja Trebinjskog polja“, odbranio je 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno je student master studija Hidrotehničkog smeru istog fakulteta.

Ljubomir Budinski rođen je u Kuli 1976. godine. Doktorsku disertaciju odbranio je na Građevinskom fakultetu Subotica. Trenutno je u zvanju vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka.

**OTPORNOST PVC FOLIJA ŠTAMPANIH TEHNIKOM SITO ŠTAMPE NA
SPOLJAŠNJE UTICAJE****RESISTANCE OF PVC FOIL PRINTED BY THE SCREEN PRINTING TECHNIQUE ON
EXTERNAL INFLUENCE**

Ilija Tatović, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Osnovni cilj ovog rada jeste ispitivanje postojanosti otisaka dobijenih tehnikom ručne sito štampe na uticaj sunčeve svetlosti i mehaničkog dejstva (otiranje boje). Štampa uzoraka biće izvedena uz pomoć jednog štamparskog sistema sito štampe uz promenu određenih parametara. U procesu štampe biće upotrebljena: tri sita sa različitim linijatura, dve vrste folija različitih proizvođača sličnih mehaničkih i hemijskih karakteristika i tri vrste boja istog proizvođača različitih karakteristika. Uzorci se nakon štampe testiraju u specijalizovanoj laboratoriji. Nakon testiranja vrše se spektrofotometrijska merenja i vizuelna analiza skeniranih uzoraka.

Abstract – The main goal of this master's work is to test the stability of the prints obtained by the hand-screen printing technique on the influence of sunlight and mechanical effect (color rendering). Sample printing will be done using one printing system, while changing the printing parameters. The printing process will be carried out with: three screens with various line screens, two types of foil from two different manufactures with similar mechanical and chemical characteristics and three colors from one manufacturer with different characteristics. Samples are tested in a specialized laboratory after printing. After testing, sphero-photometric measurements and visual analysis of scanned samples are performed.

Glavne reči: Sito štampa, PVC folija, sito štamparska boja, sito štamparska forma, spektrofotometrijsko merenje, CIE Lab, otiranje boje, sunčeva svetlost.

1. UVOD

Sito štampa predstavlja specifičnu tehniku štampe kod koje se otisak dobija protiskivanjem boje kroz štamparsku formu na podlogu za štampu ili prenosni medij [1]. Štamparsku formu sito štampe čini mreža na koju je postavljen šablon koji zatvara određene delove mreže zategnute na ramu, pa samim tim sprečava protiskivanje boje. Elementi koje je šablon zatvorio, nazivaju se neštampajući elementi, a oni koji su ostali otvoreni i mogu propuštati boju nazivaju se štampajući elementi štamparske forme. Ova tehnika štampe je, verovatno jedina koja omogućava štampu na skoro svim vrstama materijala kao i štampu na predmetima različitih oblika i profila [2].

Jedna od podloga na kojima se sve više štampa je PVC folija. PVC folije koje se koriste za štampu etiketa se često izlažu spoljašnjim uticajima. Na osnovu toga postavljen je i osnovni cilj ovog rada, a to je da se ispita postojanosti otiska dobijenih tehnikom ručne sito štampe na uticaj sunčeve svetlosti i mehaničkog dejstva (otiranje boje). Ispituju se samolepljive etikete izrađene tehnikom sito štampe na PVC folijama.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Test otisak u ovom radu podrazumeva otisak odštampan unapred određenom test formom, sastavljenom od dva merna polja. Merna polja test otiska su polja punih tonova (100% pokrivenosti) dimenzije 70 x 170 mm. Jedno merno polje koristi se za testiranje otpornosti otiska na sunčevo zračenje, a druga za ispitivanje otiska na mehaničko dejstvo (otiranje boje). Kvalitetna štampa punih tonova moguća je samo u slučaju kada se koriste odgovarajući parametri štampe (linijatura sito mreže, šablon, pritisak rakel noža, ugao rakel noža, brzina rakel noža, boja, zazor između forme i podloge za štampu, podloga za štampu...). Štampa uzoraka izvedena je uz pomoć tri štamparke forme linijatura sito mreže od 77 l/cm, 120 l/cm i 140 l/cm. U eksperimentu štampa se izvodi na PVC samolepljivim transparentnim folijama. Koriste se dve po karakteristici iste folije različitih proizvođača LG Hausys i Oracal 640. Takođe uzorci se štampaju sa tri različite vrste boje Manoukian Argon: Hi-Gloss 35.000, Ondaflut 85.000 i Texilon 58.000. Kombinacija svih gore navedenih parametara štampe daje ukupno osamnaest odštampanih test uzoraka. Štampa PVC folija izvodi se na manuelnoj mašini za sito štampu Sitotehnika - SB2V, mašina pripada porodici malih nisko produktivnih mašina sa ravnom podlogom (flat bed). Mašina poseduje ugrađen vakuum sistem u radnu ploču koji omogućava preciznije i lakše pozicioniranje podloge za štampu tokom rada. Nakon procesa štampe odštampani uzorci su izmereni uz pomoć spektrofotometrijskih instrumenata Techkon SpectroDens i HP-200. Instrumentom Techkon SpectroDens izmerena je spektralna raspodela snage boje odštampanog uzorka (spektralna kriva), a instrumentom HP-200 CIE Lab vrednosti. Spektrofotometrom HP-200 mere se CIE Lab koordinate uzoraka pre i posle laboratorijskog testiranja. Iz ovih vrednosti izračunava se razlika boja ΔE . Veća vrednost razlike boja ukazuje na veću promenu boje uzorka pre i posle testiranja. Razlika boja ΔE izračunava se prema formuli:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.

Apsolutna razlika boja ΔE izračunava se iz prikazane formule gde je ΔL razlika u svetlini između dve posmatrane boje, Δa razlika na crveno/zelenoj osi, a Δb žuto/plavoj osi CIE Lab prostora boja [3].

Ovakvim načinom merenja povećava se tačnost samog eksperimenta. Radi vizuelne analize uzoraka isti se nakon štampe i skeniraju. Zatim se uzorci šalju u specijalizovanu laboratoriju gde se testira otpornost otiska na sunčevu svetlost i mehanički uticaj otiranja. Da bi se uzorci izložili delovanju svetla koje simulira sunčevu svetlost, koristi se mašina Xenotest Alpha+.

Ovaj uređaj na rotirajućem karuselu nosi uzorke dimenzije 9 x 4 cm, sa ukupnom površinom za testiranje uzoraka od 1320 cm². Alpha+ simulira i ubrzava prirodni vremenski proces dugogodišnjeg dejstva sunčeve svetlosti i vremenskih pojava. Simulacija sunčevog zračenja vrši se uz pomoć ksenonskih lampi. Uzorci su 25 dana konstantno u uređaju Xenotest Alpha+ izlagani zračenju. Ovo laboratorijsko testiranje je izvedeno prema standardu SRP EN ISO 105-B02:2014. Za ispitivanje mehaničke otpornosti otisaka na otiranje koristi se uređaj za testiranje Testex TF411 Electronic Crockmeter. Uređaj konstantnim pritiskom (9N+/-10%) vrši mehaničko dejstvo na uzorak postavljen u specijalni držač. Glava prečnika 16 mm vrši dejstvo na otisak i izaziva u određenoj meri otiranje boje sa otiska.

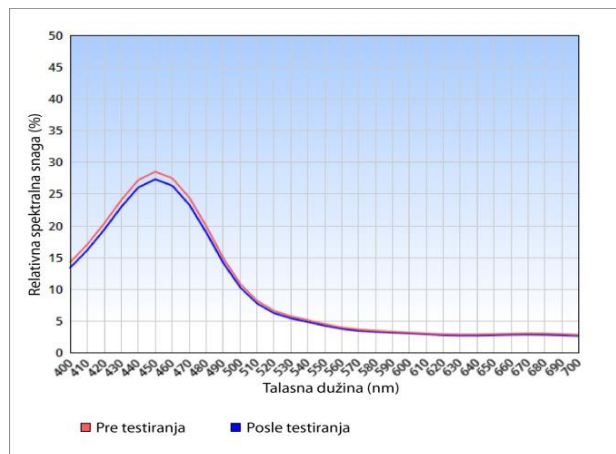
Testiranje je izvedeno u četiri ciklusa po 300 ponavljanja. Nakon laboratorijskog testiranja nad uzorcima se ponovo vrši spektrofotometrijsko merenje i skeniranje. Dobijeni rezultati se upoređuju sa onima dobijenim pre testiranja. Upoređivanjem uzoraka dolazimo do zaključaka koji uzorak je najotporniji i pod kojim parametrima štampe (linijatura sito mreže, boja, podloga za štampu).

3. REZULTATI MERENJA

Iz razloga ograničenog prostora u ovom poglavlju prikazani su samo ključni grafikoni, skenirani uzorci i tabele. Razlike između rezultata merenja pre i posle testiranja u laboratoriji, omogućavaju određivanje stepena otpornosti otiska na sučevo zračenje. Merenje sa dva spektrofotometrijska instrumenta daju mogućnost da se promene na otiscima broječno i vizuelno prikažu. Svi uzorci su mereni po pet puta. Radi veće tačnosti eksperimenta za određivanje stepena promene boja test otiska koriste se prosečne vrednosti ovih merenja. Spektrofotometrom Techkon Spectrodens mere se spektralna raspodela boje otiska (spektralna kriva) pre i posle laboratorijskog testiranja. Na slici 1 prikazan je izgled spektralnih krivi za jedan od uzoraka.

Odstupanje spektralnih kriva jedne od druge ukazuje koliko je promenu boja pretrpela nakon testiranja, veće odstupanje veća i promena boje.

U tabeli 1 predstavljene su vrednosti razlike boja ΔE za svih osamnaest uzoraka izračunatih iz CIE Lab vrednosti dobijenih mernim instrumentom HP-200. Razlika boja je izračunata između boja uzoraka pre i posle laboratorijskog testiranja. Za izračunavanje razlike boja koriste se srednje vrednosti merenja CIE Lab koordinata. Kako bi odredili koja od boja je posle testiranja imala najmanju promenu, izračunate su srednje vrednosti razlike boja za svaku od boja korišćenih u eksperimentu ΔE_{sr} . Ove srednje vrednosti predstavljene su u tabeli 2.



Slika 1. Spektralne krive pre i posle izlaganja uticaju svetlosti

Tabela 1. ΔE pre i nakon izlaganja uzoraka uticaju svetlosti

Vrsta boje	Vrsta folije	l/cm	ΔE
Ondaflut	LG Hausys	77	0,29
Ondaflut	ORACAL 640	77	0,35
Hi-Gloss	LG Hausys	77	0,84
Hi-Gloss	ORACAL 640	77	0,27
Texilon	LG Hausys	77	0,29
Texilon	ORACAL 640	77	0,43
Ondaflut	LG Hausys	120	0,26
Ondaflut	ORACAL 640	120	0,30
Hi-Gloss	LG Hausys	120	0,26
Hi-Gloss	ORACAL 640	120	0,50
Texilon	LG Hausys	120	0,13
Texilon	ORACAL 640	120	0,47
Ondaflut	LG Hausys	140	0,82
Ondaflut	ORACAL 640	140	1,58
Hi-Gloss	LG Hausys	140	1,04
Hi-Gloss	ORACAL 640	140	1,16
Texilon	LG Hausys	140	0,57
Texilon	ORACAL 640	140	0,21

Tabela 2. ΔE_{sr} za vrste boja korišćenih u eksperimentu

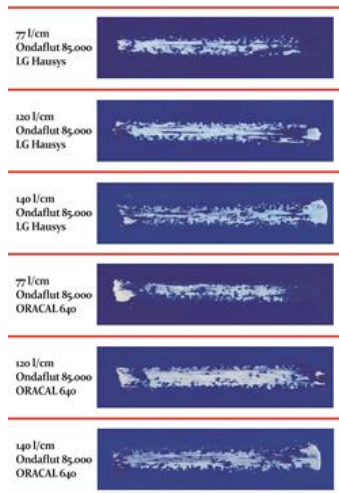
Vrsta boje	ΔE_{sr}
Ondaflut	0,60
Hi-Gloss	0,68
Texilon	0,35

Kao što se iz predhodne tabele vidi boja za sito štampu Texilon 58.000 pri različitim parametrima štampe pokazala je najveću otpornost na uticaj sunčeve svetlosti. Kako bi utvrdili pri kojoj linijaturi sito mreže u procesu štampe boja Texilon 58.000 pokazala najveću otpornost na sunčevu svetlost, izračunate su srednje vrednosti razlike boja za sve tri linijature sito mreže 77, 120 i 140 l/cm. Srednje vrednosti su predstavljene u tabeli 3.

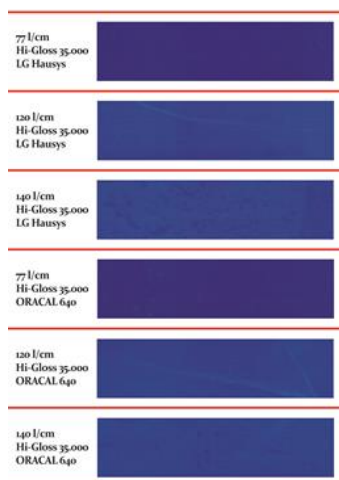
Uzorci testirani na otiranje boje u uređaju TESTEX TF411 Electronic Crockmeter skenirani su pre početka i nakon svakog ciklusa testiranja. Izgled uzoraka nakon prvog ciklusa testiranja (trista ponavljanja) dat je na slikama 2,3,4.

Tabela 3. ΔE_{sr} za sve tri linijature sito mreže korišćene u eksperimentu

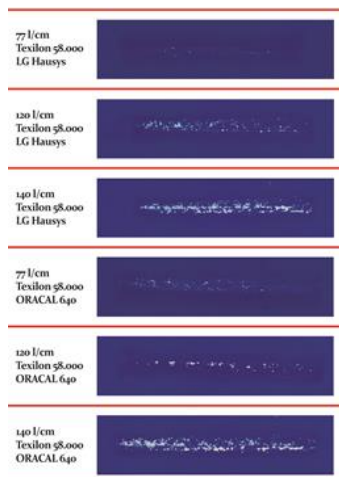
Vrste boja	l/cm	ΔE_{sr}
Texilon	77	0,36
Texilon	120	0,30
Texilon	140	0,39



Slika 2. Skenirani uzorci odštampani Ondaflut bojom nakon prvog ciklusa trljanja



Slika 3. Skenirani uzorci odštampani Hi-Gloss bojom nakon prvog ciklusa trljanja

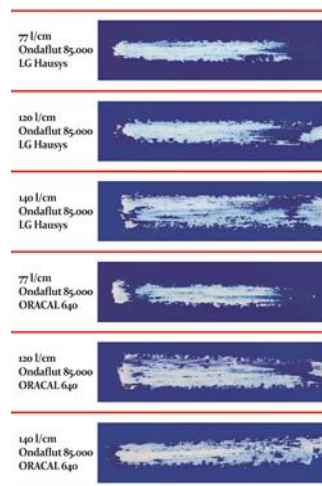


Slika 4. Skenirani uzorci odštampani Texilon bojom nakon prvog ciklusa trljanja

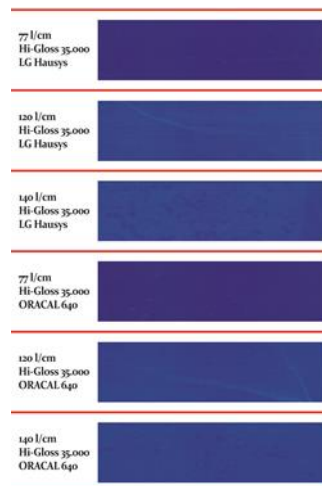
Na osnovu skeniranih uzoraka nakon prvog ciklusa od 300 ponavljanja, možemo zaključiti da boja Ondaflut 85.000 ima najmanju otpornost na otiranje. Uzorci odštampani bojom Texilon 58.000 pokazali su bolju otpornost od uzoraka štampanih bojom Ondaflut 85.000, ali i kod ovih uzoraka oštećenje boje uzoraka je uočljiva. Kod boje Hi-Gloss 35.000 oštećenja su neprimetna. Uzorci štampani bojama Ondaflut 85.000 i Texilon 58.000 pokazali su da vrsta podloge za štampu ne utiče na otpornost otisaka na otiranje, a linijatura sito mreže utiče. Oštećenja uzoraka kod obe vrste boja su manja kada su uzorci štampani manjom linijaturom sito mreže tj. kada otisak ima veći nanos boje.

Na slikama 5, 6, 7 prikazani su skenirani uzorci nakon četvrtog ciklusa testiranja (hiljadu dvesta ponavljanja).

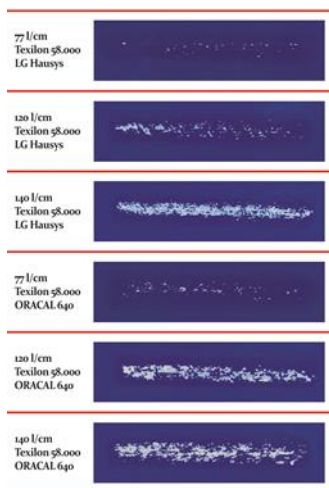
Nakon četvrtog ciklusa testiranja (hiljadu dvesta ponavljanja) ponašanje otisaka je indentično kao i posle prvog ciklusa. Jedina razlika se ogleda u tome da su oštećenja na uzorcima štampanim bojama Ondaflut 85.000 i Texilon 58.000 posle svakog narednog ciklusa testiranja sve veća. Uzorci odštampani bojom Hi-Gloss 35.000 gotovo su indentični uzorcima nakon prvog ciklusa testiranja. Iz prikazanog sa sigurnošću možemo reći da su uzorci odštampani bojom Hi-Gloss 35.000 najotporniji na mehanička dejstva (otiranje boje otiska).



Slika 5. Skenirani uzorci odštampani Ondaflut bojom nakon četvrtog ciklusa trljanja



Slika 6. Skenirani uzorci odštampani Hi-Gloss bojom nakon četvrtog ciklusa



Slika 7. Skenirani uzorci odštampani Texilon bojom nakon četvrtog ciklusa trljanja

4. DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

Posmatranjem spektralnih krivih svih uzoraka pre i posle izlaganja svetlosti možemo zaključiti sledeće. Spektalne krive uzorka pre i posle laboratorijskog ispitivanja imaju veoma mala odstupanja jedna od druge što nam kazuje da su i promene boja uzoraka veoma male. Kako bi ove zaključke potvrdili izvršeno je merenje CIE Lab koordinata.

Dobijene CIE Lab vrednosti uređajem HP 200 precise color reader uzete su za izračunavanje vrednosti razlike boja ΔE za sve testirane uzorke pre i posle laboratorijskog testiranja. Iz tabele 1 vidi se da uzorak odštampan bojom Texilon 58.000 na podlozi za štampu LG Hausys linijaturom sito meže 120 l/cm ima najmanju vrednost razlike boja $\Delta E = 0,13$, a uzorak odštampan bojom Ondaflut 85.000 na podlozi za štampu ORACAL 640 linijaturom sito meže 140 l/cm najveću razliku boja $\Delta E = 1,58$. Po ISO 12647-2:2004 standardu ΔE vrednosti koje se kreću od 0 do 1 smatraju se neprimetnim [4]. Takođe se može videti da uzorci štampani linijaturom sito mreže 140 l/cm koji sami po sebi imaju manji nanos boje generalno imaju veću razliku boja.

Uzorci koji su ispitivani na mehaničko dejstvo (ispitivanje na otiranje boje) su skenirani. Vizuelnom analizom uzoraka dobijenih u četiri ciklusa ispitivanja veoma je lako utvrditi da najmanju otpornost imaju uzorci odštampani bojom Ondaflut 85.000, a najveću uzorci odštampani bojom Hi-Gloss 35.000. Kod boje Hi-Gloss 35.000 otiranje je gotovo neprimetno i posle četvrtog ciklusa testiranja, dok je kod preostale dve boje otiranje jasno uočljivo i posle prvog ciklusa testiranja. Takođe je uočeno da uzorci štampani linijaturom sito mreže 77 l/cm, koji imaju veći nanos boje imaju i veću otpornost na mehaničko dejstvo tj. otiranje boje.

5. ZAKLJUČAK

Glavni zadatak eksperimenta bio je da odredi koji uzorci su najotporniji na uticaj sunčevog zračenja i mehaničkog dejstva (otiranja boje). Eksperimentalni deo rada pruža podatke o korišćenom štamparskom sistemu sito štampe, vizuelnom upoređivanju uzoraka i upoređivanju uzoraka uz pomoć spektrofotometrijskog merenja. Može se konstatovati da je eksperimentalni deo rada uspešno izveden pošto je cilj rada ostvaren.

Upoređivanjem vrednosti razlike boja ΔE i upoređivanjem spektralnih kriva, možemo slobodno zaključiti da sve vrste boja u kombinaciji sa svim podlogama za štampu i linijaturama sito mreže imaju odličnu otpornost na uticaj sunčeve svetlosti. Iz vizuelne analize uzoraka testiranih na mehanički uticaj (otiranje boje) kao najotpornija pokazala se boja Hi-Gloss 35.000 štampana na svim podlogama za štampi i pri upotrebi svih linijatura sito mreža. Zbog slabe otpornosti preostale dve boje na otiranje, a ujedno i odlične otpornosti svih uzoraka na sunčevo zračenje presudnu ulogu za određivanje najkvalitetnije odštampanih uzoraka ima test otpornosti otisaka na mehaničko dejstvo (otiranje boje).

Iz svega navedenog možemo zaključiti da su najkvalitetniji uzorci po pitanju dva ispitivana parametra odštampani bojom Hi-Gloss 35.000, linijaturom sito mreže 120 l/cm na bilo kojoj od ponuđenih podloga za štampu. Ujedno ovo su i najpogodniji parametri za štampu samolepljivih PVC folija.

6. LITERATURA

- [1] Jovanović, Ž., (1996), „Mala škola sito štampe“. Obrenovac, UČENIČKA ZADRUGA „BUDA DAVIDOVIĆ“.
- [2] Novaković D., Kašiković N., (2013), „Propusna štampa“. Novi Sad, FTN Izdavaštvo.
- [3] Novaković, D., Karlović, I., (1996), „Nauka o boji“. Novi Sad, FTN Izdavaštvo.
- [4] Kipphan, H., (2001), „Handbook of Print Media“. Germany, Heidelberger Druckmaschinen.

Podaci za kontakt:

Ilija Tatović, tigrav.iv@gmail.com
Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

**POSTOJANOST ELEKTROFOTOGRAFSKIH OTISAKA NA MAT I SJAJNIM
PAPIRIMA PRI IZLAGANJU UTICAJU TRLJANJA****THE STABILITY OF ELECTROPHOTOGRAPHIC PRINTS ON MATT AND GLOSSY
PAPERS WHEN EXPOSED TO THE EFFECTS OF RUBBING**

Ljiljana Kuzmanović, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazani rezultati merenja otpornosti boje na uticaj trljanja. Za potrebe ispitivanja uzorci su štampani digitalnom štampom, tehnikom elektrofotografije, koja ima veliku primenu u grafičkoj industriji. U eksperimentu su izabrana tri uticajna parametra, gramatura i površinski premaz papira, kao i raster tonska vrednost odštampanih polja.

Ključne reči: digitalna štampa, elektrofotografija, uticaj trljanja, otiranje

Abstract – The paper presents the research of the color resistance to the effect of rubbing. For the purposes of testing, the samples were printed digitally, using electrophotographic technique, which has a great application in the graphics industry. During analysis there were three influential parameters, weights and surface coating, as well as a raster toned value of the printed fields.

Keywords: digital printing, electrophotography, the effect of rubbing, color rendering

1. UVOD

Digitalna štampa svoju ekspanziju doživljava napretkom tehnologije i unapređenjem procesa štampanja i štamparskih sistema. Napretkom digitalne štampe kao dela grafičke industrije dolazi i do napretka drugih industrija koje su u direktnoj ili indirektnoj vezi sa njom. Na ovaj način je štampa postala pristupačnija i dostupnija, te je nemoguće zamisliti moderan život bez nje. Uzimajući u obzir da je na ovaj način omogućeno svakodnevno korišćenje štampanih proizvoda, potrebno je obezbediti otpornost otisaka na različite spoljašnje uticaje. Ovo se može obezbediti pravilnim izborom papira za štampu, boje ili sistema za štampu.

Elektrofotografija je vrsta digitalne štampe na ravnoj podlozi. Patentirao ju je Chester Carlson 1942. godine, a predstavlja jedan od najstarijih i najrasprostranjenijih postupaka digitalne štampe. [1]

Otiranje boje sa otiska se javlja prilikom transporta odštampanih primeraka do klijenta. Razloga za otiranje postoji nekoliko, kao što je loš izbor materijala za štampu, karakteristike tonera, premaza i drugih varijabilnih faktora. [2]

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Eksperimentalni deo rada obuhvatao je testiranje kako proces trljanja utiče na otiranje boje sa različitih papira i koje vrste su pokazale najbolje osobine. Uzorci su odštampani tehnikom digitalne štampe, postupkom elektrofotografije, pomoću mašine Xerox versant 80 prikazane na slici 1.



Slika 1. Mašina Xerox versant 80

Za potrebe ovog eksperimenta korišteno je šest različitih papira, različitih gramatura i premaza. Za svaki uzorak se vršio proces trljanja, u ciklusima od 500, 1000 i 1500 ponavljanja, a potom su se određivale $L^*a^*b^*$ vrednosti odštampane boje. Za svaki uzorak se vršilo po pet merenja Lab vrednosti, na osnovu kojih je dobijena srednja vrednost, koja je uzeta kao referentna i pomoću koje se računala razlika boja ΔE .

Uzorci su pripremljeni tako što je na svaki od njih odštampano 12 različitih test polja. Test polje čini pravougaonik veličine 12 x 4 cm, a odštampana su po tri polja za svaku procesnu boju (cijan- C, magenta- M, žuta- Y, i crna- K). Test polja su štampana kao raster tonske vrednosti od 100%, 50% i 25%.

Trljanjem uzoraka dolazi do otiranja boje, a samim tim dolazi do promene kvaliteta otiska i njegovih kolorimetrijskih vrednosti. Na uzorke se delovalo uređajem za trljanje (u tri serije, po 500 ciklusa), gde je nakon svakog ciklusa trljanja, uzorak skeniran, radi vizuelne kontrole kvaliteta otiska. Nakon svakog ciklusa trljanja takođe su merene i Lab vrednosti, pomoću kojih se računala razlika boje. Uređaj za trljanje Testex TF411 Electronic Crock Meter je prikazan na slici 2.

Zadatak samog eksperimenta jeste utvrđivanje promene boje usled njenog otiranja, izazvanog dejstvom trljanja u zavisnosti od površinske strukture papira (da li je papir mat ili sjajni premazni), gramature i raster tonske vrednosti.

Promene na uzorku merene su uređajem Techkon Spectro Dens Advanced (standardni posmatrač 2°; merna geometrija 45/0° DIN5033; standardno osvetljenje D50). Merenjem pomoću ovog uređaja su dobijene vrednosti na osnovu kojih je računata razlika boja ΔE .



Slika 2. Uređaj za trljanje- Testex TF411 Electronic Crock Meter

Totalna razlika boja predstavljena je sledećom jednačinom [3]:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Pri čemu je: ΔL^* - razlika u svetlini, Δa^* - razlika na crveno-zelenoj osi spektra i Δb^* - razlika na plavo-žutoj osi spektra. Razlike boja se mogu jednostavno definisati prema kriterijumu vrednosti ΔE i prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Vizuelna razlika dve boje

ΔE između 0 i 1	Razlika se ne može primetiti
ΔE između 0 i 1	Veoma mala razlika
ΔE između 0 i 1	Srednja razlika
ΔE između 0 i 1	Krupna razlika
ΔE između 0 i 1	Masivna razlika

3. REZULTATI EKSPERIMENTA

Na osnovu rezultata dobijenih merenjem mogle su da se uoče promene nastala na otisku usled dejstva trljanja. Na graficima je predstavljena razlika boje ΔE za svako mereno polje, odnosno za svaku procesnu boju na svakom uzorku.

Razlika boje ΔE se računala za svaki uzorak na osnovu vrednosti dobijenih pre ciklusa trljanja i nakon svakog ciklusa trljanja (500, 1000 i 1500 prelaza).

Ukupna varijacija ΔE se može koristiti za praćenje ujednačenosti obojavanja procesnih boja na istom tabaku, različitim tabacima unutar tiraža i za odstupanje boje u odnosu na zadatu.

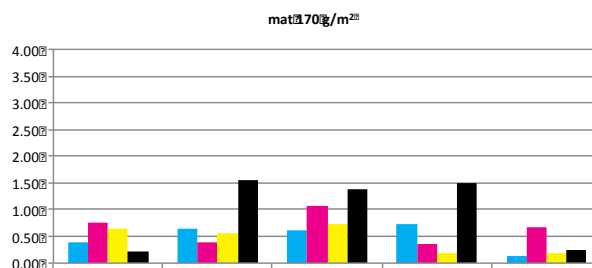
3.1. Rezultati dobijeni na mat premaznim papirima

Na graficima 1, 2 i 3 je grafički prikazana razlika u boji za mat papire sa poljima 100% raster tonske vrednosti.

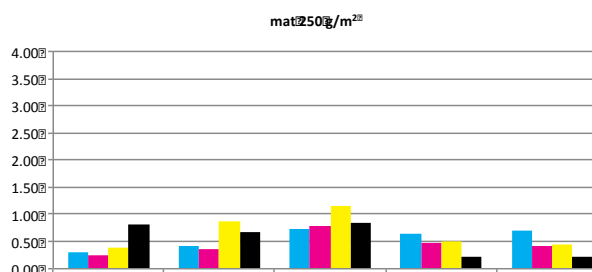
Upoređujući rezultate dobijene na uzorcima punog tona na mat premaznim papirima, vidi se da je najveća razlika boje na papirima najmanje gramature. Najveća razlika je na papiru 170 g/m² kod crne boje, gde je $\Delta E = 1.56$.

Na graficima 4, 5 i 6 je grafički prikazana razlika u boji za mat papire sa poljima 50% raster tonske vrednosti.

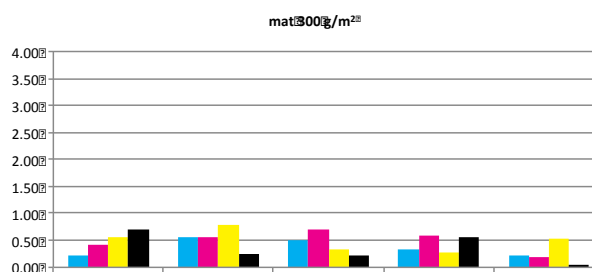
Upoređujući rezultate dobijene na uzorcima 50% raster tonske vrednosti na mat premaznim papirima, vidi se da je najveća razlika boje na uzorcima na kojima je bila odštampana žuta boja.



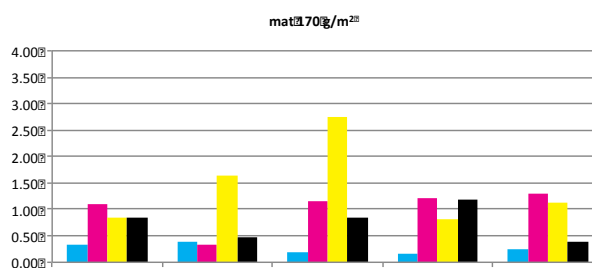
Grafik 1. Razlika boje za uzorke odštampane na 170 g/m² papiru, 100% RTV



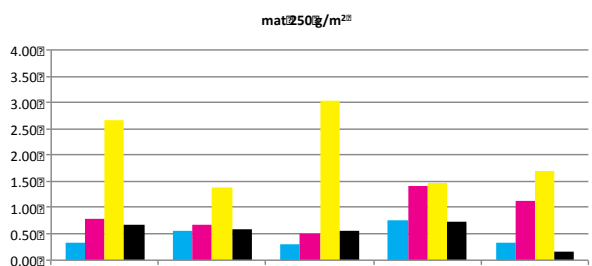
Grafik 2. Razlika boje za uzorke odštampane na 250 g/m² papiru, 100% RTV



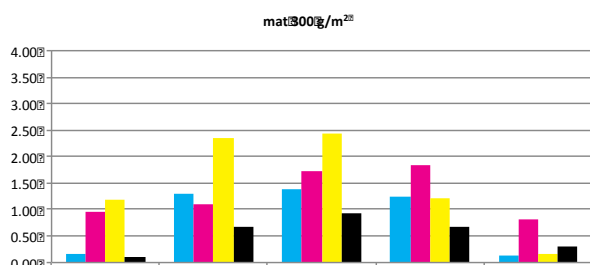
Grafik 3. Razlika boje za uzorke odštampane na 300 g/m² papiru, 100% RTV



Grafik 4. Razlika boje za uzorke odštampane na 170 g/m² papiru, 50% RTV

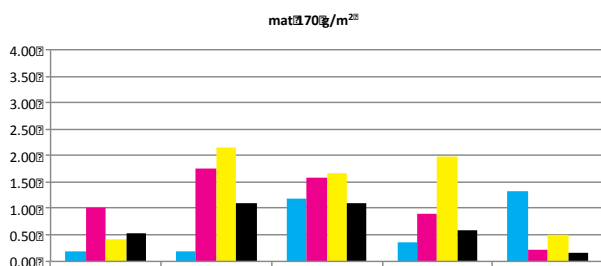


Grafik 5. Razlika boje za uzorke odštampane na 250 g/m² papiru, 50% RTV

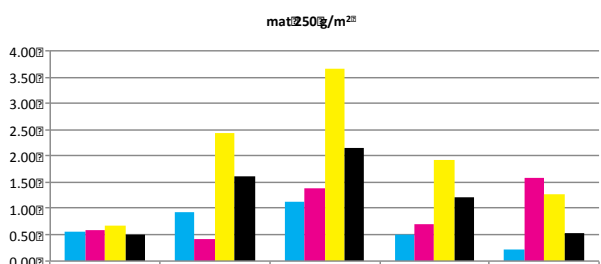


Grafik 6. Razlika boje za uzorke odštampane na 300 g/m² papiru, 50% RTV

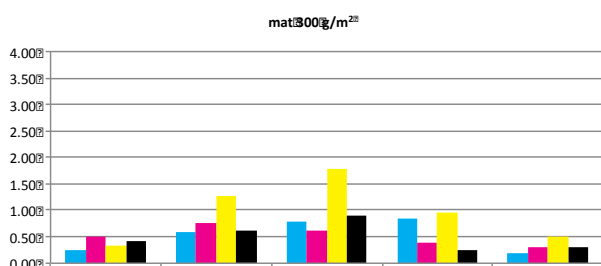
Na graficima 7, 8 i 9 je grafički prikazana razlika u boji za mat papire sa poljima 25% raster tonske vrednosti. Na mat premaznom papiru (RTV 25%) na osnovu dobijenih rezultata vidi se da je najveća vrednost razlike boje za žutu na 250 gramskom papiru, koja iznosi $\Delta E = 3.67$ i predstavlja krupnu razliku. Ostale vrednosti predstavljaju neprimetnu ili veoma malu razliku.



Grafik 7. Razlika boje za uzorke odštampane na 170 g/m² papiru, 25% RTV



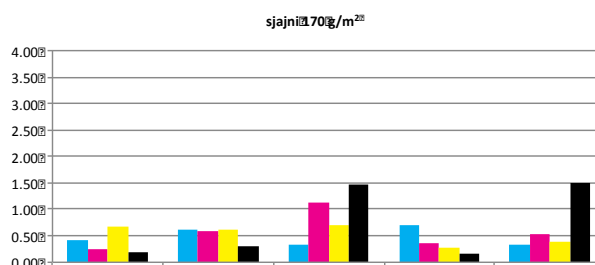
Grafik 8. Razlika boje za uzorke odštampane na 250 g/m² papiru, 25% RTV



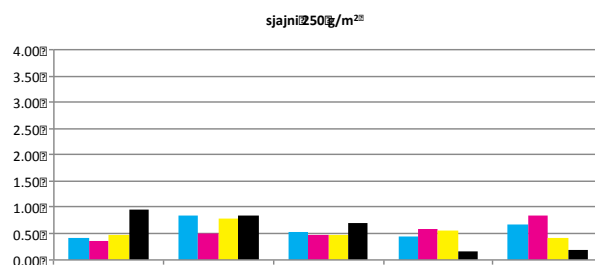
Grafik 9. Razlika boje za uzorke odštampane na 300 g/m² papiru, 25% RTV

3.2. Rezultati dobijeni na sjajnim premaznim papirima

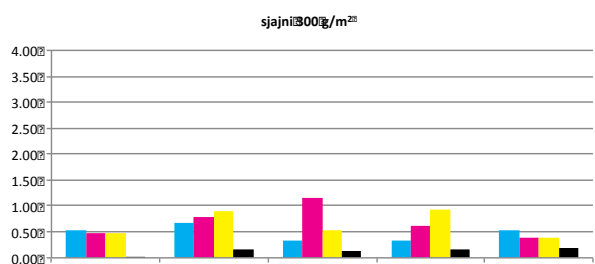
Na graficima 10, 11 i 12 je grafički prikazana razlika u boji za sjajne papire sa poljima 100% raster tonske vrednosti. Kod sjajnih papira punog tona sa povećanjem gramature dolazi do smanjenja u vrednostima razlike boje. Najveća razlika se pokazala na 170 gramskom papiru kod crne boje, gde je $\Delta E = 1.45$.



Grafik 10. Razlika boje za uzorke odštampane na 170 g/m² papiru, 100% RTV



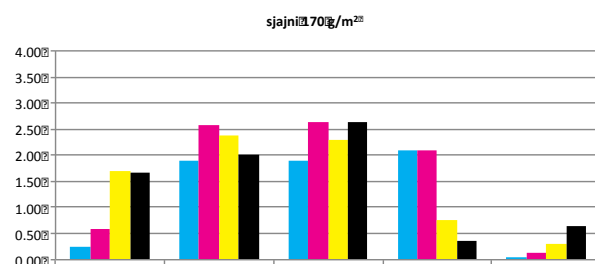
Grafik 11. Razlika boje za uzorke odštampane na 250 g/m² papiru, 100% RTV



Grafik 12. Razlika boje za uzorke odštampane na 300 g/m² papiru, 100% RTV

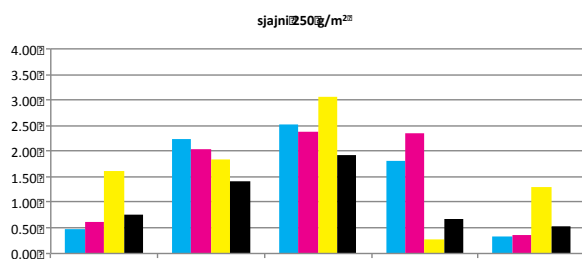
Na graficima 13, 14 i 15 grafički je prikazana razlika u boji za sjajne papire sa poljima 50% raster tonske vrednosti.

Na sjajnom premaznom papiru (RTV 50%) na osnovu dobijenih rezultata vidi se da je najveća razlika boje na papiru najveće gramature (300 g/m²), zatim na papiru srednje (250 g/m²) i potom na papiru najmanje gramature (170 g/m²). Kao i kod mat papira sa poljima pokrivenosti od 50% i kod sjajnih se najveća vrednost razlike boje javlja kod žute i ona iznosi $\Delta E = 3.12$.

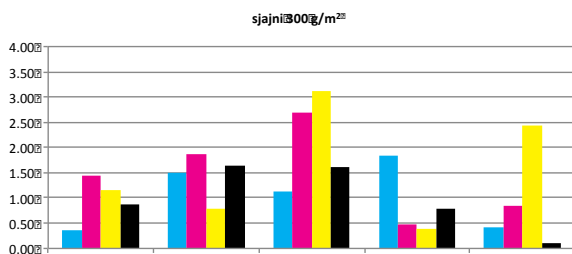


Grafik 13. Razlika boje za uzorke odštampane na 170 g/m² papiru, 50% RTV

Na graficima 16, 17 i 18 je grafički prikazana razlika u boji za sjajne papire sa poljima 25% raster tonske vrednosti.

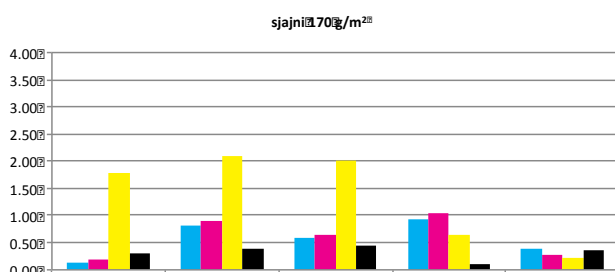


Grafik 14. Razlika boje za uzorke odštampane na 250 g/m² papiru, 50% RTV

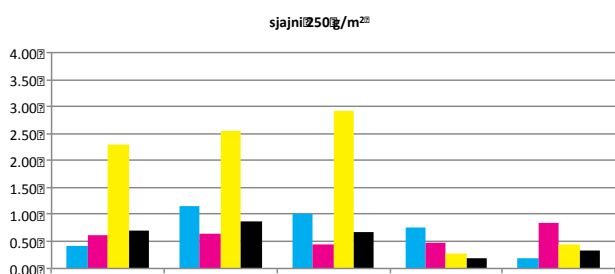


Grafik 15. Razlika boje za uzorke odštampane na 300 g/m² papiru, 50% RTV

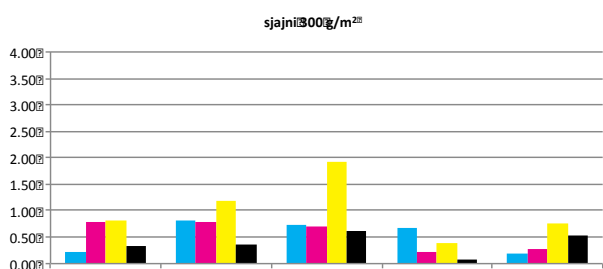
Na sjajnom premaznom papiru (RTV 25%) na osnovu dobijenih rezultata vidi se da je najveća vrednost razlike boja za žutu na 250 gramskom papiru, koja iznosi $\Delta E = 2.92$.



Grafik 16. Razlika boje za uzorke odštampane na 170 g/m² papiru, 25% RTV



Grafik 17. Razlika boje za uzorke odštampane na 250 g/m² papiru, 25% RTV



Grafik 18. Razlika boje za uzorke odštampane na 300 g/m² papiru, 25% RTV

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata formirani su sledeći zaključci. Sa povećanjem gramature uzoraka se smanjuje otiranje boje, što znači da su postojaniji otisci na većim gramaturama. Ovo je više izraženo na poljima punog tona, dok je na poljima sa 50% raster tonske vrednosti bilo odstupanja. Kao najnepostojanija boja se pokazala žuta, koja je na većini otisaka pokazivala varijacije u vrednosti razlike boja, što je najuočljivije bilo na 250 gramskom mat papiru, na poljima sa 25% raster tonske vrednosti. Premaz papira, da li je mat ili sjajni takođe utiče na površinsko otiranje boje. Poredeći iste gramature različitih premaza uočava se da je za nijansu sjajni papir manje otporan na uticaje trljanja. Ova razlika je najviše izražena kod mat i sjajnih papira sa poljima 50% raster tonske vrednosti. Prema raster tonskoj vrednosti polja, uzorci su različito odreagovali na uticaj trljanja. Poredeći međusobno polja iste gramature mat papira, a različite tonske vrednosti, vidi se da je najviše promene došlo kod uzoraka sa 25% rastera. Kod sjajnih papira ova promena se najviše vidi na poljima 50% tonske pokrivenosti. I mat i sjajni papiri pokazuju najmanju promenu na poljima punog tona. Ukoliko se međusobno poredi postojanost otiska na mat i sjajnom premaznom papiru na poljima različite tonske vrednosti, tu se može reći da otisci na sjajnom premaznom papiru sa 50% raster tonske vrednosti pokazuju manju otpornost nego polja na mat premaznom papiru iste tonske vrednosti. Za polja sa 25% raster tonske vrednosti je slučaj obrnut, odnosno mat premazni papir pokazuje manju otpornost na oštećenje.

Zbog racionalizacije istraživanja, kao i tehničkih ograničenja prilikom eksperimenta je pokriven jedan deo uticajnih faktora, a to su gramatura papira, površinska struktura papira i raster tonska vrednost odštampanih polja. Istraživanje je moguće proširiti odabirom dodatnih parametara kao što su različit sastav premaza, broj premaza, redosled i debljina slojeva, različit smer vlaknaca u papiru itd.

Dobijeni rezultati su uglavnom pokazivali neprimetnu ili veoma malu razliku boje, koja vizuelno nije ili je skoro vidljiva. Ovim eksperimentom je pokazano da je dobijeni otisak kvalitetan, a boja dobro penetrirala u sam materijal, te se nije javilo veće površinsko oštećenje, kao ni pojava površinskog otiranja boje. Simulacijom uticaja trljanja uz pomoć uređaja za otiranje boje moguće je utvrditi izdržljivost i postojanost otisaka na premaznim papirima različite gramature.

5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Kašiković, N., (2013) Digitalna štampa, Prvo izdanje, Novi sad, FTN Izdavaštvo
- [2] Kašiković, N., Novaković, D., Jurič, I. (2016) Digitalna štampa - praktikum za vežbe, Prvo izdanje, Novi sad, FTN Izdavaštvo
- [3] Novaković, D., Pavlović, Ž., Karlović, I., Pešterac, Č. (2009) Reprodukciona tehnika - praktikum za vežbe, Prvo izdanje, Novi sad, FTN Izdavaštvo

Adrese autora za kontakt:

Ljiljana Kuzmanović, ljiljana.kuzmanovic.92@gmail.com
Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
Ivana Jurič, rilovska@uns.ac.rs

ISPITIVANJE KVALITETA OTISAKA DOBIJENIH INK JET ŠTAMPOM POMOĆU EPSON GRAFIČKIH SISTEMA

ANALYSIS OF QUALITY OF INK JET PRINTS PRODUCED BY EPSON PRINTERS

Milan Tomić, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su ispitane densitometrijske i spektrofotometrijske karakteristike otisaka odštampanih na tri grupe od po šest papira istog tipa, a različitih gramatura, pomoću tri različita Epson grafička sistema. Cilj rada jeste poređenje kvaliteta otisaka dobijenih pomoću različitih ink jet štamparskih sistema.

Ključne reči: Ink jet štampa, Epson grafički sistemi, kvalitet otiska

Abstract – The paper deals with the analysis of densitometric and spectrophotometric characteristics of prints on three groups of six papers of the same type but with different grammages, printed with three different Epson printers. The aim of this paper is comparison of the quality of prints produced by different ink jet printers.

Key words: Ink jet printing, Epson printers, print quality

1. UVOD

Ink jet štampa je veoma zastupljena u kućnoj i kancelarijskoj upotrebi, i može se koristiti za štampanje raznih tipova otisaka - od crno-belih dokumenata do slika u boji. Nije tajna da različiti štampači daju različite kvalitete otiska, ali postavlja se pitanje - koliko različiti ti otisci mogu biti?

U ovom eksperimentu porede se performanse tri Epson ink jet štamparska sistema koji su sličnih veličina i namene, kako bi se uvidelo ima li bitnih razlika u kvalitetima njihovih otisaka. Takođe, ispituje se i uticaj gramature papira na kvalitet štampe.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

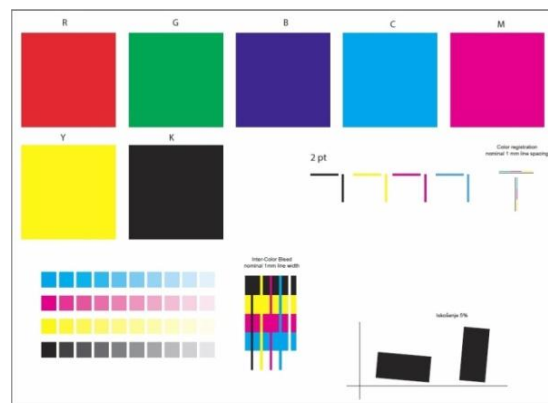
U ovom eksperimentu korišćen je hamer papir, tačnije tri grupe od po šest hamer papira, različitih gramatura (80 g/m², 100 g/m², 120 g/m², 160 g/m², 200 g/m², 240 g/m²), a svaka grupa papira odštampana je pomoću različitog Epson ink jet štamparskog sistema, uključujući modele L210, L810, i L1800. Na svakom od papira odštampana je test karta prikazana na slici 1.

Nakon toga izmerene su densitometrijske i spektrofotometrijske karakteristike svih otisaka pomoću spektrofotometra Techkon Spectro Dens (standardni posmatrač 2°; merna geometrija 45/0° DIN5033; standardno osvetljenje D50).

Rezultati merenja su zatim upoređivani sa ciljem utvrđivanja njihovih međusobnih razlika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, van. prof.



Slika 1. Test karta

Karakteristike koje su ispitivane uključuju: razlike boja, optičku gustinu boje, belinu i žutoću papira, porast tonskih vrednosti, spektralne krive, preklapanje boja, i oštrinu štampe.

3. REZULTATI MERENJA

3.1. Belina i žutoća papira

Koristeći Spectro Dens i podešavanje Whiteness/Yellowness izmerene su žutoća i belina papira. Pošto je korišćen samo jedan tip papira u ovom istraživanju (hamer), indeksi beline i žutoće mereni su posebno za svaku gramaturu (ukupno 6). Svaki papir izmeren je pet puta, pa je izračunata prosečna vrednost.

Tabela 1. Indeksi beline i žutoće za sve podloge

Papir	Belina	Žutoća
80 g/m ²	114,18	-15,83
100 g/m ²	114,66	-15,27
120 g/m ²	121,43	-17,31
160 g/m ²	125,31	-18,59
200 g/m ²	112,74	-12,69
240 g/m ²	122,63	-17,11

Iz tabele se može zaključiti da isti tip papira različitih gramatura može imati značajne razlike u belini i žutoći. Što je vrednost beline veća znači da je papir svetliji (belji), a u ovom slučaju najveći broj za ovu stavku ima 160 g/m² hamer. Najmanju belinu ima 200 g/m² papir. Ako indeks žutoće daje negativnu vrednost znači da papir ima plavičastu tintu, a ako daje pozitivnu znači da više vuče na žutu boju. U slučaju ovog istraživanja vidi se da svi papiri imaju plavičastu tintu.

Što je indeks beline veći to bi indeks žutoće trebao biti manji na tom istom uzorku, što se može zaključiti iz tabele. Žutoća je najmanja za 160 g/m² hamer (gde je i belina najveća), a najveća je kod 200 g/m² papira (gde je i belina najmanja).

3.2. Razlike boja

Pomoću Techkon Spectro Dens uređaja, izmerene su CIE L*a*b vrednosti koje su dalje korišćene za utvrđivanje razlika u boji (DE) između odštampanih podloga, po sledećoj formuli:

$$\Delta E = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (1)$$

L – koordinata osvetljenosti

a – crvena/zelena koordinata gde +a* ukazuje na crvenu, a-a* ukazuje na zelenu

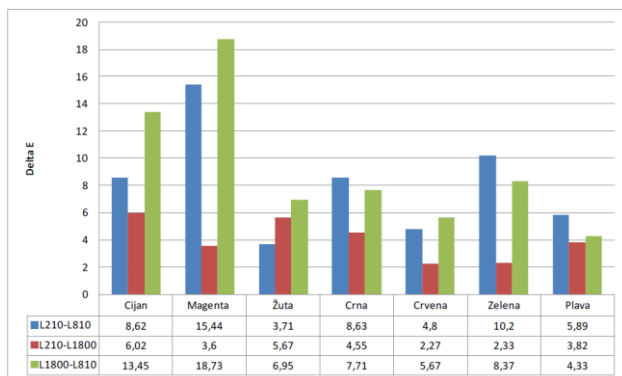
b – žuta/plava koordinata gde +b* ukazuje na žutu, a -b* ukazuje na plavu [2].

Tabela 2. Vizuelna procena razlike boja

DE	Opis
0-1	veoma mala razlika
1-2	mala razlika
2-3,5	srednja razlika
3,5-5	velika razlika
>5	značajna razlika

Za svako polje punog tona (CMYK i RGB) izvršeno je po pet merenja L*a*b vrednosti, te su izračunate srednje vrednosti koje su predstavljene tabelarno i grafički.

Zbog ograničenosti prostorom, u nastavku je predstavljena razlika boja između otisaka odštampanih na Epsonovih sistemima na papiru koji ima površinsku masu od 80 g/m² (slika 2).



Slika 2. Razlike boja za podlogu 80 g/m²

Na grafičkom prikazu za podlogu 80 g/m² (Slika 2) može se primetiti da par L210-L1800 daje ima najmanje razlike u boji, dok druga dva para imaju masivne razlike. Analizom rezultata zaključuje se da su razlike između svih otisaka odštampanih pomoću 3 različita Epson štampanja u velikoj meri masivne.

3.3. Optička gustina boje

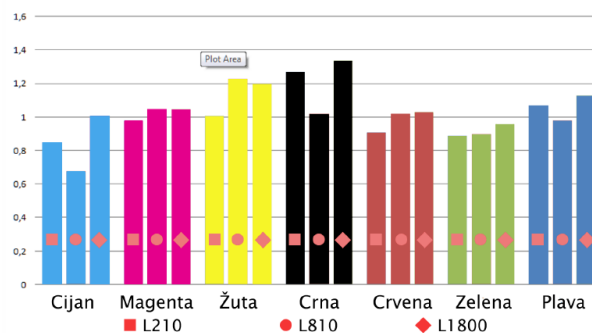
Na svakom polju punog tona za cijan, magentu, žutu, crnu, crvenu, zelenu, i plavu boju, izmerena je optička gustina pet puta (pet različitih pozicija na jednom polju), i zatim su izračunate srednje vrednosti za svaki papir.

Srednje vrednosti su predstavljene tabelarno, a u tabeli 3 prikazane su optičke gustine za sve otiske odštampane na Epson L210 štamarskom sistemom.

Tabela 3. Optička gustina za boje odštampane pomoću Epson L210 sistema

g/m ²	Cijan	Mag	Žuta	Crn	Crv	Zel	Plav
80	0,88	1,05	1,086	1,342	0,966	0,934	1,144
100	0,82	0,95	0,99	1,25	0,916	0,912	1,066
120	0,79	0,96	0,95	1,22	0,90	0,85	1,02
160	0,84	0,97	0,99	1,26	0,91	0,86	1,05
200	0,84	0,94	0,99	1,22	0,86	0,86	1,03
250	0,91	1,01	1,07	1,31	0,95	0,94	1,11

Poređenje srednjih vrednosti odštampanih na papiru koji ima površinsku masu od 80 g/m² prikazano je grafički na slici 3.



Slika 3. Grafički prikaz srednjih vrednosti optičke gustine otisaka odštampanih na podlozi od 80 g/m²

Na slici 3, jasno se vidi da su kod cijana i crne boje, gustine dobijene sa sistemima L210 i L1800 relativno slične, dok se gustina postignuta sa L810 znatno razlikuje za ove dve boje. Ipak, ako se pogleda magenta, žuta, i crvena, vidi se da su gustine za L810 i L1800 bliže jedna drugoj, a L210 odstupa.

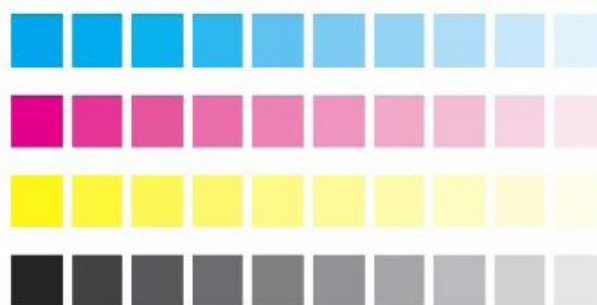
U proseku za svaku boju, Epson L1800 je dao najveće vrednosti optičke gustine, a najmanje vrednosti postigao je Epson L810.

3.4. Porast tonskih vrednosti

Porast tonske vrednosti se računa na sledeći način - na primer, ako je pomoću denzitometra određena tonska vrednost od 67% za polje od 50% tonske vrednosti na filmu, znači da je porast 17% [2].

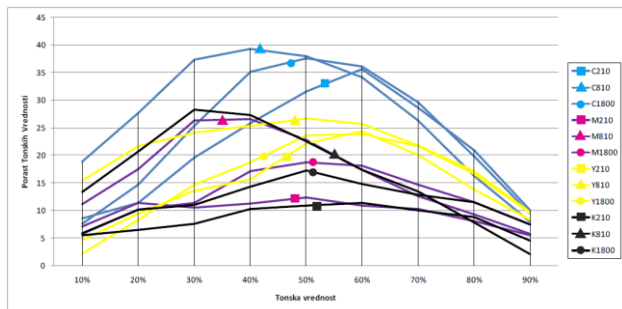
$$67\% - 50\% = 17\%$$

Numerički podaci tonskih vrednosti (Dot Area), dobijeni su merenjem 40 CMYK polja sa postepenim porastom tonskih vrednosti u koraku od 10%. Deo test karte je prikazan na slici 4.



Slika 4. Polja sa porastom tonskih vrednosti u koraku od 10%

Koristeći dobijene podatke, izračunat je porast tonskih vrednosti za svaku boju, a rezultati su prikazani grafički. Kao primer, na slici 5. prikazan je dijagram za 80 g/m² papira. U slučaju 80 g/m² papira, kod svetlijih polja uočava se da je porast relativno mali, osim kod crne boje kod otisaka odštampanih pomoću štampača Epson L810. Kod polja srednjih vrednosti vidi se da porast raste za sve boje, a najveću vrednost postiže cijan odštampan pomoću prethodno pomenutog štamparskog sistema. Najmanji porast je zabeležen kod crne boje i sistema Epson L210.



Slika 5. Dijagram porasta tonskih vrednosti na papiru 80g/m² za svaki štamparski sistem

Iz zbira svih grafičkih prikaza dalje se zaključuje da u proseku najveći porast tonskih vrednosti za sve sisteme i podloge ima cijan, dok najniži beleži crna boja. Takođe, uočava se kako je porast tonskih vrednosti najviši kod polja od 30% i 40%. Takođe, primećuje se da puniji tonovi daju manje poraste tonskih vrednosti.

Iz grafika se vidi još i da gramatura papira nema bitan uticaj na porast tonskih vrednosti. Uzimajući u obzir sve boje i podloge, vidi se da štamparski sistem u proseku L810 ima najveći porast tonskih vrednosti, a L210 najmanji.

3.5. Oštrina štampe

Oštrina štampe je jedan od najbitnijih faktora kvaliteta štampe jer ona određuje količinu detalja koju neki štamparski sistem može da reprodukuje.

Za merenje oštine otiska korišćene su dve metode – određivanje površine i obima CMYK linija, i funkcija prenosa modulacije (MTF) određena metodom nagnute ivice (eng. slanted edge).

Nakon odštampavanja, svi uzorci su skenirani, slike sačuvane u .tiff formatu i zatim ubačene u softver ImageJ gde su dobijeni rezultati za dva, prethodno pomenuta faktora.

3.5.1. Površina i obim CMYK linija

Četiri horizontalne i četiri vertikalne CMYK linije imaju debljinu 2pt (1 mm) i dužinu 15 mm (Slika 6). Računaju se obim i površina svih linija na svim uzorcima, a zatim se porede rezultati kako bi se utvrdilo koji sistem i podloga daju najbolju oštrinu štampe. Što su veći obim i površina linija to znači da je ivica krzavija te je samim tim i oštrina štampe lošija.

Analizom dobijenih vrednosti površine i obima CMYK linija za sve podloge i štamparske sisteme zaključuje se da gramatura papira nema očigledan uticaj na oštrinu štampe. Takođe, uviđa se da je najmanje vrednosti površine i obima dao uređaj Epson L210, pa se može reći da je ovaj sistem postigao najbolju oštrinu štampe.

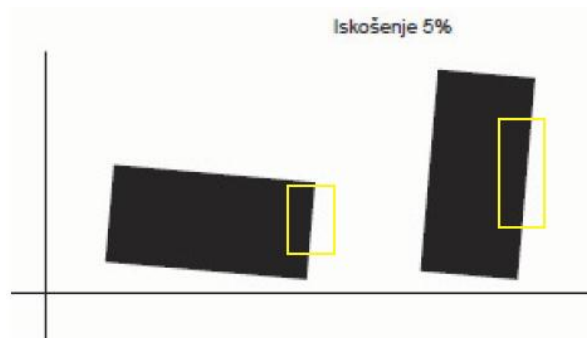


Slika 6. CMYK linije širine 2 pt (1 mm), a dužine 15 mm

3.5.2 MTF

Funkcija prenosa modulacije (MTF) jeste indikator rezolucije određenog štamparskog sistema. Meri se u ciklusima ili parovima linija po jedinici dužine. Za digitalne sisteme koristi se jedinica ciklusi po pikselu (cycles per pixel). Jednostavnim rečima, MTF opisuje sposobnost nekog štamparskog sistema da ostvari dobar kontrast kod niza crnih i belih linija sa povećanjem frekvencije.

U softveru ImageJ, pomoću alata za pravougaonu selekciju izabran je deo slike koji obuhvata ivicu crnog, nakošenog pravougaonika (sa leve strane), i belu površinu papira (sa desne strane) (Slika 7). Koristeći SE_MTF_2xNyquist plugin, dobijeni su podaci o MTF-u, zatim su uzete brojčane vrednosti za prostornu frekvenciju od 50% i one se mogu videti u tabeli 4. MTF vrednosti su određene posebno za horizontalni i vertikalni pravougaonik.



Slika 7. Pravougaonici sa iskošenjem od 5%

Tabela 4. MTF 50% vrednosti za otiske odštampane pomoću grafičkog sistema Epson L210

	MTF50 H (ciklusi/piksel)	MTF50 V (ciklusi/piksel)
80 g/m ²	0,097	0,097
100 g/m ²	0,097	0,097
120 g/m ²	0,097	0,065
160 g/m ²	0,097	0,065
200 g/m ²	0,097	0,097
240 g/m ²	0,065	0,065

Veći broj ciklusa po pikselu znači bolja oštrina otiska, tako da se iz tabele 4 može zaključiti da su svi uzorci odštampani pomoću sistema Epson L210 dali slične rezultate. Najslabija oštrina zabeležena je na 240 g/m² papiru.

Iz MTF 50% rezultata za svaki uređaj, zaključuje se da je najbolju oštrinu postigao štamparski sistem L1800, a da gramatura nema bitan uticaj na oštrinu štampe.

4. ZAKLJUČAK

Detaljnim i opsežnim ispitivanjem tri grupe od po šest hamer papira različitih gramatura, odštampanih na tri različita ink jet sistema može se zaključiti da gramatura nema značajan uticaj na nijedan od spektrofotometrijskih ili denzitometrijskih parametara, a samim tim i na kvalitet otiska. Suprotno ovome, tri različita ink jet štamparska sistema pokazali su da daju otiske poprilično različitih kvaliteta.

Razlike u boji su u velikoj meri masivne, pogotovo za parove odštampane sa L210-L810 i L1800-L810. Ovo znači da štampač Epson L810 daje znatno drugačije L*a*b vrednosti od druga dva modela, što dalje implicira da treba biti pažljiv pri odabiru štampača u zavisnosti od tipa otiska koji treba da se štampa.

Uzimajući u obzir da su L810 i L1800 štamparski sistemi istog proizvođača, sličnih veličina, veoma približnih karakteristika, i da oba koriste po šest boja, moglo bi se očekivati da će proizvesti otiske sličnih kvaliteta. Ipak, ovo nije slučaj, i iz rezultata se uviđa da L1800 i L210 daju daleko sličnije otiske (sudeći po većini ispitanih parametara) iako je L210 četvorbojni model. Ovo ukazuje na to da se ne može dobiti pouzdana informacija o kvalitetu određenog štampača na osnovu njemu sličnog modela, već se moraju testirati performanse svakog štamparskog sistema pojedinačno.

Iz istraživanja se može videti da četvorbojni sistem (L210) može dati jednako kvalitetan otisak kao šestobojni (L1800), s tim da je znatno isplativije koristiti četvorbojni.

Razlog za ovo je jednostavan - manje novca će biti utrošeno na kupovnu boja. Ako se štampaju dokumenta (crno bela ili u boji) očigledno je da je bolja odluka kupiti štampač koji iziskuje manje troškova.

5. LITERATURA

- [1] Lychock, G. (1995) Dot area, Dot gain, and n-factors, X-rite Incorporated [Online] Dostupno na: <https://www.xritephoto.com/documents/apps/public/wHITEpapers/Ga00005a.pdf>
- [2] Datacolor Color differences and tolerances Dostupno na: <http://industrial.datacolor.com/support/wp-content/uploads/2013/01/Color-Differences-Tolerances.pdf>

Podaci za kontakt:

Milan Tomić, tomicmilli@gmail.com

Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

**KONTROLA KVALITETA OTISKA DIGITALNE ŠTAMPE
U ŠTAMPARIJI UNAGRAF D.O.O.****THE QUALITY CONTROL OF THE DIGITAL PRINTING
IN COMPANY UNAGRAF D.O.O.**

Nikola Počuč, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi kratkoročnom kontrolom kvaliteta otiska elektrofotografske digitalne mašine Xerox 550. Kontrola merenja beline, žuće, optičke gustine, porasta raster tonskih vrednosti, kolorimetrijsko merenje CIE Lab su izvršena pomoću Techkon SpectroDens spektrofotometra. Korišćeno je pet uzoraka papira koji se razlikuju po gramaturi i sastavu.

Ključne reči: Digitalna štampa, elektrofotografija, papir, kratkoročna kontrola otiska

Abstract – The short-term quality control of the electrophotographic printing digital machine Xerox Color 550 were investigated in this paper. The control measurements of whiteness, yellowness, optical density, rising tone values, colorimetric measurement of the CIE Lab colors were made using the Techkon SpectroDens spectrophotometer. Five paper samples were used that differ in grammatical form and composition.

Ključne reči: Digital printing, electrophotography, paper, short-term control of the print.

1. UVOD

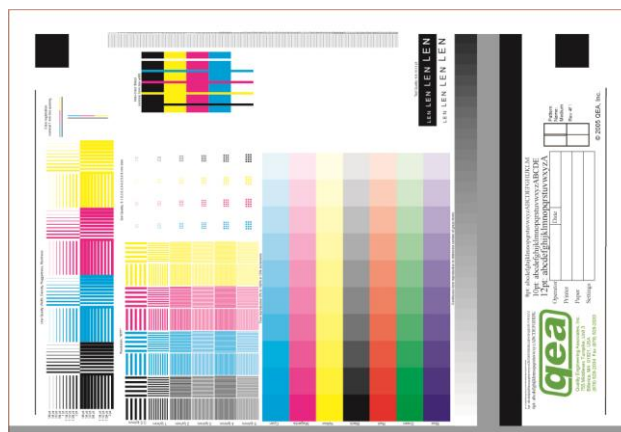
Pojam digitalna štampa podrazumeva štamparsku sliku koja do ulaska u štamparsku mašinu ostane u digitalnoj formi gde se pretvara u analognu štamparsku sliku. Danas se digitalni podatak koristi za izradu štamparskih formi svih vrsta štampe. Za digitalnu štampu je karakteristična širina rastera od 60-80 lin/cm, gde se povećanjem rastera smanjuje brzina štampe. Nedostatak kvaliteta digitalnog otiska najviše se primeti u reprodukciji finijih slova sa tankim linijama kao i reprodukciji raster tonske vrednosti, gde nastaje skok od nula tonske vrednosti i susednih graničnih viših tonskih vrednosti. Mali tiraži i personalizacija su glavna karakteristika digitalne štampe, odnosno broj je do 300 otisaka po tiražu. Najzastupljeniji postupak je elektrofotografija [1].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Za potrebe eksperimentalnog dela odštampana je test karta QEA (*Quality Engineering Associates*) na pet podloga, koje se razlikuju po gramaturi i sastavu. Vršena su merenja za četiri procesne boje CMYK, na poljima punog tona i poljima tonskog rastera od 10-90% pokrivenosti. Na slici 1. je prikazana test karta koja je štampana na uzorcima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.



Slika 1. Test karta QEA (*Quality Engineering Associates*)

Uzorci koji su korišćeni u eksperimentu su sledeći: uzorak I (80 g/m² bezdrveni ofsetni nepremazni glačani papir), uzorak II (80 g/m² samolepljivi sjajni premazni papir - muflon), uzorak III (130 g/m² mat premazni papir), uzorak IV (150 g/m² sjajni premazni papir) i uzorak V (300 g/m² mat premazni papir).

Kao štamparski sistem, korišćena je štamparska mašina Xerox Color 550, elektrofotografska digitalna mašina koja je prikazana na slici 2.



Slika 2. Xerox Color 550

Kratkoročna kontrola je pogodna za proveru ponovljivosti kvaliteta otiska mašine u toku 24 h. Test se radi na uzorcima koji su odštampani u „nultom” času, posle jednog časa, pa posle 24 časa. U ovom programu za sertifikaciju se koristi ΔE_{00} formula za određivanje razlika boja u odnosu na referente vrednosti. Standardi koje otisak treba da ispuni prema standardu 12647-8 su da za srednje tonove od 40% i pun ton od 100% bude $\Delta E_{00} \leq 3.00$ [2]. Formula za određivanje ΔE_{00} je predstavljena u nastavku.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \quad (1)$$

gde su: ΔL - razlika u svetlini između dve boje, Δa - razlika na crveno - zelenoj osi, Δb - razlika na žuto - plavoj osi, R_T - uslov ugla rotacije za rešavanje problema u plavom delu spektra, S_L , S_C , S_H - kompezacija za svetlinu, hromatičnost i ugao tona boje, k_L , k_C , k_H - koeficijent uravnoteženja. Uređaj kojim je vršen eksperimentalni deo je spektrofotometar "Techkon SpectroDens", model "Premium" (merna geometrija 0/45°; standardni posmatrač 2°; standardno osvetljenje D50; tolerancija greške 0,3).

Podloge korišćene u ovom eksperimentu imaju sledeće vrednosti beline i žutoće: bezdrvi ofsetni papir 80 g/m² - **uzorak I** (belina: 110.609, žutoća: -11.218), samolepljivi sjajni premazni - muflon 80 g/m² - **uzorak II** (belina: 92.096, žutoća: -5.205), kunstdruk mat premazni papir 130 g/m² - **uzorak III** (belina: 101.482, žutoća: -6.554), kunstdruk sjajni premazni papir 150 g/m² - **uzorak IV** (belina: 104.87, žutoća: -10.365) i kunstdruk mat premazni papir 300g/m² - **uzorak V** (belina: 110.01, žutoća: -9.123).

3. REZULTATI MERENJA

Optička gustina - rezultati merenja optičke gustine za četiri procesne boje CMYK na pet uzoraka, koji su štampani u "nultom" času, posle jednog časa i posle 24 časa predstavljani su u tabeli 1. Ukupno je analizirano 15 otisaka. Formula na osnovu koje se računa optička gustina je:

$$D = \log \frac{1}{R} \quad (2)$$

gde se veličina R odnosi na refleksiju.

Tabela 1. Optička gustina D za analizirane uzorke

Uzorak	Vreme	C	M	Y	K
Uzorak I	0 h	0.96	1.13	1.05	1.7
	1 h	0.95	1.09	1.04	1.71
	24 h	0.95	1.03	1.03	1.53
Uzorak II	0 h	1.15	1.31	1.23	1.91
	1 h	1.13	1.27	1.21	1.91
	24 h	1.12	1.25	1.25	1.74
Uzorak III	0 h	1.17	1.29	1.32	1.88
	1 h	1.11	1.23	1.28	1.88
	24 h	1.16	1.27	1.35	1.76
Uzorak IV	0 h	1.25	1.35	1.37	1.98
	1 h	1.17	1.32	1.32	1.99
	24 h	1.16	1.27	1.32	1.8
Uzorak V	0 h	1.24	1.37	1.33	2.06
	1 h	1.25	1.45	1.46	2.34
	24 h	1.03	1.19	1.23	1.89

Na osnovu rezultata zaključuje se da razlike u visini optičke gustine su podrazumevane kod različitih uzoraka, dok problem postoji kod nejednakosti vrednosti kod otisaka istog uzorka, iz razloga što digitalna štamparska mašina ne nanosi istu količinu debljine boje na podlogu. Razlog tome je više faktora, kao što je pritisak, temperatura, nanos tonera, prethodan rad same mašine, godina proizvodnje itd. Najveća nestabilnost mašine je izmerena na uzorku V odnosno 300 g/m² mat premaznom papiru, u odnosu na druge uzorke. Najniže vrednosti optičke gustine ima uzorak I 80g/m² ofsetni bezdrveni papir zbog velike površinske upojnosti papira.

Porast raster tonske vrednosti - Rezultati porasta tonske vrednosti su mereni na poljima od 10 do 90% pokrivenosti površine rasterom. Porast raster tonskih vrednosti - RTV je funkcija gustine (D) i poređenja punog tona i rasterskog polja.

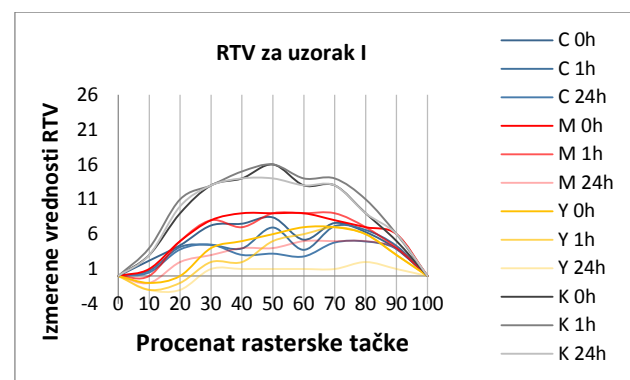
$$TV = \frac{(1-10)^{-[D_{TV}-D_P]} \cdot n}{(1-10)^{-[D_t-D_P]}} \quad (3)$$

gde su D_{TV} - Optička gustina rasterskog polja, D_t - Optička gustina punog tona, D_P - Optička gustina papira i n = Empirijski faktor materijala.

U tabelama 2., 3., 4., 5. i 6. su prikazane vrednosti porasta rastera tonske vrednosti CMYK na tri otiska za pet uzoraka.

Tabela 2. Porast raster tonske vrednosti na uzorku I

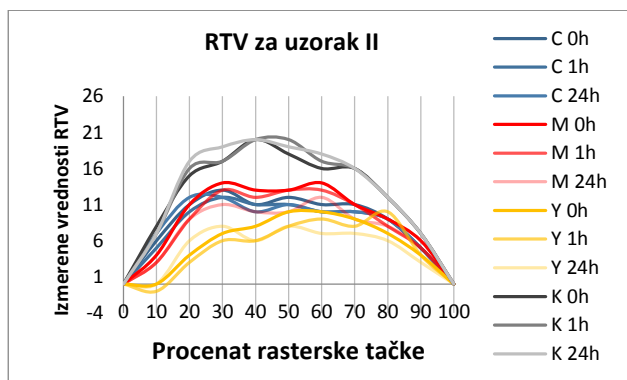
Uzorak I										
RTV %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
C	0h	12.2	24.4	37.25	47.5	58.4	65.2	77.6	86.3	93.85
	1h	10.75	24.15	34.45	43.95	56.95	63.75	77.15	86.6	94.3
	24h	10.5	23.8	34.5	43.05	53.2	62.8	74.8	84.95	93.9
M	0h	10.85	25	37.65	49.25	59	69.05	78.45	86.65	95.5
	1h	9.75	25	38.05	46.9	58.5	69.15	78.9	86.4	94.25
	24h	8.6	22.2	33	44.05	54.1	65	75	84.7	94.05
Y	0h	8.95	19.9	34.3	45.25	55.95	67	77	86.05	92.8
	1h	7.55	19.45	32	41.9	55.2	65.9	76.9	85.75	92.65
	24h	7.55	18.3	31.1	40.3	50.65	60.35	70.8	81.95	90.55
K	0h	12.7	29.25	42.7	54	66	73.35	83.45	89.45	95.3
	1h	13.85	31.1	43.1	55.25	66.2	74.25	83.75	91	95.6
	24h	12.95	29.65	42.95	54.35	63.95	73.05	82.5	89.45	95.6



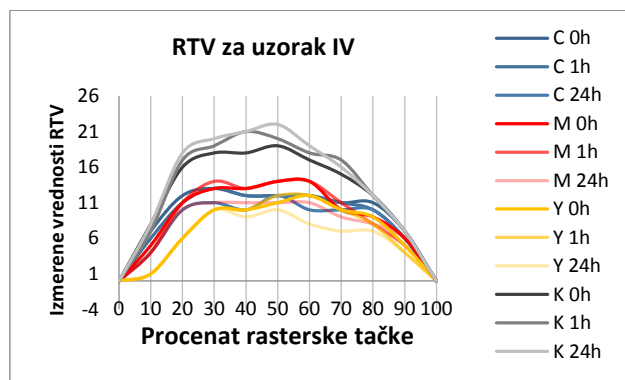
Grafik 1. Porast RTV za CMYK boje na tri otiska uzorka I

Tabela 3. Porast raster tonske vrednosti na uzorku II

Uzorak II										
RTV %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
C	0h	15.8	30.75	42.5	51.15	61.85	70.7	80.7	89.25	95.15
	1h	15.25	30.15	42.1	51.15	61.25	70	80.3	88.55	94.7
	24h	16.75	31.7	42	50.3	60.65	69.9	80.25	88.85	95.35
M	0h	14.3	30.55	43.5	52.75	63.45	73.8	81.2	88.85	95.5
	1h	13.35	29.45	42.8	52	63	73.25	80.5	88.4	94.9
	24h	13.2	28.75	40.95	49.85	60.2	71.6	79.1	88.05	94.8
Y	0h	9.5	24.05	37.05	48.35	59.55	69.85	78.8	86.65	93.8
	1h	8.85	22.6	35.75	46.1	57.9	68.5	78.35	90.2	93.55
	24h	9.8	25.65	38.35	45.8	58.05	66.75	77	86.25	93
K	0h	17.6	35.35	47.3	59.6	68.05	76.45	86.15	91.75	96.6
	1h	17.3	36.2	46.85	60.1	69.65	77.15	85.8	91.95	96.65
	24h	17.15	37	49.3	59.55	69.2	77.65	85.85	91.7	96.85



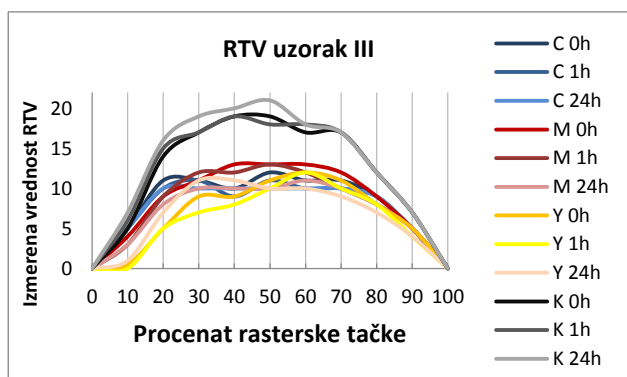
Grafik 2. Porast RTV za CMYK boje na tri otiska uzorka II



Grafik 4. Porast RTV za CMYK boje na tri otiska uzorka IV

Tabela 4. Porast raster tonske vrednosti na uzorku III

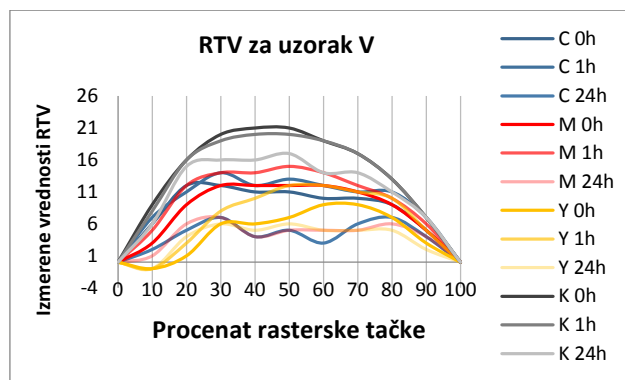
Uzorak III										
RTV %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
C	0h	15.1	30.65	40.95	49.7	61.95	70.65	80.5	88.85	95.1
	1h	15.2	29.55	41.05	49.4	61.15	69.25	79.55	88.95	95.35
	24h	14.5	30.1	40.4	49.95	59.6	69.05	80.45	88.85	95.05
M	0h	13.75	29.05	41.4	52.7	63.25	72.5	81.45	88.7	95.25
	1h	12.5	28.95	42.05	51.85	62.55	72.05	80	88.15	95.25
	24h	13.05	28.35	40.3	49.8	60.3	70.85	79.75	88.1	95.2
Y	0h	10	25.15	38.7	48.85	61.2	71.95	81.4	88.3	94.8
	1h	9.55	25.2	37.4	48	60.45	71.55	80.1	87.85	94.4
	24h	11.35	27.4	40.75	50.7	60.4	69.95	78.5	87.15	94.1
K	0h	15.2	33.35	47	59.35	68.7	77.25	86.9	92.35	97.15
	1h	15.8	35.2	47.15	58.95	68.1	77.95	86.6	92.35	96.6
	24h	16.9	36.05	49	60.3	70.6	77.6	86.7	92.15	97.05



Grafik 3. Porast RTV za CMYK boje na tri otiska uzorka III

Tabela 6. Porast raster tonske vrednosti na uzorku V

Uzorak V										
RTV %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
C	0h	16.45	31.5	41.45	50.65	60.6	69.95	80.25	88.95	95.4
	1h	16.6	31.4	43.55	51.9	62.75	71.45	81.4	90.55	96.7
	24h	11.8	25.35	36.85	43.35	55.05	63.2	76.4	86.65	93.55
M	0h	12.95	28.85	42.05	51.95	61.8	71.95	80.55	88.55	94.65
	1h	14.85	31.55	43.55	54.1	64.5	74.1	82.15	90.2	95.55
	24h	11.15	25.75	37.05	44.35	55.4	65.4	74.75	85.5	94.3
Y	0h	9	21.1	36.45	45.65	56.85	69	78.8	87.35	93.45
	1h	9.3	23.25	37.6	49.5	61.65	71.95	81.35	89.15	95.05
	24h	9.45	23.9	36.35	44.95	55.65	65	74.5	84.65	91.85
K	0h	18.55	35.95	50.35	60.9	70.95	79.25	87.45	93.05	97.35
	1h	18.25	35.9	49	60.3	69.65	78.95	86.8	92.75	97.45
	24h	16.35	34.45	45.65	56	67.2	73.65	83.95	90.55	96.55



Grafik 5. Porast RTV za CMYK boje na tri otiska uzorka V

Tabela 5. Porast raster tonske vrednosti na uzorku IV

Uzorak IV										
RTV %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
C	0h	17	32.35	43.25	51.95	62	71.55	81	91.1	96.55
	1h	16.45	31.3	43.05	51.6	61.8	71.65	81.05	89.7	95.8
	24h	14.15	29.65	40.75	49.3	62.25	69.5	80.3	89.45	95.75
M	0h	15.05	30.7	43.45	52.8	63.6	73.75	80.6	89	95.75
	1h	13.9	30.9	43.8	52.55	64.05	74.3	81	88.45	94.95
	24h	13.5	29.6	41.1	50.7	60.95	70.9	78.9	87.85	95.55
Y	0h	10.55	25.85	39.4	50.35	61.45	71.7	79.65	88.65	94.75
	1h	10.65	25.8	39.1	50.4	61.9	72	80.15	88.2	94
	24h	10.35	26.05	40.15	49.4	60.4	68.15	77.75	87	93.55
K	0h	17.95	36.15	47.5	58.1	69.2	76.7	85.2	92.1	96.9
	1h	17.2	36.5	49	60.55	70.15	78.25	86.55	92.1	96.6
	24h	17.8	38.45	49.8	61	71.55	78.9	86.85	92.15	97.2

U predhodnih pet tabela uočava se da se vrednost crne izdvaja od ostalih boja po znatno većem porastu rasterske tačke, dok žuta boja ima najniže vrednosti. Uzorak na kome je najstabilniji porast rasterske tačke tokom ponavljanja štampe sa najpribližnijim krivama jeste uzorak III, dok najveća odstupanja su na uzorku V. Na promenljivost porasta rasterske tačke najveći uticaj ima mašina, odnosno put tonera kroz mašinu do podloge kao i uticaj toplote prilikom fiksiranja. Papiri koji su svojom debljinom blizu granica koju digitalna mašina Xerox Color 550 podržava su podložniji promena porasta rasterske tačke, dok stabilniji porast RTV imaju papiri srednje gramature oko 130-150g/m².

Vrednosti, prema IDEAlliance Digital Press programu sertifikacije za kratkoročnu kontrolu, su kontrolisane i obeležene su bojom one vrednosti koje su van granica standarda. Granica standarda je $\Delta E_{00} \leq 3$.

Rezultati kolorimetrijskog merenja CIE Lab boja su prikazane u tabeli 7. i 9., na osnovu kojih su izračunate vrednosti kolorimetrijskih razlika boja ΔE_{00} . Zbog ograničenog prostora navedene su samo po tri vrednosti najvećeg odstupanja razlika za četiri boje između svih otisaka (Tabela 7. i 9.).

Tabela 7. CIE Lab vrednosti za cijan i magentu na svih 5 uzoraka

Uzorak	Vreme	C			M		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Uzorak I	0h	64.09	-26.24	-36.87	49.39	52.91	-11.83
	1h	64.18	-25.58	-36.57	49.75	52.17	-12.50
	24h	64.22	-25.68	-36.83	50.70	50.45	-12.69
Uzorak II	0h	60.50	-29.85	-36.87	45.59	57.09	-10.39
	1h	60.52	-30.01	-36.98	45.94	56.43	-11.15
	24h	61.01	-30.07	-36.60	45.84	56.86	-11.57
Uzorak III	0h	61.70	-31.06	-38.45	46.49	59.23	-12.88
	1h	62.17	-30.06	-37.99	47.25	57.85	-13.12
	24h	62.41	-31.48	-38.51	46.66	59.52	-13.97
Uzorak IV	0h	59.32	-31.25	-39.09	44.03	59.41	-12.25
	1h	60.56	-29.76	-38.05	44.68	58.52	-12.50
	24h	60.96	-30.63	-38.73	45.85	58.23	-13.46
Uzorak V	0h	60.98	-31.16	-40.35	45.63	62.03	-12.51
	1h	61.01	-31.65	-40.16	44.61	63.63	-12.59
	24h	64.29	-28.43	-38.49	48.91	57.07	-12.51

Za sve boje važi da su razlike između otisaka istog uzorka ispod granice tolerancije, odnosno prihvatljive su. Najveće razlike se pojavljuju između otisaka čiji se uzorci razlikuju po gramaturi i strukturi (tabela 8.), odnosno između uzorka I - ofsetnom 80 g/m² i premaznog papira gramature 150 ili 300 g/m².

Tabela 8. Najveće razlike između otisaka za C i M

$\Delta E_{00} > 3$		
CIJAN	uzorak I u 24h - uzorak IV u 0h	4.72
	uzorak I u 1h - uzorak IV u 0h	4.71
	uzorak IV u 0h - uzorak V u 24h	4.41
MAGENTA	uzorak I u 24h - uzorak V u 1h	7.08
	uzorak I u 24h - uzorak IV u 0h	7.06
	uzorak I u 24h - uzorak IV u 1h	6.39

Tabela 9. CIE Lab vrednosti za žutu i crnu na svih 5 uzoraka

Uzorak	Vreme	Y			K		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Uzorak I	0h	85.92	-7.76	74.89	23.03	-1.81	-1.61
	1h	85.71	-7.99	73.01	23.21	-1.76	-1.62
	24h	84.83	-8.33	72.38	23.79	-1.84	-1.52
Uzorak II	0h	84.02	-7.95	83.61	19.31	-1.71	-1.92
	1h	83.99	-8.01	82.11	19.01	-1.88	-2.07
	24h	83.3	-7.90	83.9	21.02	-2.08	-1.96
Uzorak III	0h	85.72	-8.16	88.33	18.46	-1.99	-0.97
	1h	85.60	-8.07	86.74	17.03	-1.89	-0.94
	24h	85.72	-8.59	89.18	18.69	-1.96	-0.07
Uzorak IV	0h	83.01	-8.33	87.01	15.61	-1.76	-1.45
	1h	83.18	-8.50	85.64	15.78	-1.80	-1.52
	24h	83.30	-8.34	84.99	18.55	-1.81	-1.25
Uzorak V	0h	86.56	-7.86	89.57	15.37	-1.61	-1.46
	1h	86.10	-7.86	94.18	10.45	-1.27	-0.29
	24h	86.93	-7.80	85.13	19.66	-1.89	-2.43

Pri analizi uzoraka odštampanih žutom i crnom bojom za sve važi da su razlike između otisaka istog uzorka ispod granice tolerancije, odnosno prihvatljive su. Postoje razlike između uzoraka, pri čemu su najveće razlike iznad vrednosti 4, odnosno što predstavlja razliku koju neiskusno oko može da uoči (tabela 10).

Tabela 10. Najveće razlike između otisaka za Y i K

$\Delta E_{00} > 3$		
ŽUTA	uzorak I u 24h - uzorak V u 1h	4.83
	uzorak I u 1h - uzorak IV u 1h	4.57
	uzorak I u 0h - uzorak V u 1h	4.09
CRNA	uzorak I u 24h - uzorak V u 1h	6.55
	uzorak I u 1h - uzorak V u 1h	6.15
	uzorak I u 0h - uzorak V u 1h	6.03

3. ZAKLJUČAK

Analizom dobijenih rezultata i vrednosti merenja, zaključuje se da je kratkoročna kontrola ponovljivosti pružila potrebne podatke o stanju kvaliteta otiska digitalne mašine. Kontrolom optičke gustine potvrđeno je da gramatura i struktura papira imaju veliki uticaj na visinu optičke gustine, odnosno nanosa boje. Najniža optička gustina je na uzorku I, dok najveća na uzorku V. Najnestabilnija optička gustina tokom ponavljanja štampe je zabeležena na uzorku V, odnosno 300 g/m². Jedan od razloga je taj što je to maksimalna gramatura papira koja se pušta na ovoj digitalnoj mašini. Crna boja ima najveća odstupanja porasta RTV u odnosu na zadatu vrednost, obično više za 20% na 40% rastreskom polju. Ovoj mašini više pogoduje crno-bela štampa, jer je porast rasterske tačke za crnu stabilan prilikom ponavljanja štampe. Ostale tri boje imaju niže vrednosti porasta RTV. Ponovljivost štampe na osnovu porasta RTV je nestabilnija na tankim i debljim papirima, optimalan papir je oko 130-150 g/m². Merenjem CIE Lab kolorimetrijske razlike boja, utvrđeno je da su velike i lako uočljive razlike boja uslovljenje gramaturom i strukutrom papira. Ponovljivost tokom 24 časa, daje dobre rezultate, odnosno razlika ΔE_{00} boja na otiscima istog uzorka je ispod vrednosti 3. Ponovljivost štampe na digitalnoj mašini Xerox Color 550 je u granicama prihvatljivog, mada se i ovakve vrednosti mogu smanjiti redovnim kalibrisanjem i održavanjem mašine što nekada nije moguće odraditi u proizvodnji zbog kratkih rokova.

4. LITERATURA

- [1] Kašiković, N., Novaković, D., Jurić, I. (2016) Digitalna štampa - praktikum za vežbe, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
- [2] CIE. (2001): „Improvement to industrial color difference evaluation“, CIE technical report 142-2001. Vienna: CIE Central Bureau
- [3] Novaković D., Pavlović Ž., Karlović I., Pešterac Č. (2008) Reprodukciona tehnika, priručnik za vežbe, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

Podaci za kontakt:

Nikola Počuč, nikolapocuc@gmail.com
Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

**POSTOJANOST PLASTIČNIH PODLOGA ŠTAMPANIH INK DŽET TEHNIKOM
ŠTAMPE NA SPOLJAŠNJE UTICAJE****THE RESISTANCE OF INKJET PRINTS ON PLASTIC SURFACES
TO EXTERNAL EXPOSURE**

Ondrej Bartoš, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je proces digitalne štampe na plastičnim podlogama sa posebnim osvrtom na ink džet tehniku štampe. Na pet različitim podloga odštampana je test karta, koja je poslužila za dobijanje raznih parametara pomoću mernih instrumenata. Izmereni su parametri koji opisuju kvalitet reprodukcije i otpornost odštampanih uzoraka na spoljašnje uticaje.

Ključne reči: Digitalna štampa, NIP postupci, Computer to Print, Plastične podloge, UV boje, izlaganje uzoraka spoljašnjim uticajima

Abstract – The paper describes the process of digital printing on plastic surfaces with special emphasis on inkjet printing technique. Test charts were printed on five different surfaces after which a measuring instrument was used to conduct different sets of measurements and analyses. These included the measurement of parameters used for describing the reproduction quality and resistance of the printed samples to external exposure.

Key words – Digital print, NIP process, Computer to Print, Plastic substrates, UV color, resistance of the printed samples to external exposures

1. UVOD

Pored mnogobrojnih tehnika štampanja, digitalna štampa pokazuje najviši rast u razvoju i inovacija u ovoj oblasti. Razna istraživanja pokazuju rast štampanih medija na globalnom nivou. Digitalna štampa je izazvala niz značajnih promena posebno u procesima i konceptima gradnje štamparskih mašina i njihovom okriženju [1]. Prednost digitalne štampe u odnosu na ostale tehnike je što se podaci koji se štampaju mogu menjati u toku štampe, što ne utiče na odštampani tiraž.

Nip tehnologija je takva da ne zahteva čvrstu štamparsku formu, latentna slika se stvara posredstvom jedinice za osvetljavanje, npr. laserskim impulsima kod elektrofotografije ili stvaranjem električnog naboja (pozitivnog ili negativnog) na prenosnom elementu kod jonografije [2].

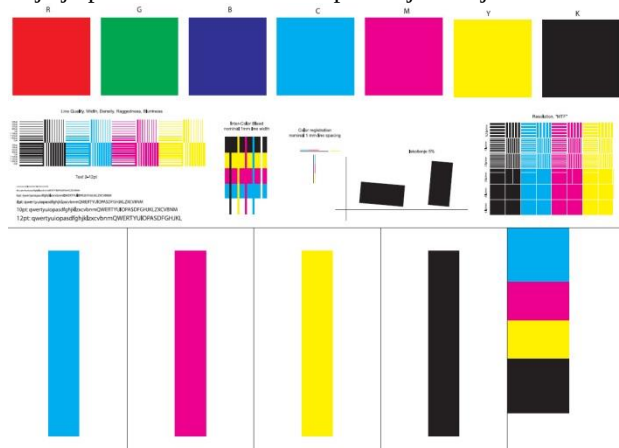
Ink jet štampa je poslednjih godina vrlo napredovala i njena osnovna podela se može podeliti prema boji koja se koristi, principu štampe i primeni.

Primenom ink jet štampe se može štampati na velikom broju različitih materijala kao što su: papir, plastika,

metal, tekstil itd. Velika prednost ove tehnike štampe je što nema dodira između štamparske glave i podloge, što daje mogućnost štampe na nepravilne oblike kao što je lopta ili neki sličan predmet [3].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo se sastoji od štampanja test karate koja je prikazana na slici 1 i ispitivanja dobijenih uzoraka.



Slika 1. Test karta korišćena u eksperimentu

Podloge koje su korišćene u ispitivanju su: pleksiglas, leksan, PVC, polipropilen i HIPS. Štamparski sistem na kome su odštampani uzorci za ispitivanje je Durst Rho 750, koji je prikazan na slici 2.



Slika 2. Štamparski sistem Durst Rho 750

U okviru eksperimentalnog dela analizirani su sledeći parametri: otpornost osnovnih boja na trljanje za svaki materijal, postojanost boja na sunčevu svetlost, oštrinu štampe merenjem obima i površine linija, oštrina štampe pomoću funkcije prenosa modulacije (MTF50), vizuelna analiza odštampanog teksta i linija u negativu i merenje površinske uniformnosti. Prilikom merenja otpornosti na trljanje korišćen je uređaj Testex TF411, koji je prikazan na slici 3.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, vanr. prof.



Slika 3. Uređaj za trljanje Testex TF411

Trljanje je rađeno u 4 serije i nakon svake serije merene su CIE Lab vrednosti boja pomoću spektrofotometra koji je prikazan na slici 4.



Slika 4. Uređaj SpectroDens

Nakon izmerenih vrednosti izračunate su razlike boja pomoću ΔE formule (1).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (1)$$

Gde su:

ΔE^* – apsolutna razlika boja, ΔL^* – svetlina boje, Δa^* – razlika na crveno/zelenoj osi, Δb^* – razlika na žuto/plavoj osi Lab prostora boja.

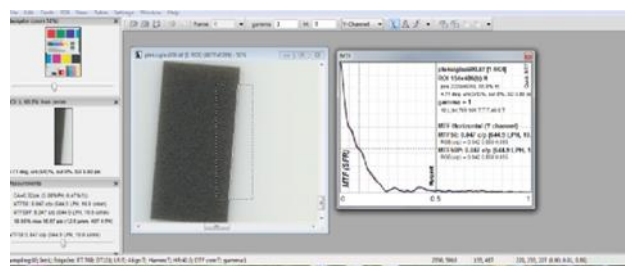
Osvetljenje koje je korišćeno je D65, sa standardnim uglom posmatranja od 10° i merne geometrije d/8. Postojanost boja na sunčevu svetlost je ispitivana na uređaju Guoliang Instrument YG611E koji je prikazan na slici 5.



Slika 5. Uređaj Guoliang Instrument YG611E

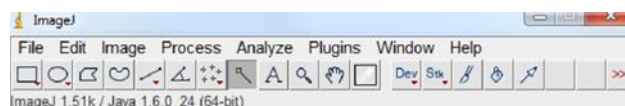
Izmerene su Cie Lab vrednosti pre i posle osvetljavanja i na osnovu dobijenih rezultata izračunata je razlika boje pomoću formule (1).

Oštrina štampe je merena pomoću dve metode. Prva metoda podrazumeva merenje površine i obima odštampanih linija debljine 1pt i 2pt pomoću softvera ImageJ koji je prikazan na slici 6.



Slika 6. Softver ImageJ

Pomoću formula (2, 3) su izračunate teorijske vrednosti za linje 1pt i 2 pt i poređene su sa izmerenim vrednostima. Potrebno je istaći da u slučaju kada su izmerene vrednosti bliže sa teorijskim vrednostima, to je štampa oštrija. Drugi način merenja oštine štampe je izvršen pomoću funkcije prenosa modulacije MTF50. Veće vrednosti MTF 50 znače bolji kvalitet i oštrinu štampe, pri čemu je za dobijanje vrednosti MTF50 korišćen program Quick MTF 2 koji je prikazan na slici 7.



Slika 7. Softver Quick MTF 2

$$P = a \times b \quad (2)$$

$$O = 2a + 2b \quad (3)$$

Gde su:

P – površina linije,

O – obim linije,

a – kraća stranica linije,

b – duža stranica linije.

Mottling index ili količina neuniformnosti se izračunava na osnovu histograma slike. Ova vrednost semdobija kao razlika gornje U_x i donje L_x vrednosti na histogramu (4). U_x se dobija kao srednja vrednost intenziteta između maksimalne i srednje vrednosti, dok se L_x dobija kao vrednost između minimalne i srednje vrednosti na histogramu. Što je vrednost NU veća, to je veća površinska šara odnosno veća neuniformnost.

Površinska uniformnost se može definisati kao neželjena varijacija optičke gustine (reflektovane svetlosti) na otisku.

$$NU = U_x - L_x \quad (4)$$

Gde su:

NU – Mottling indeks, U_x – gornja vrednost na histogramu, L_x – donja vrednost na histogramu.

Za merenje površinske neuniformnosti korišćen je softver MATLAB. Merene su površine za svaku boju nakon svake serije trljanja.

3. REZULTATI MERENJA

3.1. ΔE^* vrednosti kod testa na trljanje

Merenje CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti je izvršeno na CMYK poljima nakon procesa štampe i nakon izlaganja uzoraka uticaju trljanja. Merenja su vršena pet puta za svako analizirano polje i na osnovu tih podataka izračunata je srednja vrednost. Broj trljanja za svaki materijal je bio različit. Način na koji se odredio broj trljanja je sledeći:

uzorak se postavljao u mašinu za trljanje i ona se puštala u rad. Kada se vizuelno primeti da dolazi do oštećenja boje, mašina se zaustavlja i očitavao se broj trljanja. Taj broj trljanja se ponavljao za svaki materijal u 4 serije i svaki put su mere CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti.

Računanjem apsolutne razlike boje za uzorke pre i nakon izlaganja uticaju trljanja odštampane na materijalu pleksiglas dobijene su ΔE^* vrednost koje su unesene u tabelu 1.

Tabela 1. ΔE^* vrednosti za Pleksiglas

Prikaz ΔE^* vrednosti za Pleksiglas					
Broj trljanja		20	40	60	80
C	ΔE^*	1.45	2.12	4.17	3.61
M	ΔE^*	0.6	1.63	3.29	3.18
Y	ΔE^*	2.46	7.22	11.76	15.03
K	ΔE^*	1.38	4.40	10.36	11.87

Na osnovu izračunatih vrednosti apsolutne razlike može se zaključiti da su uzorci odštampani cijan bojom imali najveću otpornost na trljanje, sa najvećim odstupanjem od referentne vrednosti kod 60 trljanja. Najmanju postojanost na proces trljanja imali su uzorci odštampani žutom bojom pri izlaganju 80 x uticaju trljanja.

Računanjem apsolutne razlike boje za uzorke pre i nakon izlaganja uticaju trljanja odštampane na materijalu PVC dobijene su ΔE^* vrednost koje su unesene u tabelu 2.

Tabela 2. ΔE^* vrednosti za PVC

Prikaz ΔE^* vrednosti za PVC					
Broj trljanja		50	100	150	200
C	ΔE^*	4.81	8.48	13.74	17.47
M	ΔE^*	3.47	3.79	5.00	9.91
Y	ΔE^*	1.41	19.81	16.31	24.83
K	ΔE^*	0.99	3.30	5.59	12.44

Na osnovu izračunatih vrednosti apsolutne razlike može se zaključiti da uzorci odštampani magenta bojom imaju najveću otpornost na trljanje sa najvećim odstupanjem od referentne vrednosti kod 200 trljanja. Najveće odstupanje je zabeleženo kod uzoraka odštampanih žutom bojom pri izlaganju 200 x uticaju trljanja.

Računanjem apsolutne razlike boje za uzorke pre i nakon izlaganja uticaju trljanja odštampane na materijalu HIPS dobijene su ΔE^* vrednost koje su unesene u tabelu 3.

Tabela 3. ΔE^* vrednosti za HIPS

Prikaz ΔE^* vrednosti za HIPS					
Broj trljanja		10	20	30	40
C	ΔE^*	2.31	3.89	5.42	6.30
M	ΔE^*	1.64	2.15	2.03	2.45
Y	ΔE^*	3.60	9.16	16.18	16.85
K	ΔE^*	3.95	6.04	7.90	7.87

Na osnovu izračunatih vrednosti apsolutne razlike može se zaključiti da uzorci odštampani magenta bojom imaju najveću otpornost na trljanje sa najvećim odstupanjem od referentne vrednosti kod 160 trljanja.

Najmanje postojan je bio uzorak odštampan crnom bojom pri delovanju 160 trljanja.

Računanjem apsolutne razlike boje za uzorke pre i nakon izlaganja uticaju trljanja odštampane na materijalu polipropilen dobijene su ΔE^* vrednost koje su unesene u tabelu 4. Najveća postojanost uzoraka na trljanje je zabeležena kod uzoraka odštampanih magenta bojom, dok su najmanju postojanost imali uzorci odštampani crnom bojom.

Tabela 4. ΔE^* vrednosti za Polipropilen

Prikaz ΔE^* vrednosti za Polipropilen					
Broj trljanja		40	80	120	160
C	ΔE^*	1.44	1.89	2.90	3.29
M	ΔE^*	1.28	1.40	1.47	1.93
Y	ΔE^*	4.58	4.57	5.10	5.55
K	ΔE^*	9.61	11.56	17.27	20.81

Računanjem apsolutne razlike boje za uzorke pre i nakon izlaganja uticaju trljanja odštampane na materijalu lexan dobijene su ΔE^* vrednost koje su unesene u tabelu 5.

Kod uzoraka odštampanih na lexanu, najveću postojanost imaju uzorci odštampani crnom bojom, a najmanju uzorci odštampani magenta bojom.

Tabela 5. ΔE^* vrednosti za Lexan

Prikaz ΔE^* vrednosti za Lexan					
Broj trljanja		100	200	300	400
C	ΔE^*	1.38	4.40	10.36	11.87
M	ΔE^*	8.68	10.85	16.60	26.80
Y	ΔE^*	5.07	7.90	19.01	17.10
K	ΔE^*	0.84	0.40	0.53	1.83

3.2. ΔE^* vrednosti pre i posle osvetljavanja

Izlaganje na svetlost je rađeno po standardu SRPS EN ISO 105-B02:2015, pri čemu su uzorci 5 dana osvetljavani pod ksenonskom lampom. Merenjem CIE $L^*a^*b^*$ pre i posle osvetljavanja je izračunata apsolutna razlika boja. Na osnovu dobijene razlike može se zaključiti kako svetlost utiče na postojanost boje. U tabeli 6 su izračunate vrednosti apsolutne razlike boja. Najveću postojanost na svetlost imaju uzorci odštampani na polipropilenu i PVC materijalu, dok najmanju postojanost imaju uzorci odštampani na HIPS materijalu i Lexanu. Ukoliko se posmatraju pojedinačno boje, nezavisno od materijala, najveću postojanost imaju uzorci odštampani crnom bojom, a najmanju postojanost uzorci odštampani cijan bojom.

Tabela 6. ΔE^* vrednosti pre i posle osvetljavanja

Razlike boje ΔE^* pre i posle osvetljavanja				
Boja	C	M	Y	K
Pleksiglas	8.12	5.73	4.90	1.20
Lexan	10.09	7.79	4.56	1.55
PVC	10.25	4.37	6.13	0.72
HIPS	10.14	8.22	5.73	0.95
Polipropilen	9.76	5.43	5.42	0.78

3.3. Oštrina štampe merenjem obima i površina linija

Linije koje su merene imaju debljinu 1 pt i 2 pt u horizontalnoj orijentaciji za sve četiri osnovne boje. Na

osnovu formula izračunata je teorijska površina i obim koje iznose za 1 pt liniju $P=5.25\text{mm}^2$, $O=30.7\text{mm}$, za 2pt liniju $P=10.5\text{mm}^2$, $O=31.4\text{mm}$. Izmerene vrednosti se porede se teorijskim i što je izmerena vrednost bliža teorijskoj to je štampa oštija. Odstupanja površine i obima za svaki materijal je dat u tabeli 7. Na osnovu dobijenih rezultata vidi se da nijedan materijal nema dobre vrednosti za oštrinu štampe merenjem obima i površina linija.

Tabela 7. Površina i obim linija

Izmerene vrednosti površina i obima linija			
Materijal	Linija [pt]	P [mm ²]	O [mm]
Pleksiglas	1	1.39	16.58
	2	2.00	14.4
PVC	1	9.08	28.59
	2	3.83	18.58
HIPS	1	2.68	9.62
	2	3.66	8.83
Polipropilen	1	1.18	5.68
	2	0.63	6.91
Lexan	1	3.68	12.21
	2	2.24	13.5

3.4. Oštrina štampe merenjem MTF50 vrednosti

Za merenje oštine štampe korišćen je iskošen pravougao-nik za 5° i softver Quick MTF 2.

Tabela 8. Izmerene MTF50 vrednosti

Vrednosti MTF50	
Materijal	MTF50 [c/mm]
Pleksiglas	10.5
PVC	31.3
HIPS	16.5
Polipropilen	15.9
Lexan	13.7

Selektovanje se vrši tako da se zahvati odštampani pravougao-nik i podloga na koju se štampa, odnosno bela površina. Površina crnog pravougao-nika treba da bude približno jednaka sa belom površinom. Nakon selektovanja program izbacuje MTF50 vrednost. MTF50 vrednosti su prikazane u tabeli 8. Dobijeni rezultati ovom metodom pokazuju da se najbolje vrednosti za oštrinu štampe mogu izmeriti kod uzoraka odštampanih na PVC materijalu.

3.5. Površinska neuniformnost

Za merenje površinske neuniformnosti korišćen je softver MATLAB. Merene su površine za svaku boju nakon svake serije trljanja. Skenirani uzorak se najpre učitava u Matlab, nakon toga se pokreće funkcija koja izračunava vrednost površinske neuniformnosti. Najveća vrednost za površinsku neuniformisanost je zabeležena kod uzoraka odštampanih na polipropilenu, a najmanja kod uzoraka odštampanih na pleksiglasu.

Tabela 9. Vrednosti površinske neuniformnosti

Površinska neuniformnost NU	
Materijal	NU
Pleksiglas	2.8
PVC	5.04
HIPS	3.23
Polipropilen	5.93
Lexan	3.32

4. ZAKLJUČAK

Ukoliko se posmatra izlaganje uticaju trljanja, očigledno je da je najveća postojanost zabeležena kod uzoraka odštampanih na lexanu. Ovi uzorci su izloženi najvećem broju trljanja, mada bismo preciznije rezultate i bolje poređenje mogli dobiti da smo sve materijale izlagali istim serijama trljanja. Najmanje postojan materijal pri izlaganju uticaju trljanja je materijal HIPS, kod koga su oštećena površina bila vidljiva već nakon 10 serija trljanja.

Upravo zbog tog materijala, nije bilo moguće izložiti sve uzorke istim serijama trljanja, pošto su kod lexana promene pri tako malim serijama bile nevidljive.

Izlaganje uticaju svetlosti daje drugačije rezultate, pa su ovde najpostojaniji materijali polipropilen i PVC, dok je malu postojanost pored HIPS materijala imao i Lexan.

Na osnovu izračunatih vrednosti površine i obima linija može se zaključiti da materijal koji daje najveću oštrinu štampe je polipropilen, dok najlošiju oštrinu štampe daje materijal PVC. Kada se oštrina meri pomoću funkcije prenosa modulacije MTF50, materijal koji je dao najbolji rezultat oštine je PVC, dok najslabiju oštrinu ima materijal pleksiglas. Na osnovu izmerenih vrednosti NU se može zaključiti da najmanju površinsku šaru daje materijal pleksiglas, a najveću materijal polipropilen.

Dobijeni rezultati pokazuju da je odabir podloge pri štampi na plastične materijale veoma bitan i da se treba pre štampe odlučiti koji parametar nam je najbitniji i na osnovu toga izvršiti izbor za štampu.

5. LITERATURA

- [1] Kipphan, H. (2001) Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. ISBN3-540-67326-1. New York, Springer.
- [2] Novaković, D., Kašiković, N. (2013) Digitalna štampa. Novi Sad, FTN izdavaštvo
- [3] Kašiković, N., Novaković, D., Jurić, I. (2016) Digitalna štampa: praktikum za vežbe. Novi Sad, FTN izdavaštvo

Podaci za kontakt:

Ondrej Bartoš, bartosbop2@yahoo.com
 Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
 MsC Ivana Jurić, rilovska@uns.ac.rs

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA PERCEPCIJE BOJE KOD OSOBA SA POREMEĆAJEM VIĐENJA BOJA**RESEARCH OF POSSIBILITIES FOR ENHANCING COLOUR PERCEPTION OF INDIVIDUALS WITH COLOUR VISION DEFICIENCY**

Aleksandra Popadić, Neda Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su predstavljena istraživanja kojima se analizira metodologija i proverava uspešnost naočara *EnChroma* kao komercijalno najuspešnijeg pomagala na svetskom tržištu za poboljšanje percepcije boja kod osoba sa poremećajem viđenja boja. Uporedo sa tim su analizirani i efekti digitalne obrade slike koja se oslanja na osnovni princip *EnChroma* naočara. Rezultati ispitivanja sa različitim oblikom deuteranomalije pokazuju da *EnChroma* naočare nemaju univerzalnu primenljivost i ne rezultiraju krucijalno značajnim poboljšanjem percepcije boje kao što obećavaju.

Ključne reči: poremećaji viđenja boja, percepcija boja, *EnChroma* naočare, digitalna obrada slike

Kratak sadržaj – The manuscript presents research that analyses the methodology and examines the performance of *EnChroma* glasses as the most commercially available tool on the global market for enhancing the colour perception of individuals with colour vision deficiencies. At the same time, the effects of digital image processing that reflects the basic principle of *EnChroma* glasses are analysed. The results of the participants with different severity of deuteranomaly show that *EnChroma* glasses do not have universal applicability and do not result in a significantly significant improvement in color perception as they promise.

Keywords: colour vision deficiencies, colour perception, *EnChroma* glasses, digital image processing

1. UVOD

Poremećaj viđenja boja se ispoljava kao delimična ili potpuna nesposobnost razlikovanja boja, a posledica je delimične ili potpune disfunkcije jednog (ili više) tipa fotoreceptora u oku. Ovi poremećaji su najčešće genetski uslovljeni, odnosno nasledni, ali mogu nastati i usled izvesnih fizičkih oštećenja delova optičkog sistema [1].

Postoji veliki broj testova za proveru percepcije boja i utvrđivanje postojanja poremećaja viđenja boja, a neki od njih omogućavaju i detaljnije određivanje vrste i težine problema [2]. Testovi mogu biti fizički, na papiru ili uz pomoć specijalnih izvora svetlosti, ili digitalni na ekranu računara ili mobilnog uređaja.

NAPOMENA:

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

Najčešće korišćeni test za utvrđivanje postojanja poremećaja percepcije boja je testiranje uz pomoć Išiharinih tablica i svi ostali testovi se najčešće baziraju na ovim tablicama.

Pouzdanost rezultata digitalnih testova u direktnoj je vezi sa uslovima posmatranja, odnosno prikazom boja na monitoru (rezolucijom monitora, kalibracijom boja i slično).

Postoji nekoliko vrsta poremećaja viđenja boja [3]:

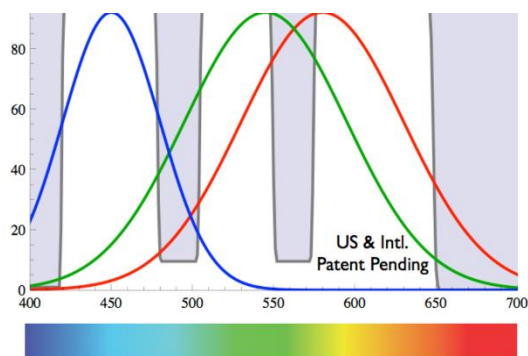
1. Monohromatija – potpuno slepilo na boje uzrokovano odsustvom dva ili sva tri tipa čepića u oku,
2. Dihromatija – ograničena percepcija boja koja se odlikuje se nedostatkom jednog od tri tipa čepića; U zavisnosti od toga da li je odsutan L, M ili S fotopigment, razlikujemo protanopiju, deuteranopiju i tritanopiju, respektivno.
3. Anomalna trihromatija – najčešća vrsta poremećaja uzrokovana izmenjena ili oslabljena spektralna osetljivost jednog tipa čepića; U zavisnosti od toga da li L, M ili S tip čepića nije potpuno funkcionalan razlikujemo protanomaliju, deuteranomaliju i tritanomaliju, respektivno.

Grupa poremećaja koji se odlikuju odsustvom ili disfunkcijom L i M čepića čini približno 99.96% svih slučajeva sa zajedničkim imenom crveno-zeleno slepilo. Jednu četvrtinu od tog broja čine dihromatski poremećaji (protanopija i deuteranopija), dok su tri četvrtine anomalni trihromatski poremećaji (protanomalija i deuteranomalija) [4].

2. ENCHROMA NAOČARE

Stvaranje posebnih naočara za osobe sa crveno-zelenim poremećajima je počelo kao računarska simulacija, definisanjem sofisticiranih modela simulacije percepcije osoba sa protanomalijom i deuteranomalijom [5].

Na osnovu računarskih simulacija, kreirani su specijalni optički filteri koji absorbuju nekoliko uskih opsega talasnih dužina iz vidljivog spektra („multinotch“ filtriranje). Princip *EnChroma* filtera je prikazan na Slici 1. Na ovaj način se uklanjaju određene talasne dužine iz upadne svetlosti u opsegu 550-570 nm, odnosno između maksimuma funkcija spektralnih osetljivosti L i M čepića koje su kod protanomala i deuteranomala bliže jedna drugoj u odnosu na prosečnog posmatrača sa normalnom percepcijom boja [6]. Rezultat selektivne apsorpcije usmeren je na povećanje razlike između vrednosti odziva L i M čepića, odnosno poboljšanje razlikovanja crvenih i zelenih tonova, kao i plavih i ljubičastih.



Slika 1. Patentirani filter *EnChroma* naočara

Osim ovog opsega, filtrira se deo upadnog spektra između 480-500 nm (videti na Slici 1.) u kom funkcije senzitivnosti M (zelenih) i L (crvenih) čepića presecaju funkciju S (plavih) čepića čime se dodatno pojačava razlikovanje tri odziva čepića [6].

3. METOD ISTRAŽIVANJA

3.1. Ispitanici

U istraživanju je učestvovalo četiri ispitanika sa poremećajem percepcije boja i test grupa od pet ispitanika sa normalnom percepcijom boja. Ispitanici-daltonisti su uradili sledeće testove:

1. Utvrđivanje poremećaja viđenja boja uz pomoć Išiharinih tablica pod prirodnim dnevnim svetlom;
2. Utvrđivanje efekta *EnChroma* naočara na rezultate Išiharinog testa (ponovljeni test);
3. Subjektivno ocenjivanje poboljšanja slika (originalna slika, slika sa efektom *EnChroma* naočara i slika nakon digitalne obrade – težinske daltonizacije); kao i upoređivanje subjektivnih ocena rezultata dva metoda digitalne obrade (težinske i tipske daltonizacije);
4. Objektivno ocenjivanje poboljšanja slika nakon daltonizacije uz pomoć tehnike praćenje pogleda.

3.2. Išihara test

Išihara test je standardizovani test za utvrđivanje postojanja poremećaja viđenja boja i otkrivanje tipa poremećaja (protan ili deutan). U testiranju je korišćen set od 17 tablica od ukupnog seta od 38.

3.3. Uređaj za praćenje pogleda

Korišćen je *Gazepoint GP3* uređaj za praćenje pogleda (engl. eye tracking). Hardver sistema za praćenje pogleda je jednostavan i sastoji se od dve komponente: infrared LED izvora svetlosti i infrared kamere koja sa frekvencijom od 60Hz beleži kao video sekvencu refleksiju od očiju ispitanika u infrared spektru. Softver izvlači podatke o aktivnostima oka iz snimljene sekvence i analizom podataka nam daje informacije koje oblasti slike je ispitanik gledao, kojim redosledom i koliko dugo.

3.4. Digitalne obrade slike

U subjektivnoj evaluaciji poboljšanja slika korišćene su tri verzije test slika: originalna slika, originalna slika nakon težinske daltonizacije koja povećava kontrast u crveno-zelenom kanalu i simulira time efekat *EnChroma* naočara i originalna slika nakon tipske daltonizacije koja proširuje iskorišćenost žuto-plavog kanala.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

4.1. Išihara test

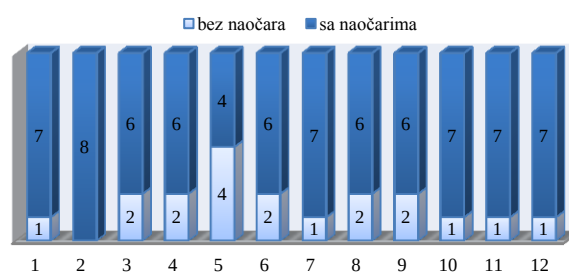
Provera poremećaja viđenja boja uz pomoć Išihara testa je pokazala da svi ispitanici imaju isti poremećaj, deuteranomaliiju, ali ne i isti stepen poremećaja.

U slučaju prvog ispitanika, rezultati bez i sa *EnChroma* naočarima su 5.88% (1 tačan odgovor) i 17.64% (3 tačna odgovora). Kod drugog ispitanika nije bilo nikakvih promena na rezultatima testa zbog korišćenja *EnChroma* naočara (1 tačan odgovor u oba slučaja). Treći ispitanik je pomoću naočara dao jedan više tačan odgovor u odnosu na početni test (sa 2 na 3 tačna odgovora), a slično je i kod četvrtog ispitanika koji je na ponovljenom testu imao jedan više tačan odgovor u odnosu na početna tri.

Zanimljiv zaključak je da su zahvaljujući *EnChroma* naočarima, ispitanici (3 od 4) uspeali da razaznaju broj na istoj tablici 45, čime se zaključuje da na vrlo sličan način filteri menjaju njihovu percepciju bez obzira što nemaju isti stepen poremećaja.

4.2. Subjektivno ocenjivanje slika

Korišćeno je 12 test slika različitog sadržaja gde su slike 1-6 bile fotografije prirodnih scena, a slike 7-12 artificijelnog sadržaja. Slike su ciljano odabrane tako da uključuju problematične kombinacije boja. U subjektivnom ispitivanju, ispitanici su poredili po dve verzije slika i davali svoju ocenu o subjektivnoj preferenciji slike. Verzije slika su ocenjivali sa 1 i 1 ukoliko nemaju verziju koju više preferiraju, odnosno ukoliko ne vide značajnu razliku između njih, ocene 2 i 0 ako preferiraju prvu sliku i ocene 0 i 2 ako drugu verziju slike ocenjuju kao bolju. Veliki udeo na ocenu preferencije prvih 6 test slika sa prirodnim scenama je imalo očuvanje prirodnosti slike, dok je na ocenu drugih 6 slika sa artificijelnim sadržajem najviše uticalo poboljšanje kontrasta boja. U jednom od subjektivnih testova, ispitanici su ocenjivali percepciju test slika sa ili bez upotrebe *EnChroma* naočara. Na slici 2. prikazane su ukupne ocene četiri ispitanika za svaku sliku ponaosob.



Slika 2. Prikaz rezultata poređenja originalne slike sa i bez *EnChroma* naočara

Na Slici 2. se uočava da je većina test slika ocenjena bolje sa naočarima. Takođe se uočava i da preferencija zavisi od sadržaja slike - drugu test sliku su svi ispitanici ocenili boljom sa naočarima, dok je petu sliku drugi ispitanik ocenio kao bolju bez naočara.

Ispitanici su, takođe, poredili i efekat naočara sa efektom digitalne obrade slike (tzv. daltonizacije), odnosno poredili su percepciju slika sa naočarima sa verzijama slika nakon težinske daltonizacije.

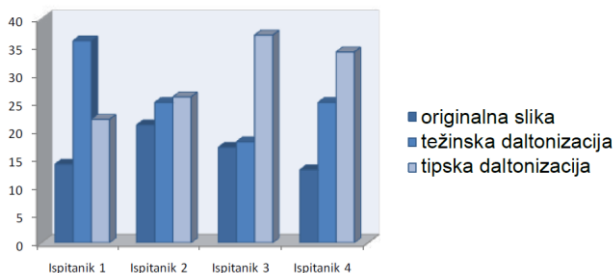
Na slici 3. prikazani su ukupni rezultati za ovaj test.



Slika 3. Prikaz rezultata poređenja originalne slike posmatrane sa EnChroma naočarima i originalne slike nakon digitalne obrade

Na Slici 3. se može lako uočiti da su svi ispitanici za petu sliku rekli da im bolje izgleda originalna slika sa EnChroma naočarima nego nakon daltonizacije. Približno sličan rezultat ima i slika sa rednim brojem 2. Za slike 8, 9 i 10 ispitanici nisu imali preferencije u izboru između efekata digitalne obrade i naočara, a u slučaju četiri test slike preferirali su verziju slike nakon digitalne daltonizacije.

Na Slici 4. se mogu videti rezultati svakog ispitanika za poslednju subjektivnu evaluaciju u kojoj su ispitanici ocenjivali odnos između početne test slike i verzije nakon težinske daltonizacije, početne i verzije nakon tipske daltonizacije i rezultate težinske i tipske daltonizacije.



Slika 4. Prikaz rezultata subjektivne uporedbe svakog ispitanika za originalne test slike, verzije nakon težinske daltonizacije i verzije nakon tipske daltonizacije

Na grafiku 3. se može primetiti da je prvi ispitanik ocenio da su mu slike sa težinskom daltonizacijom (36 bodova) izgledaju najbolje, zatim slike nakon tipske daltonizacije (22 boda) i, na kraju, sa najmanjim brojem bodova originalna slika (14 bodova).

Drugom ispitaniku su slike sa tipskom daltonizacijom izgledale najbolje (26 bodova), zatim slike sa težinskom daltonizacijom (25 bodova), a zatim originalne verzije test slike sa (21 bod). Kod ovog ispitanika se može primetiti da sve tri grupe slika imaju sličan broj bodova što otkriva da ovaj ispitanik nije video nikakve značajne razlike između tri verzije slika.

Treći ispitanik se izjasnio da mu slike sa tipskom daltonizacijom (37 bodova) izgledaju najbolje, a slike nakon težinske daltonizacije (18) i originalne (17) su imale sličan broj bodova imale sličan broj bodova, odnosno ispitanik nema preferiranu opciju u poređenju ove dve verzije test slike. Četvrti ispitanik je, kao i prethodni, preferirao slike nakon tipske daltonizacije (34 boda), zatim slike nakon težinske daltonizacije (25 bodova).

4.3. Objektivno ocenjivanje poboljšanja slike uz pomoć tehnike praćenja pogleda

Ispitanici su u levom gornjem uglu dobijali kvadrat koji je obojen određenom bojom a zatim su na mapi tražili liniju koja se podudara sa istom tom bojom (potrebno je bilo da isprate 8 linija). Potrebno je bilo da kažu koja je to linija a

zatim da je isprate pogledom od jednog kraja do drugog. Primer mape metroa Madrida za jednu liniju je prikazan na Slici 5. Ispitanici su imali ukupno 8 zadataka: da pronađu 4 linije na početnoj mapi, kao i iste te 4 linije nakon daltonizacije mape.



Slika 5. Primer mape metroa Madrida za liniju sa rednim brojem 1

Redosled linija je proizvoljan tako da ne utiče na rezultate. U Tabeli 1. su prikazani rezultati ispitanika za ovaj deo istraživanja.

Tabela 1. Prikaz rezultata nakon ispitivanja sa praćenjem pogleda

Linija	Ispit 1.	Ispit 2.	Ispit 3.	Ispit 4.
1 početna mapa	1	1	1	1
2 početna mapa	2	5	x	2
4 početna mapa	4	7	2	5
6 početna mapa	6	6	8	8
1 posle obrade	1	1	9	1
2 posle obrade	2	2	4	2
4 posle obrade	7	4	x	4
6 posle obrade	6	6	6	6

Kod linije 2 na "pre" i "posle" mapama težinska daltonizacija je uticala kod drugog ispitanika da tačno reši zadatak. U slučaju nalaženja linije 4, drugi i četvrti ispitanik su, za razliku od "pre" mapa, bili uspešni u slučaju mapa nakon težinske daltonizacije, dok se kod prvog ispitanika desila obrnuta situacija.

Kod linije sa rednim brojem 6 prva dva ispitanika su u oba slučaja dali tačan odgovor, a dodatno je daltonizacija uticala kod drugog i trećeg ispitanika koji su u tom slučaju dali tačne odgovore.

4. ZAKLJUČAK

Savremena istraživanja ljudskog vizuelnog sistema i percepcije boja su detaljno objasnili uzrok, manifestovanje i nasleđivanje poremećaja viđenja boja. Trenutno ne postoji način lečenja ovih poremećaja, ali postoje digitalna obrada slike ili pomoćni uređaji (kao što su naočare) koji pojačavaju kontrast boja na slici da bi osoba sa poremećajem viđenja boja mogla bolje raspoznati boje, ali ne omogućavaju da opseg boja koje opažaju bude isti kao u slučaju osoba bez poremećaja. Nakon urađenog istraživanja može se zaključiti da:

1. U slučaju Ishihara testa, *EnChroma* naočare su pomogle prvom ispitaniku da ima dva više tačna odgovora (3 umesto 1), i jedan više tačan odgovor kod trećeg (3 umesto 2) i četvrtog ispitanika (4 umesto 3). Drugi ispitanik je uradio test na isti način bez i sa korišćenjem naočara (2 tačna odgovora). Međutim, sve dok osoba ima 13 ili manje tačnih odgovora smatra se da nije prošla na testu, odnosno da ima poremećaj viđenja boja. Stoga, *EnChroma* naočare ne mogu biti od pomoći da osoba "uspešno" prođe test niti imaju značajan uticaj u povećanju c-z kontrasta kada su u pitanju slabo zasićene crvene i zelene nijanse poput onih koje se koriste za formiranje Ishihara tablica.

2. Kada je u pitanju subjektivna procena *EnChroma* naočara, sva četiri ispitanika su ocenila da vide u slučajevima određenih test slika (ali ne i svih) poboljšanje kontrasta boja, ali da to nije poboljšanje nije u značajnoj meri. Osim u slučaju posmatranja test slika na ekranu, slične komentare imali su i u slučaju posmatranja fizičkog okruženja.

Osim toga, ispitanici su imali primedbe na to što *EnChroma* naočare generalno potamnjuju prikaz (poput sunčanih naočara) tako da nisu praktične za upotrebe u zatvorenim prostorijama.

3. Iz analize rezultata poređenja *EnChroma* filtera i težinske daltonizacije koja se bazira na efektu *EnChroma* naočara, može se uočiti da je težinska daltonizacija dobra digitalna zamena za *EnChroma* naočare.

4. Na osnovu vrste i stepena poremećaja utvrđenih standardnim testovima provere percepcija boja ne može se tačno predvideti njegovi rezultati subjektivne evaluacije.

5. Analiza poređenja rezultata težinske i tipske daltonizacije ukazuje na postojanje subjektivnih preferencija - neki ispitanici preferiraju više rezultate težinske, a ne tipske. Isto tako, primećeno je da se u slučaju slika sa veštačkim sadržajem, ispitanicima više sviđaju rezultati tipske daltonizacije, odnosno povećanje kontrasta plavo-žutog kanala, dok u slučaju slika sa scenama prirodnih scena (npr. objekti na zelenoj travi) ispitanici više preferiraju povećavanje crveno-zelenog kontrasta.

6. Testiranje sa praćenjem pogleda ukazuje na opravdanost dvostrukog beleženja odgovora (posmatranjem pogleda i usmeni odgovor), pošto su uočene situacije u kojim je korisnik rekao tačan odgovor, ali vizuelno nije pratio ispravnu liniju od početka do kraja. Težinska daltonizacija je rezultirala sa većim brojem rešenih zadataka, posebno u slučaju dva ispitanika koja su na mapi nakon daltonizacije uspešno pronašli sve četiri tražene linije. Rezultati ispitanika sa različitim oblikom deuteranomalije pokazuju da *EnChroma* naočare nemaju univerzalnu promenljivost i ne rezultiraju

krucijalno značajnim poboljšanjem percepcije boje kao što obećavaju. Isto tako, korišćena težinska daltonizacija pokazala se kao dobra digitalna simulacija efekta *EnChroma* naočara.

5. LITERATURA

- [1] Milić, N. (2016) Doktorska disertacija: Model optimizacije slike za korisnike sa poremećajima viđenja boja, [Online] Available from: www.grid.uns.ac.rs/data/biblioteka/disertacije/neda_milic_disertacije_final.pdf [Accessed 6.7.2016.]
- [2] Colorblindness (2014), [Online] Available from: www.color-blindness.com/protanopia-red-green-color-blindness/, [Accessed 25.8.2016.]
- [3] Cvetković D, Cvetković D (2005) Nasledne anomalije kolornog vida: od Daltona do molekularne genetike. Srpski arhiv za celokupno lekarstvo 133:521-527
- [4] Judd DB (1966) Fundamental Studies of Color Vision from 1860 to 1960. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America 55:1313-1330
- [5] European patent application (2012), WO2012119158 A1. Method for designing color filters which improve or modify color vision of human eye, and color filter means designed by the method. London:EP. [Online] Available from: <https://www.google.com/patents/WO2002042829A1?cl=en>, [Accessed 19.11.2017]
- [6] European patent application (2002), WO2002042829 A1. Multi-band color vision filters and method by lp-optimization. London:EP. [Online] Available from: <https://www.google.com/patents/WO2012119158A1?cl=en>, [Accessed 19.11.2017.]

Kratka biografija:



Aleksandra Popadić rođena je u Vukovaru (Hrvatska) 1993. god. diplomirala na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna - na temu "Uticaj osvetljenja na percepciju boja kod osoba sa poremećajem viđenja boja", 2016.god.

kontakt: popadic.sandra@gmail.com

mentor: dr Neda Milić, docent

kontakt: milicn@uns.ac.rs

REHABILITACIONI CENTAR ZA UČESNIKE RIJALITI PROGRAMA**REHABILITATION CENTER FOR PARTICIPANTS OF THE REALITY SHOWS**

Milica Filipović, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja ovog rada jeste analiza uzroka dekulturnizacije ne samo u Srbiji, već i na globalnom nivou, kao i uticaj i posledice masovne kulture. Sa posebnim akcentom na aktuelni sociološki fenomen masovne popularnosti rijaliti programa. U istraživanju se sagledava mogućnost stvaranja prostora koji bi bivšim učesnicima rijaliti programa omogućio adekvatnu terapiju uz primenu različitih terapijskih metoda i savremene tehnologije.

Abstract – The subject of research is analysis of the causes of deculturalization not only in Serbia but also at the global level, as well as influences and consequences of mass culture. Experimenting with creation of space that would allow former participants of reality show programs to get adequate therapy with the application of various therapeutic methods and modern technology.

Ključne reči: rehabilitacija, kultura, psihički poremećaji.

1. UVOD

Vreme velikih društvenih potresa, kroz koje je prolazilo i sada prolazi društvo u Srbiji donelo je razaranje starog sistema vrednosti, koji nije zamenjen novim konzistentnim vrednosnim obrascem. Vrednosni sistem jednog društva ogleda se u velikoj meri u preovlađujućem kulturnom modelu. Možemo reći da je današnja kultura najpre rijaliti kultura, gde usvajamo, potvrđujemo ili odbijamo ono što se nudi na osnovu isečka unapred smišljenog scenarija kao koncepta života [1]. Kako bi se ovaj društveni problem umanjio potrebno je edukovati ne samo pacijente, odnosno učesnike rijaliti programa, već i društvo uopšte, odnosno potencijalne gledaoce. Društvo treba da shvati da je mentalno zdravlje jednako važno kao i fizičko zdravlje. Takođe, neophodna je svest o važnosti kulture i kulturnog razvoja jedne nacije.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Kako uticaj jedne totalne institucije i njene posledice na društvo može iskoreniti druga institucija? Koje su posledice masovne kulture i potrošačkog društva? Kako zaustaviti kulturni sunovrat društva? - Predstavljaju neka od pitanja na koja ovaj istraživački rad odgovara.

Cilj ovog istraživanja jeste kreiranje ustanove koja će na najbolji način stvoriti uslove za rešavanje ovih problema, ustanovu u kojoj će se pacijenti osećati komforno i u koju će želeti samoinicijativno da odu.

NAPOMENA:

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

Kroz rad i program institucije i zaposlenih u njoj, rehabilitacioni centar bi trebalo da preoblikuje svest pacijenata tako da uvide suštinu problema i uzroka svog ugroženog psihičkog stanja. Potencira se rad na moralnim vrednostima, pronalaženje sopstvenog smisla života, kao i pronalasku i prihvatanju sebe. Na kraju, rezultat rada institucije predstavlja uspešnu resocijalizaciju bivših učesnika.

3. PROGRAM REHABILITACIONOG CENTRA

Cilj projekta jeste da se ponudi adekvatan program i obezbedi odgovarajuća sredina, struktura – socijalna i psihološka podrška usmerena na rehabilitaciju učesnika rijaliti programa, kako bi im se pomoglo da izmene svoje obrasce ponašanja i uspešno se ponovo integrišu u društvenu sredinu. Psihološko osnaživanje kroz individualno i grupno savetovanje, kao i podrška resocijalizaciji kroz druženje, uključivanje u sportske aktivnosti i kreativne radionice, programi su kroz koje se rehabilitacija realizuje. Rehabilitacioni centar kombinuje metode lečenja konvencionalne i alternativne medicine. Korisnici su tu na osnovu svoje volje i preporuke lekara.

3.1. Faze programa rehabilitacionog centra**Faza 1**

- Utvrđivanje suštine problema zbog koje je osoba počela da se ponaša agresivno / depresivno / otuđeno / dezintegrirano i sl.
- Samoanaliza

Faza 2

- Promena načina razmišljanja terapijom i razgovorom sa porodicom.
- Grupna podrška
- Savetovanje
- Kreativne radionice

Faza 3

- Rad na moralnim vrednostima
- Smislu života
- Pronalasku i prihvatanju sebe

Faza 4

- Resocijalizacija
- Povratak kući

3.2. Kategorizacija pacijenta

Program traje od 1-6 meseci, u zavisnosti od stepena izloženosti i uticaja rijaliti programa, odnosno zavisi od napredovanja, tj. resocijalizacije korisnika.

Kategorizacija korisnika u tri grupe je upravo zasnovana na osnovu stepena izloženosti i uticaja rijaliti programa.

GRUPA A – Lica na koje je učešće u rijaliti programu ostvarilo manji uticaj. Programom je predviđena povremena poseta centru – konsultacije sa psihologom, učestvovanje u radionicama sa drugim korisnicima centra.

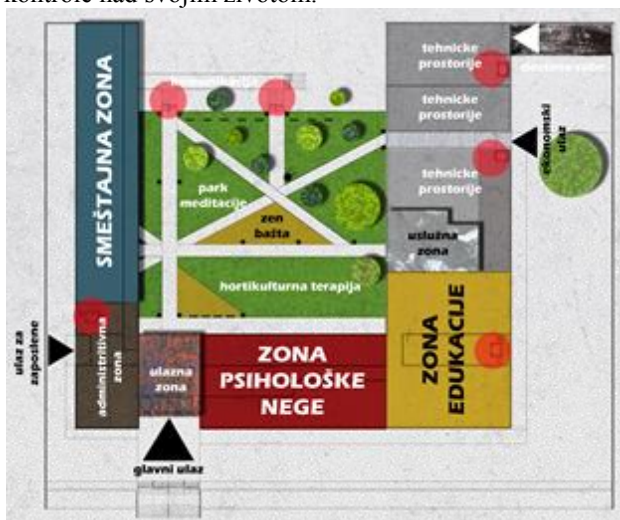
GRUPA B – Programom je previđena terapija za korisnike više puta nedeljno.

GRUPA C – Lica na koje je učešće u rijaliti programu ostvarilo najveći uticaj. Zahtevaju negu 24h i neophodno je da prođu celokupan program rehabilitacionog centra.

3.3. Organizacija programa kroz prostor

Sprat -1 / Grupa C (Slika 1.)

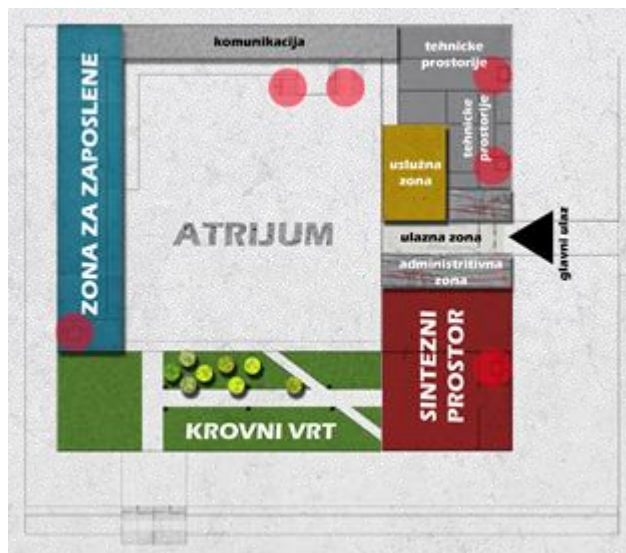
Korisnici na koje je učešće u rijaliti programu ostvarilo najveći uticaj (grupa C su smešteni na spratu -1. S obzirom da se etaža nalazi ispod zemlje, bez prirodnog osvetljenja, značajno nalikuje arhitekturi prostora gde se odvijaju rijaliti programi. Odnosno, okruženje nalikuje prostoru gde su korisnici centra pre izvesnog perioda proveli određeno vreme. Najveći priliv prirodnog svetla se ostvaruje preko atrijuma, koji se nalazi u središtu etaže - okružen svim funkcionalnim zonama programa. Dnevna rutina pacijenata je podeljena u zone i u bukvalnom smislu preneti na samu osnovu sprata. Za svakog pacijenta definisanje rutine na dnevnom nivou je veoma značajno, na taj način korisnik stiče osećaj uspostavljanja kontrole nad svojim životom.



Slika 1. Organizacija etaže -1

Sprat 0 / Grupa B (Slika 2.)

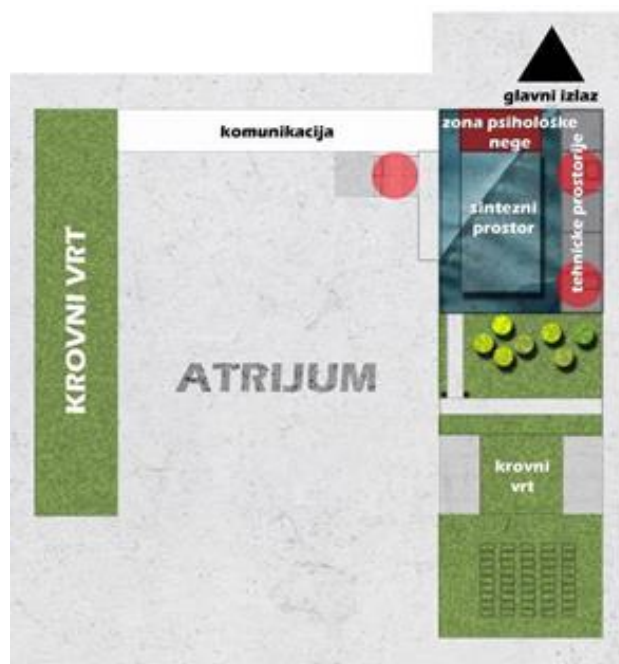
Od delimično poznatih uslova, pacijenti postepeno napreduju i privikavaju se prirodnijem okruženju (grupa B, grupa A). Nakon prolaska celokupnog programa, korisnik grupe C, napreduje i prelazi na etažu prizemlja i pridružuje se korisnicima grupe B (ne zahtevaju 24h negu, već dolaze više puta nedeljno na savetovanje). Zatvorene prostorije zamenjuju otvorene površine, kao i prirodno osvetljeni prostori, dominantni su ozelenjene krovne površine, krovni vrtovi. Sam program rehabilitacionog centra u grupi B je znatno fleksibilniji - zone psihološke nege i edukacije zamenjuju otvoreni sintezni prostori, koji objedinjuju brojne terapije kroz kreativan pristup i radionice.



Slika 2. Organizacija etaže 0

Sprat +1 / Grupa A (Slika 3.)

Na poslednjoj etaži, prvom spratu dominira hodnik sa vratima koja bi trebalo da simbolično predstavljaju poslednji korak pacijenta ka integrisanju u realan svet. Potenciraju se poluotvoreni prostori, atrijumi, ozelenjene krovne površine, kao i prirodno osvetljenje.



Slika 3. Organizacija etaže +1

4. PRODUKTIVNA ARHITEKTURA

Alarmantna ugroženost ljudskog zdravlja uzrokovana je uticajima u prostorima koje je čovek sam stvorio. Neodgovarajući parametri mikroklimе dovode do pojačanog zamaranja, stresa i izazivaju različite zdravstvene probleme, a kod produženog dejstva i ozbiljna oboljenja. Savremen čovek provodi oko 70%, a prema nekim autorima i do 90% svog vremena u zatvorenom prostoru (učesnici rijaliti programa, duži vremenski period provode i do 100% vremena u

zatvorenom prostoru!). Na taj način, čovek biva u većoj meri izložen dejstvu mikroklimе zatvorenog boravišnog prostora (temperatura, pritisak, vlažnost vazduha, brzina strujanja vazduha). Osim ovih faktora na kvalitet unutrašnjeg prostora utiču i osvetljenje, buka, kao i vibracije. Neophodno je razmotriti svaku fazu projektovanja u cilju postizanja kvaliteta življenja u izgrađenom prostoru. Takođe, savremeni trendovi u arhitektonskom projektovanju promovišu dizajniranje prostora u skladu sa pravilima održive arhitekture. U tom smislu, moglo bi se reći da nekadašnji princip za arhitekturu moderne „forma sledi funkciju“, u okvirima održive gradnje arhitekture urbanosredinskog pejzaža, nesumnjivo treba transformisati u novi princip „forma sledi ekoreciprocity i energiju“. U vezi s tim, svest i znanje da neka planirana, projektovana visoka, niska i pejzažno građena tvorevina znači nešto više od „tekture“, pretpostavljaju odgovoran odnos i promišljanje, koji nas jedino ovako preumljenim konceptom mogu dovesti do „tačke preokreta“ u oblasti planiranja, projektovanja i izgradnje urbanosredinskih fizičkih struktura. Znači, rešenje navedenih problema ne može se tražiti kroz isti pristup i način mišljenja koji ga je stvorio. [2]

4.1. Rehabilitacija kroz arhitekturu

Pristup rehabilitacije kroz arhitekturu ogleda se u predlogu projekta koji promoviše važnost građene sredine, dizajniran u cilju dobrobiti psihičkog i fizičkog zdravlja korisnika prostora.

Projekat ima za cilj da obezbedi sveobuhvatno i radikalno rešenje kojim će se uticati na prevazilaženje problema koje imaju korisnici rehabilitacionog centra:

- Izrada stimulativnog, produktivnog i zdravog okruženja;
- Uključivanje zajednice;
- Promovisanje produktivnosti kroz aktivnosti / građenje okruženja / "produktivna arhitektura" (Slika 4);
- Povezivanje sa lokalnom zajednicom kroz pružanje prostora za zajedničke aktivnosti i prodaju proizvoda korisnika rehabilitacionog centra.



Slika 4. Primena hortikulture terapije u Rehabilitacionom centru

5. LOKACIJA I URBANI KONTEKST

Objekat se nalazi na Košutnjaku (šuma i naselje u Beogradu u gradskim opštinama Čukarica i Rakovica, Slika 5). Prednost ove lokacije je neposredna blizina gradskog jezgra, što pogoduje korisnicima koji bi

posećivali centar više puta nedeljno. Sa druge strane, rehabilitacioni centar je smešten u središte šume, koja se prostire na površini od 330 hektara, i na nadmorskoj visini od 250m. U Košutnjaku su dva posebno uređena kompleksa - Pionirski grad, sportsko-rekreativni centar i Filmski grad sa kompleksom ateljea i drugih sadržaja. U neposrednoj blizini kompleksa se nalazio objekat produkcijske kuće Emotion – kuća Velikog Brata.

Izgradnja rehabilitacionog centra na pomenutoj lokaciji bio bi konkretan odgovor kulture na nekulturu i „kontraudar“ svim „vrednostima“ koje promovišu rijaliti programi. Korisnici rehabilitacionog centra bi se postepeno adaptirali na prirodno okruženje, da bi na samom kraju programa (grupa A) koristili sve pogodnosti ove atraktivne lokacije. Rehabilitacioni centar je u prirodi, daleko od medijske pažnje, izdvojen, ne zahteva skladnost sa drugim objektima, odnosno okruženjem. Na projektu su implementirani održivi sistemi. Projektovan objekat postavljen je u okviru građevinskih linija parcele. Takođe, na ovoj lokaciji su obezbeđeni svi infrastrukturni objekti – vodovod, kanalizacija, električna energija, grejanje, asfaltiran put, parking.



Slika 5. Lokacija

6. FORMA OBJEKTA

Polazni motiv za kreiranje forme objekta inspirisan je finalnom scenom iz filma Trumanov šou iz 1998. Godine (Slika 6), gde se kao glavni elementi izdvajaju stepenište i vrata, koji na jasan način asociraju izlazak korisnika rehabilitacionog centra u realan svet. U daljoj analizi prostor je oblikovan kao svedena, pravilna forma, sa vertikalno nizanim kubusima na tri etaže. Objekat svojom prostornom organizacijom teži jednostavnosti.

Poželjni pravac kretanja korisnika prostora (od grupe C, do grupe A) naglašen je belom bojom, stepenice su bele boje, integrisane u samo središte objekta kojim dominira atrijum. Koloritno je povezan sa poslednjom etažom na prvom spratu i svojom bojom simbolično asocira korisnike na „izlazak iz mraka“.



Slika 6. Finalna scena iz filma Trumanov šou

6.1 Konstrukcija i primenjeni materijali i sistemi

Konstrukcija objekta bazirana je na AB stubovima oslonjenim na AB temeljnu ploču. Sekundarni konstruktivni elementi predstavljaju AB grede. Temeljna ploča je od AB sa aditivima za vodonepropusnost i potrebnim hidroizolacionim slojevima ispod kojih se postavlja šljunak. Međuspratna konstrukcija između etaža je AB ploča. Konstruktivni zidovi stepenišnog i liftovskog prostora takođe su od AB.

Krovnna konstrukcija koja je predviđena u projektu je kombinovanje ravnog neprohodnog i prohodnog krova, kao i zelenog krova sa odgovarajućim izolacionim slojevima. Na neprohodnom delu krova predviđeni su solarni, fotonaponski paneli. Primenjen je poluintenzivni tip zelenog krova. Ovaj tip zelenog krova ima rastinje srednje visine od 25-50cm, a dubina zemlje je oko 20cm, što dodaje teret od oko 250 kg/m² na zgradu. Održavanje je potrebno na svakih 6 meseci, a biljke koje se sade nisu teške za održavanje (razne biljke iz porodice trske i sedumi srednjeg rasta). Ovakav izbor krovnog rešenja je višestruko koristan – smanjuje buku, prečišćava kišnicu i vazduh unutar objekta, predstavlja odličan vid termičke izolacije.

Primenjeni materijali su takođe u skladu sa principima održive arhitekture. Dominiraju prirodni materijali (drvene obloge, kamen, opeka), koji korespondiraju sa lokacijom objekta na Košutnjaku. Fasada je oblikovana od drvene obloge (ThermoWood). Drvo se termički obrađuje, kako bi se eliminisala vlaga i prirodna smola. Prilikom postavljanja drvene obloge treba predvideti vazdušni prostor između drvenih letvi, na taj način se obezbeđuje nesmetano disanje zidova, ali i prevencija truljenja drveta. Pozitivne karakteristike su brz metod izrade, mogućnost korekcije, kao i recikliranja i ekonomičnost. Kao dominantan element na fasadnom platnu izdvajaju se prozori, kao velike staklene površine. Imaju ulogu da pored veze sa prirodnim okruženjem, ugodnih vizura, obezbede što veći priliv prirodnog osvetljenja.

7. ZAKLJUČAK

Rijaliti emisije mogu biti dobar podtekst kulturolozima, sociolozima, antropolozima, psiholozima i političarima za analizu i predviđanje pojava u društvu. Sveobuhvatna analiza aktuelnih vrednosti i pojava, koje su uočljive u rijaliti programima, i njihovo predviđanje u budućnosti, mogu da doprinesu da se preduprede njihove negativne posledice u društvu. Škole više ne proizvode građane i stručnjake, već potrošače.

Građani sude o svetu na osnovu znanja, a potrošači na osnovu želja i potreba, znanje im nije potrebno. Dok prvi imaju moć da vrše pritisak na sistem, ovi drugi nemaju... Znanje razlikuje čoveka od animalne mase, a ono je degradirajuće i velika su nastojanja da se još više degradira...

Znanje podrazumeva da ne dozvoliš da budeš izmanipulisan, nedostatak znanja ujedno znači podložnost manipulaciji [3]. Sagledavajući celokupni tok istraživanja može se zaključiti da bi ovakav objekat doprineo razvoju kulture i kvalitetu življenja, ne samo našoj zemlji već i opštoj populaciji.

Odgovor na temu nije samo arhitektonski objekat i njegov program, već i kritika društva i provociranje na kulturnu revoluciju. Potrebno je kritičko preispitivanje rijaliti programa kako bi se demistifikovali njihovi mehanizmi i uzroci i predupredile posledice takvih sadržaja. Potrebno je sprovesti širu društvenu kampanju, u kojoj bi se zanimljivim pristupom i rečnikom, koji je pristupačan prosečnom profilu gledalaca rijaliti emisija, na duhovit način (putem satire, parodije) kulturno ismejali ti programi. Protivteža u vidu kulturno osmišljenih programa kojima bi se izazvala nelagoda kod gledalaca rijaliti programa bila bi značajan korak u osvešćenju publike.

8. LITERATURA

- [1] Vukadinović, Maja, Zvezde supermarket kulture – medijska slava u potrošačkom društvu, Clio, Beograd, 2013.
- [2] Ćerimović, Velimir, Održiva arhitektura urbanosredinskog pejzaža, Univerzitet „Union - Nikola Tesla“, Beograd, 2013.
- [3] Miljanović Petković, Nevena, Fenomen rijaliti programa, Raška škola, Beograd, 2015.

Kratka biografija:



Milica Filipović rođena je u Beogradu 1991. god. Diplomirala je na Fakultetu za graditeljski menadžment, univerzitet Union – Nikola Tesla u Beogradu, 2015. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Arhitektonsko projektovanje u februaru 2018. godine.



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

REVITALIZACIJA I NADGRADNJA ČEŠKOG MAGACINA U NOVOM SADU**REVITALIZATION OF CESKI MAGACIN IN NOVI SAD**

Jovana Radević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA, DIZAJN ENTERIJERA

Kratak sadržaj – *Objekat Českog magacina u Novom Sadu je revitalizovan i nadgrađen. Izvršena je prenamjena - magacinski prostor je pretvoren u kulturno-umjetnički inkubator sa prostorom za kulturno-umjetnička dešavanja.*

Abstract – *The building of Ceski magacin in Novi Sad has been revitalized. Its new use is set to be cultural incubator with a significant event hall.*

Ključne reči: *Češki magacin, dizajn enterijera, kulturni inkubator*

1. UVOD

Tema rada jeste revitalizacija i nadgradnja Českog magacina u Novom Sadu. S obzirom da Novi Sad 2021. godine postaje evropska prijestonica kulture, te da se Kineska četvrt pretvara u novi kulturni distrikt, javlja se potreba za prostorom većeg kapaciteta koji bi se koristio za različite kulturno-umjetničke sadržaje. Analizom objekata slične namjene izveden je zaključak da je Kineskoj četvrti potreban prostor većih kapaciteta koji bi mogao da podrži pomenuta dešavanja. Za njegovu realizaciju postojale su dvije opcije - da se izgradi novi objekat ili da se neki od postojećih objekata revitalizuje. Revitalizacija je proces cjelovite obnove, oživljavanja ukupnog kompleksa materijalnih i duhovnih vrijednosti spomenika. Uzevši u obzir da je ona odlično rješenje za lokacije koje obiluju urbanim ruševinama, postavlja se kao najracionalnija metoda za uvođenje novih sadržaja u Kineskoj četvrti.

Češki magacin (Slika 1) nastao je 1921. godine po projektu češkog arhitekta Matije Beche, na zahtjev Čehoslovačke republike. Izgrađen je kao stovarište industrijskih proizvoda, pa stoga pripada industrijskoj arhitekturi.



Slika 1. Češki magacin, postojeće stanje

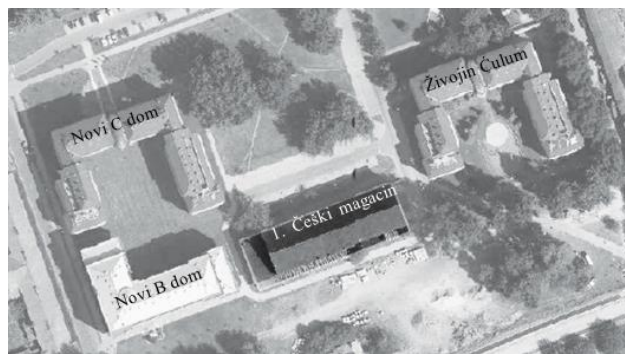
NAPOMENA:

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

Danas se koristi kao skladište Biblioteke Matice srpske. Zbog neažurnosti državnih institucija da se pobrinu za njegovo očuvanje prepušten je devastaciji [1].

2. LOKACIJA

Objekat pripada novosadskom naselju Liman 3. Graniči se sa Kineskom četvrti, u kojoj se u manjem krugu nalazi više objekata u kojima se organizuju različita kulturna dešavanja. U neposrednom okruženju objekta se nalaze tri studentska doma - Živojin Ćulum, Novi B i Novi C dom (Slika 2), kao i poznato novosadsko kupalište Štrand.



Slika 2. Uža situacija

3. KONCEPT

Koncept projekta proistekao je iz strategije Novog Sada da 2021. godine postane evropska prijestonica kulture. Samim tim, postalo je očigledno da će takav poduhvat zahtijevati značajne prostorne kapacitete namijenjene kulturi i pratećim sadržajima. Kineska četvrt targetirana je kao budući kulturni distrikt Novog Sada. U skladu sa tim, transformacija Českog magacina nametnula se kao racionalan potez, obzirom da je objekat napušten i u fazi propadanja usljed neodržavanja.

Transformacija ovog objekta podrazumijevala je prenamjenu, koja je, zatim, uslovila i restauraciju i renoviranje enterijera. Objekat je, novim projektom, podijeljen u dvije cjeline: 1. glavnu dvoranu, smještenu u prizemlju, koja služi za realizaciju kulturnih događaja različitih vrsta, sa pratećim sadržajima i 2. kulturni inkubator, smješten na spratu, koji bi omogućio ekonomsku održivost i nezavisnost samog projekta.

3.1. Izmjene originalnog projekta

Inicijalnim projektom je bilo predviđeno da se objekat, po dužini, u prizemnoj etaži prostire na petnaest, a u gornjim etažama na trinaest raspona dužine 520cm, u pravcu istok-zapad. Novi projekat ukida tavanicu u centralnoj zoni prvog sprata i proširuje ga za dvije jedinice rastera sa

jugozapadne strane. Kod potkrovlja ne dolazi do ukidanja tavanice, već se samo dodaju dvije jedinice raspona, kao i kod prvog sprata, pa samim tim krovna ravan biva proširena za dva raspona rastera.

4. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA

Pri reorganizaciji postojećeg objekta, ideja vodilja je bila oformiti nove prostore koji su transformabilni i višenamjenski. Koncept projekta se najbolje ogleda kroz analizu programa i funkcija planiranih za njegovu buduću namjenu. Prizemna etaža je namijenjena različitim događajima, prvi sprat sadrži set ostava, dok je zona potkrovlja namijenjena inkubatoru sa pratećim prostorijama.

4.1. Prizemlje

Kao što je u prilogu prikazano (Slika 3) glavni ulaz u objekat se nalazi na sjeveroistočnoj fasadi. Preko njega se stupa u ulaznu zonu sa čije desne strane se nalazi garderober, sa jednim setom vertikalnih komunikacija. Sa lijeve strane se nalazi set toaleta (muški, ženski i za lica sa invaliditetom).



Slika 3. Funkcionalna organizacija prizemlja

Nakon ulazne zone, čiji se plafon nalazi na 3.55m visine u odnosu na nultu kotu poda, stupa se u otvoreni prostor centralne dvorane koja služi ugošćavanju različitih kulturnih događaja (koncerti, izložbe, performansi, tribine, projekcije, itd.). Ona se, u pogledu visine, proteže kroz dvije etaže, pa je samim tim, njena svjetla visina 7.40m. Osim binskog prostora naspram ulazne zone, na jugoistočnoj fasadi, ima 3 protivpožarna izlaza, kojima se stupa na drveni trijem koji okružuje objekat sa jugoistočne i jugozapadne strane, kao i linearno četvorokrako protivpožarno čelično stepenište.

Sa desne strane bine je smješten još jedan set toaleta sa higijeničarskim prostorom, dok se sa lijeve strane nalazi bekstejdž sa toaletima za izvođače, tehničkom prostrijom i još jednim setom vertikalnih komunikacija.

Svjetla visina ovog prostora je takođe 3.55m, kao i kod ulazne zone. Bekstejdž prostor ima sopstveni ulaz na jugozapadnoj fasadi.

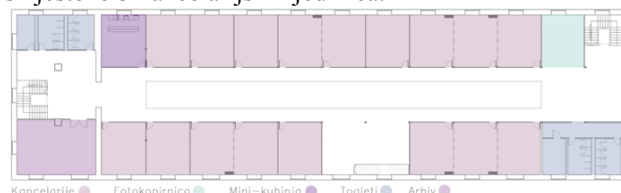
Njemu se pristupa ili preko rampe ili preko stepenišnog kraka. Trijem na jugoistočnoj fasadi ima 2 seta stepeništa, dok pristupna zona oko glavnog ulaza na sjeveroistoku ima 3.

4.2. Prizemlje

Dva seta vertikalala iz prizemlja vode do dva veća magacina na prvom spratu, od kojih je jedan smješten uz sjeveroistočnu, drugi uz sjeverozapadnu fasadu. Svjetla visina ovih prostora je 3.55m i oni postoje kao neka vrsta međusprata, obzirom da je u centralnoj zoni ukinuta tavanica i formiran prostor sa dvostrukom visinom.

4.3. Potkrovlje

Nakon sprata, vertikalnim komunikacijama se dospijeva do potkrovlja (Slika 4) u kom je smješten sam inkubator sa opslužujućim prostorijama. Uz stepenišni krak na sjeverozapadnoj fasadi je smješten prostor fotokopirnice. Nakon nje slijedi 9 jedinica kancelarijskog prostora. Staklene pregrade između njih su klizni paneli, tako da se može oformiti do 9 zasebnih kancelarija. Posljednja jedinica u nizu predstavlja prostor mini-kuhinje, nakon koje ide još jedan set toaleta. Naspram toaleta, na jugoistočnoj fasadi nalazi se arhiv, nakon kog je smješteno 5 kancelarijskih jedinica.



Slika 4. Funkcionalna organizacija potkrovlja

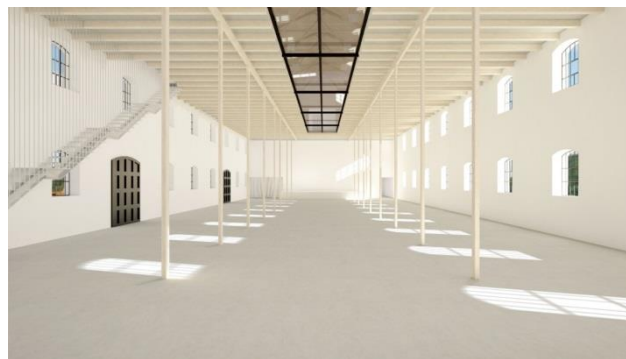
Pauza od 2 rasterska raspona iskorištena je kao prostor čekaonice/chill zone u kom je smješten početak linearnog stepeništa protivpožarnog karaktera. Naredna 3 rasterska raspona predstavljaju 3 kancelarijske jedinice namijenjene konferencionim salama (1-3), dok posljednja 2 predstavljaju set toaleta. Iz devet polja rastera u centralnoj zoni objekta je ukinut dio tavanice, koji je zatim ostakljen. Na taj način formirana je vizuelna veza sa donjom etažom.

5. ENTERIJER

Glavni cilj prilikom projektovanja enterijera bilo je formiranje novih prostora koji će sačuvati duh postojećeg objekta, a, sa druge strane, biti dovoljno prepoznatljivi i, istovremeno, prijatni za boravak, u skladu sa novom funkcijom.

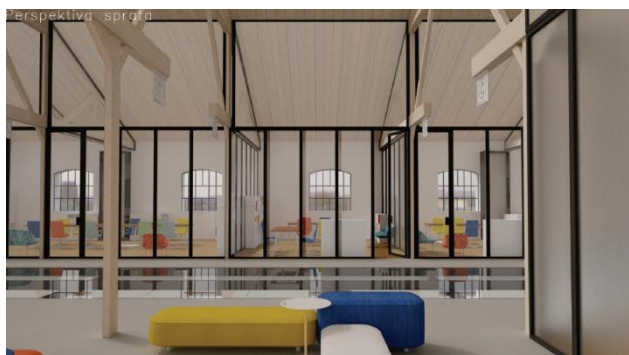
U prizemlju se, u ulaznoj zoni i zoni centralne dvorane (Slika 5), javlja pod od livenog betona. U toaletima su keramičke pločice, dok je u bekstejdžu i garderobi drveni pod. Drvena konstrukcija je očuvana u cijelosti i noseće grede u zoni tavanice su ostavljene ogoljene.

Osim bine, u centralnoj dvorani se javlja linearno čelično stepenište. Linearnost prostora je dodatno naglašena crnim ramom koji nosi stakleni pod na spratu.



Slika 5. Renderski prikaz glavne dvorane

Inkubator sa propratnim prostorijama, smješten na spratu, može se podijeliti u 4 cjeline – prostor hodnika sa čekaonicom (slika 6), prostor fotokopirnice, kancelarijski prostor i prostor mini kuhinje (Slika 7)



Slika 6. Renderski prikaz hodnika sa čekaonicom

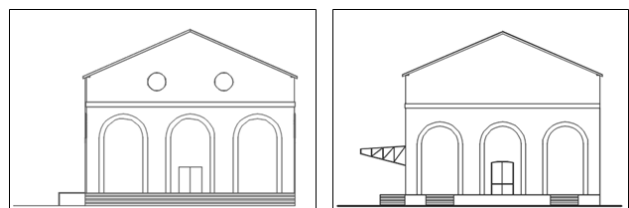
Njegove glavne karakteristike su transformabilnost i transparentnost koje su rezultat upotrebe staklenih panela kao pregrada u prostoru. Na taj način je očuvan duh originalnog otvorenog prostora. Ponavljanje elemenata konstrukcije stvara ujednačeni vizuelni ritam.



Slika 7. Renderski prikaz mini kuhinje i kancelarijskog prostora

6. EKSTERIJER

Prizemna etaža objekta se proteže na 15 jedinica rastera u pravcu istok-zapad. Gornje dvije etaže su proširene sa inicijalnih 13 na 15 jedinica rastera sa jugozapadne strane. Samim tim je, u ovoj zoni, oformljen novi prostor u kom su smješteni ostava na prvom spratu i dio opslužnih prostora inkubatora u potkrovlju. Na taj način je dio postojećeg objekta nadgrađen, što je uslovilo vidne promjene fasada.

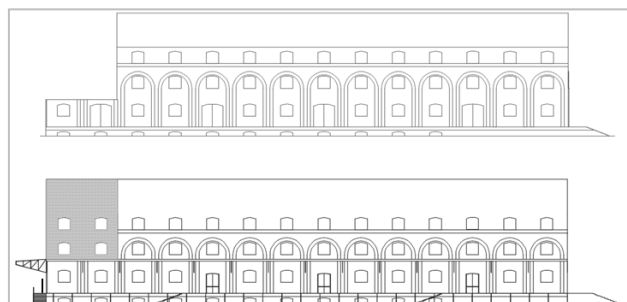


Slika 8. Postojeće (lijevo) i novoprosjektovano (desno) stanje sjeveroistočne fasade

Sjeveroistočna fasada (Slika 8) je pretrpjela najmanje izmjene – u zoni potkrovlja su zazidani postojeći okulusi, izmijenjena je dimenzija vrata na glavnom ulazu i dodat je

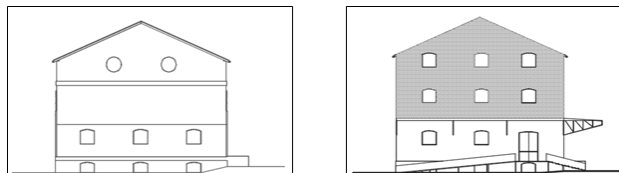
stepenišni krak sa lijeve strane kojim se pristupa trijemu. Pored prvog stepenišnog kraka, desno od glavnog ulaza, uvedena je elektronskapokretna platforma za osobe sa invaliditetom.

Kod jugoistočne fasade (Slika 9) došlo je do uvođenja nadstrešnice punom dužinom trijema. Dimenzije postojećih vrata su smanjene i poravnate sa linijom prozora. U prizemnoj zoni, posljednji par vrata je uklonjen i zamijenjen prozorom. U nadgrađenom dijelu objekta, na prvom spratu i u potkrovlju, fasada je prekrivena opekom, po uzoru na objekat doma koji se nalazi sa jugozapadne strane objekta.



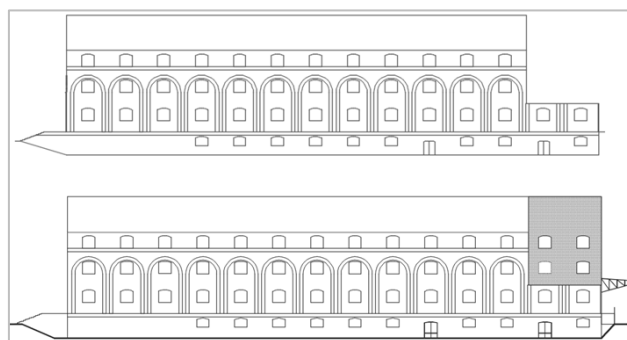
Slika 9. Postojeće (gore) i novoprosjektovano (dolje) stanje jugoistočne fasade

Jugozapadna fasada (Slika 10) je doživjela najveću transformaciju. Umjesto krajnjeg desnog prozorskog otvora uveden je par vrata. Dozidane su nove dvije etaže, u opeci, koje imaju setove od po tri prozorska otvora uvedena praćenjem rastera iz prizemlja. Uvođenje novog para vrata, uslovilo je potrebu za proširenjem prizemnog trijema. Pošto je postojala razlika u visinama, bilo je potrebno uvesti i stepenišni krak kojim bi se ova razlika premostila, kao i rampu, obzirom da je riječ o ekonomskom ulazu u objekat.



Slika 10. Postojeće (lijevo) i novoprosjektovano (desno) stanje jugozapadne fasade

Kod sjeverozapadne (Slika 11) fasade jedina izmjena se javlja usljed nadgradnje prizemnog dijela objekta. Formirana su četiri nova prozorska otvora poštovanjem rastera u prizemlju.



Slika 11. Postojeće (gore) i novoprosjektovano (dolje) stanje sjeverozapadne fasade

Nadgradnja prizemne zone koncipirana je tako da se novoprojektovani segment (Slika 12) što bolje uklopi u postojeće stanje, a da se, istovremeno, dovoljno razlikuje od njega, kako bi se znalo da je rezultat savremene transformacije. Materijal novog segmenta je, za Limane karakteristična, crvena opeka. Projektovan je tako da

izgleda kao monolitni element.. Eksterijer je izmijenjen nadgradnjom prizemne etaže sa jugozapadne strane objekta. Oblikovna logika je zadržana, dok je distinktivnost novoprojektovane cjeline ostvarena materijalizacijom – uvođenjem opeke.



Slika 12. Fotomontaža, perspektiva novoprojektovanog objekta

7. ZAKLJUČAK

Revitalizacija objekata industrijskog nasljeđa predstavlja ozbiljan projektantski izazov. Pri radu na ovakvom projektu neophodno je voditi računa o stepenu transformacije i modernizacije objekta, kako se ne bi narušili njegovi postojeći kvaliteti. Još jedna važna stvar jeste adekvatna prenamjena koja će privući što veći broj posjetilaca. Ovaj segment rada je, najvećim dijelom, uslovljen lokacijom samog objekta.

U slučaju Českog magacina kulturološki aspekt buduće namjene se sam nametnuo, s obzirom na plan grada da Kinesku četvrt pretvori u novi kulturni distrikt grada, u skladu sa projektom 'Novi Sad – Evropska prestonica kulture 2021'. Daljom analizom donešen je zaključak da Kineska četvrt ima potrebu za formiranjem novog prostora za održavanje kulturno-umjetničkih dešavanja, koji bi bio većeg kapaciteta od postojećih. Sve veće interesovanje mladih ljudi za kovorking/ akcelerator/ inkubator prostorima dovelo je do porasta broja objekata ovog tipa, kako na globalnom, tako i na lokalnom nivou. Samim tim, uvođenje kulturnog inkubatora u prostor Českog magacina, u kombinaciji sa platformom za kulturno-umjetničko izražavanje predstavlja dobitnu kombinaciju, jer, projekat postaje nezavistan i samoodrživ.

U projektantskom smislu, uloženo je truda da set transformacija bude minimalan, kako bi se, u što većoj mjeri, očuvao duh prostora. Drvena konstrukcija je u potpunosti očuvana, kao i prozorski otvori. Drveni podovi su zamijenjeni livenim betonom. Glavne izmjene se, u pogledu enterijera, ogledaju u izmještanju postojećih vertikalnih komunikacija, kao i u ukidanju centralnog dijela prvog sprata

8. LITERATURA

- [1] Donka Stančić sa drugim autorima, Umetnička topografija Novog Sada, Matica srpska 2014., Novi Sad

Kratka biografija:



Jovana Radević rođena je u Nišu 1992. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture i urbanizma, na temu Japanskog kulturnog centra u Novom Sadu odbranila je 2016.god. 2017. Godine upisuje master studije, smjer Dizajn enterijera.

**GRAD ZA LJUDE: REVITALIZACIJA INDUSTRIJSKE ZONE
KONFLUENS U LIONU****A CITY FOR PEOPLE: REVITALIZATION OF THE CONFLUENCE INDUSTRIAL
ZONE IN LYON**

Ana Koljubicki, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad je baziran na sprovođenju studije potencijala segmenta nekadašnje industrijske zone Konfluens u Lionu, s obzirom na njenu atraktivnu poziciju u gradu i topografiju terena. Cilj revitalizacije jeste da se, nakon utvrđenih mogućnosti i ograničenja lokacije, stvore urbani elementi koji će doprineti stvaranju novog identiteta ovog dela grada. Vodeći se time da je neophodno da grad u što većoj meri bude čovekoman, planiraju se pojasevi javnih i zelenih površina koji imaju zadatak da motivišu ljude na delovanje i boravak na otvorenim prostorima.

Abstract – The project is based on the study of potentials of the former Confluence industrial zone in Lyon, considering its attractive position in the city and topography of the terrain. After determining all the possibilities and limitations of this area, the main revitalization guideline is to create urban elements that will contribute to the new identity of this part of the city. Baring in mind the idea of creating a city for people, the new project implements significant public and green areas in order to attract people to spend time in open spaces.

Cljučne reči: revitalizacija, mešovite namene, transformacija, javne površine, zelene površine

1. UVOD

Atraktivnost lokacije područja Konfluens u Lionu zbir je uticaja više faktora od kojih je najbitniji - njegova pozicija između reka Rone i Saone, neposrednoj blizini gradskog centra. Ovo područje je do skoro imalo industrijsku namenu, a odluka o njenom izmeštanju i proširivanju gradskog centra ka jugu rezultovala je jednom od najvećih urbanističkih transformacija u Evropi. Polazeći od stavova Jana Gela da je neophodno da grad za ljude bude živahan, bezbedan, održiv i zdrav [1], predlog rešenja predstavljaju skup zaključaka dobijenih detaljnom analizom karakteristika lokacije. Pобољшanje kvaliteta života u gradu Lionu je fokusna tačka ovog rada. Uz pomoć ekološki svesne stvarnosti lakše se postiže ekonomski prosperitet, a ujedno i socijalna jednakost. Cilj ove urbanističke studije je ukazivanje na potencijal i kvalitet lokaliteta, kao i stvaranje područja sa novim identitetom koji ne negira tradiciju i grad kao postojeću celinu, a u najvećoj meri je prilagođen onom najbitnijem: svom korisniku odnosno čoveku.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Milica Kostreš.

2. KONTEKST

Lion je jedan od najvažnijih kulturnih i ekonomskih centara Francuske ujedno i treći po veličini grad posle Pariza i Marselja. Nalazi se na istoku Francuske, i glavni je grad regije Overnja-Rona-Alpi.

Zbog svog pogodnog geografskog položaja, u centru Evrope, između dve reke - Saone i Rone koje se zajedno ulivaju u Ligursko more, Lion je bio jedan od vodećih gradova za uvoz, izvoz i razmenu dobara u XVI veku, a najviše svile. [2] Najveći procvat grada u ekonomskom, kulturnom i intelektualnom smislu dešava se u periodu Renesanse, kada, pored trgovine i industrije, Lion postaje centar književnosti. [3]

Konfluens obuhvata deo poluostrva drugog arondismana od železničke stanice Peraš do ušća reke Saone u reku Ronu koji zajedno sa centrom čini potez dug četiri kilometra. Topografski karakter ovog predela bio je znatno drugačiji: poluostrvo u današnjem obliku nije postojalo, već je nastalo kao delo velikog projekta Antoan-Mišela Peraša iz 1776. godine, a na mestu današnjeg ušća nalazilo se više ostrva. Pomenuti projekat je realizovan 1841. godine, a ova godina označava nastanak novog dela grada, koji je, po autoru plana, nazvan Peraš (Perrache) i koji će u naredna gotovo dva veka biti područje konstantnih urbanih promena. Ovaj deo grada dugi niz godina biva namenjen isključivo industriji i skladištenju robe. [4]



Slika 1. Snimak Liona, lokacija područja Konfluensa

3. TRANSFORMACIJA KONFLUENSA – FAZA1

Rekonstrukcija urbanih prostora sa uvođenjem nove ili poboljšanjem postojeće urbane infrastrukture jedan je od novih izazova sa kojima se danas suočavaju evropski gradovi.

Kako su se vremenom i grad Lion i industrija razvijali, postajalo je jasno da je ovo *sasvim logično mesto za industriju* zapravo nije pravo mesto za istu. Vrednost koje ovo zemljište ima, prvenstveno, zbog svog atraktivnog geografskog položaja je razlog zbog čega je sada postalo logično izmestiti industriju i započeti planove o njegovoj revitalizaciji i prenameni u svrhu proširenja gradskog centra.

Faza 1 projekta prema *Sporazumu o javnom razvoju* obuhvata razvoj mešovite zone površine 41 ha i obale Saone duge, 1.5 km, koja povezuje Konfluens sa istorijskim delom grada. [5] Glavni ciljevi ovog projekta su: sprovođenje mešovitog i raznolikog programa, poboljšanje obale reke i kvaliteta njenog pejzaža, stvaranje obimne zelene infrastrukture, razvijanje javnog prevoza i grada za pešake, obezbeđivanje kvalitetnog urbanog mešanja sa postojećim susedstvom Peraš – San Blandin, povećanje broja veza sa okolnim urbanim naseljima i podsticanje ekoloških, arhitektonskih i tehnoloških inovacija [6].

Polovina od 4500 domova na ovom području je izgrađena pre 1948. godine, stoga je treća inicijativa grada Liona vezana za ovo područje bila njegova ekološka rekonstrukcija, drugim rečima, povećanje energetske efikasnosti postojećeg urbanog tkiva u cilju smanjenja emisije CO₂ i efekata staklene bašte (GHG) [7].

Zatvorske zgrade koje se nalaze u neposrednoj blizini stanice Peraš sagrađene su u prvoj polovini XIX veka, s obzirom na njihov atraktivan položaj u gradu kao i arhitektonsku i istorijsku vrednost, su doživele prenamenu. Zatvor Sen Pol pretvoren je u univerzitet, a Zatvor Sen Žozef pretvoren je u studentski dom [8].



Slika 2 i 3. Vizualizacije zatvorskih zgrada

Prva faza projekta Konfluensa predstavlja mešavinu namena od stanovanja, poslovanja, uslužnih delatnosti do velikih javnih prostora, u cilju stvaranja boljeg grada sutrašnjice. Novostvoreni okrug od stanice Peraš do rečnog ušća je osmišljen kao dinamičan, aktivan, živ, kvalitetan i inovativan grad u gradu.

Program izgradnje, koji predviđa širenje centra grada, ispunjava tri glavna cilja: *funkcionalna raznolikost* (ostvaruje se kroz princip mešanja namena i potpunu eliminaciju bilo kakve vrste zoniranja), *društveni miks* (socijalna raznolikost - procenat socijalnog stanovanja je 23%, a primenjuje se na svakoj parceli), *visok kvalitet životne sredine* (sve zgrade ispunjavaju veoma stroge specifikacije o visokom kvalitetu životne sredine, fokus je stavljen na energetska efikasnost i korišćenje obnovljivih izvora energije) [9].

Faza1 projekta uključuje 25 hektara javnih prostora, kao što su: Nautički trg, Trg Arhiva, Trg Kamila Žorža i Trg Fransoa Miterana, kao i renoviranje zgrada na mestu nekadašnje luke Rambad, pretvarajući ih u objekte za

umetnost, kulturu i komunikacije. Sa druge strane, novi arhitektonski objekti čine da ovaj prostor izgleda kao laboratorija za savremenu arhitekturu.



Slika 4. Nautički trg

Što se tiče pejzažnog uređenje najveći akcenat stavljen je na revitalizaciju nasipa uz reku Saonu. Pored uređenja šetališta, duž njega su stvoreni novi javni prostori, parkovi, kao i mesta za rekreaciju poput: terena i kluba za boćanje, dečijih igrališta, zajedničkih bašti, skejt parka i multisport terena. [10]

4. PREDLOG REŠENJA – FAZA2

Sprovedena evaluacija prostora pokazala je da Faza1 projekta transformacije Konfluensa u Lionu poseduje brojne kvalitete. Javni prostori su oblikovani tako da budu ugodni što stanovnicima tog područja, što njegovim posetiocima. Prisustvo zelenih površina stvara zdravu atmosferu i motiviše ljude da borave na otvorenom. Energetska efikasnost objekata, kao i njihovo arhitektonsko oblikovanje čine da se ovo područje ističe u gradu, a iako je znatno drugačije od ostatka centra predstavlja zanimljiv kontrast i spoj između starog i novog.

Uzimajući u obzir sve navedeno, predloženo je rešenje za drugu fazu transformacije, koje se nalazi uz reku Ronu, na mestu nekadašnje velike pijace.

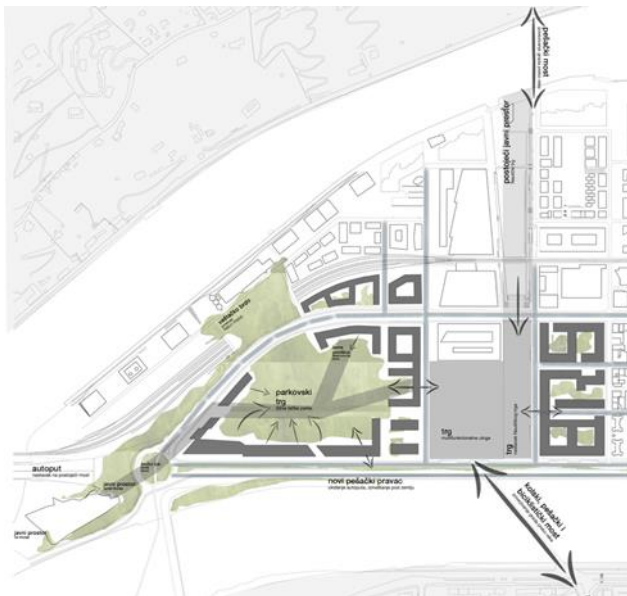
4.1 Koncept rešenja

Primarni fokus transformacije je formiranje novog i kvalitetnog ambijenta, koji bi integracijom novih elemenata zajedno sa postojećim kvartovima kreirao lokalitet sa snažnim identitetom i po meri čoveka. Koncept ima tri osnovna polazišta, a to su: ostvarivanje veza u gradu, žižne tačke i funkcionalnost.

Ostvarivanje veza u gradu podrazumeva nastavljajanje glavnih pravaca, proširivanje Nautičkog trga, odnosno, stvaranje horizontalnog javnog prostora, uvođenje veštačkog brda preko pruge, koji treba da obezbedi direktnu vezu sa obalom Saone i uvođenje dva nova mosta kako bi se ostvarila komunikacija sa delovima grada preko reka.

Žižne tačke se ogledaju u postojanju snažne linije javnih prostora koja se pruža od Muzeja Konfluensa do zgrade Regionalnog veća, a zajedno sa zelenim površinama pruža kontinuiran pravac aktivnosti, planiranju velikog trga, kao tačke koja povezuje Fazu1 i Fazu2, a u isto vreme on je i multifunkcionalni otvoreni prostor na kom se mogu održavati događaji različitog tipa, uvođenju parka kao velike zelene površine zbog nedostatka pristupačnih parkova u Lionu.

Funkcionalnost se ostvaruje izmeštanjem autoputa pod zemlju, a na njegovom mestu se uvodi novi pešački koridor uz obalu Rone, uvođenjem studentskog doma i studentskih sadržaja, zbog blizine novog univerzitetskog kampusa, planiranjem kulturnog centra sa vanjskim javnim prostorom i amfiteatrom, a linija poslovnih i komercijalnih (i drugih) objekata u blizini reke privlači investitore i koristi se tokom celog dana.



Slika 5. Prikaz koncepta rešenja

4.2 Mešovite namene

Pri transformaciji područja druge faze Konfluensa, veliki akcenat se stavlja upravo na princip mešovitih namena, pri čemu se stvara novi karakter prostora, koji je sastavljen od različitih mikrocelina sa drugačijom dinamikom i kvalitetom života.

Uspešno povezane mešovite namene čine prostor održivim i privlačnim, stvaranjem dinamičnih urbanih celina podstiče se „aktivnost stanovnika tokom celog dana” [11], a „stimulativna i ugodna mesta su ona koja mogu da prime različite zahteve najšireg kruga korisnika, uslova ili društvenih grupa” [12].

4.3 Ulična mreža, pešaci i biciklisti

Mreža ulica osmišljena je da zadovolji sistem kretanja [13] i u fizičkom smislu predstavlja nastavak postojećih, dominantnijih, pravaca kvarta San Blandin. Jedan od najvećih problema područja Konfluensa, je deo autoputa koji se proteže celom dužinom poluostrva. Zbog toga se javila ideja izmeštanja autoputa pod zemlju, da bi se na njegovom mestu uveo novi pešačko-biciklistički koridor – Ronski kej, koji bi predstavljao još jednu vezu Konfluensa sa ostatkom Liona, baš kao što se o tome razmišljalo pri revitalizaciji obale Saone.

Celokupna ideja mreže ulica zasniva se na kreiranju pešačkog susedstva gde bi korisnicima prostora bilo omogućeno da u krugu od 250 do 800 metara pronađu sve sadržaje koji su neophodni za svakodnevno funkcionisanje [14]. To bi dovelo do smanjenja motornog saobraćaja na minimum, koje se takođe postiže uvođenjem režimskog saobraćaja i kolskopešačkih ulica te favorizacijom bicikala kao prevoznih sredstava.

4.4 Blokovi

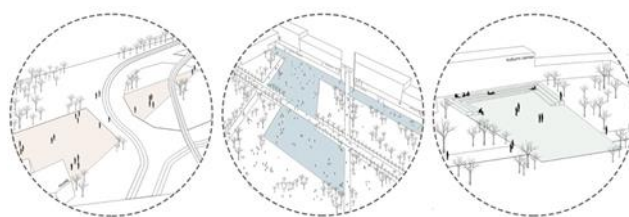
Pri kreiranju blokova na ovom području vodilo se računa o lakom pristupu, sposobnosti da se održi raznovrsnost tipova i namena zgrada, kao i mogućnost da se vremenom vrše izmene i prilagođavanja [15]. Kako bi blok živeo tokom celog dana fokus je stavljen na mešanje namena, pa su objekti uglavnom stambeno-poslovnog karaktera. Objekti koji sačinjavaju blokove nisu konstantnih visina, već iste variraju stvarajući javne prostore na krovovima zgrada, koju su mahom ozelenjeni.

Definisanje vizura je direktno povezano sa iskorišćenjem estetskih, zvučnih, taktilnih i psiholoških efekata okružujućih vodenih površina na ljude. Oblik pomenutih blokova u osnovi nije pravilan, već se javljaju razna uvlačenja i česti prekidi u uličnim nizovima, kako bi se postigla dinamika prostora. Frontovi obiluju pasažima koji doprinose njihovoj funkcionalnosti i, ujedno, skraćuju put pešacima.

Namena unutarblokovskog prostora je još jedna bitna stavka kojoj je posvećena dodatna pažnja u ovom projektu. Ovde se javljaju uglavnom javne i polujavne namene, težilo se što većem procentu ozelenjavanja unutarblokovskih površina u cilju stvaranja što prijatnije atmosfere koja bi u svako doba dana i godine privlačila ljude da što češće borave na otvorenom.

4.5 Javne površine

U sklopu analiziranog područja predviđena su dva velika trga i veliki broj pjaceta. Trgovi i pjacete pozicionirani su tako da formiraju prostorni kontinuitet. Najjužniju tačku tog kontinuiranog prostora čini pjaceta koji se nalazi iza Muzeja Konfluensa. Sledeći javni prostor na koji se nailazi je plato koji se nalazi ispred Muzeja, koji osim što naglašava važnost objekta ispred kog se nalazi, ima usmeravajući karakter. Ovaj prostor nastao je kao tendencija da se pešacima pruži što sigurniji pešački prelaz, a još jedno tramvajsko stajalište uvedeno je radi postizanja što kvalitetnijeg funkcionisanja javnog prevoza.



Slika 6. Plato ispred Muzeja, trg u parku, plato kulturnog centra

Linija trgova i pjaceta nastavlja se ka parku gde je osmišljen čitav niz manjih javnih prostora, koji zajedno formiraju celinu posvećenu uživanju, rekreaciji i kulturi. Najveća od svih površina ujedno je i centralna tačka parka, koja predstavlja glavno mesto okupljanja, a osmišljena je podrži razne aktivnosti. Ova površina direktno se nadovezuje na plato koji se linijski proteže uz objekte koji formiraju front ka Ronskom keju. Još jedna važna javna površina koja se nalazi u zoni parka je i plato sa amfiteatrom koji pripada kulturnom centru, a namenjen je neobaveznom boravku ljudi i povremenim događajima u organizaciji kulturnog centra.

Pravac javnih površina završava se sa dva velika trga od kojih je prvi nazvan *Trg Randevu* i ima površinu 3.15 ha. Ovaj trg osmišljen je kao multifunkcionalni prostor. Veličina i jednostavnost ga čine ga fleksibilnim i transformabilnim prostorom pogodnim za višestruko korišćenje. Glavna ideja je da se on, u jutarnjim časovima, koristi kao pijačni prostor, dok bi, u popodnevnom i večernjim časovima, ovaj trg mogao da podrži bilo kakvu drugu aktivnost.

Drugi trg koji se nalazi uz gore pomenuti *Trg Randevu*, pravougaonog je oblika i predstavlja nastavak Nautičkog trga, a osmišljen tako da se njegova centralna površina nalazi jedan metar niže u odnosu na nivo ostalog okružujućeg prostora, a do nje vode rampe sa sve četiri strane koje su delimično prožete udobnim pejzažnim stepeništem.

Svaki deo analiziranog područja predviđen je da bude adekvatno osvetljen i opremljen urbanim mobilijarom, odnosno klupama i pojedinačnim mestima za odlaganje otpada, i to sve u cilju što efikasnije funkcionalnosti, kao i lepše i zdravije sredine. Celokupna ideja stvaranja jedne celine javnih površina jeste da naglasi važnost boravka na otvorenom prostoru i u prirodi i da doprinese stvaranju identiteta i atmosfere na celokupnom području.

U okviru transformacije težilo se stvaranju „grada u gradu“, stvorenog po meri pešaka. Shodno tome, osim izrazito pešačkog pravca duž Ronskog keja, trebalo je osmisлити sistem povezanosti svih pešačkih površina. To je delimično rešeno ukidanjem saobraćaja, ali i planiranjem kvalitetnih unutarblokovskih prostora.

Najkarakterističniji prostor ove transformacije predstavlja park koji zauzima centralno mesto Faze2 Konfluensa. On je osmišljen kao velika zelena površina koja se širi, ograničen je zgradama čija prizemlja izlaze u park i čine ga živim. Duž parkovskog poteza javljaju se kulturne, obrazovne i ugostiteljske namene, koje ga dodatno oplemenjuju i dinamizuju. Postojanje ovakve dominantne zelene površine predstavlja izvesnu ekološku oazu, tampon zonu i mesto koje doprinosi kompletnom gradu na nivou urbanog kvaliteta, ekološkog integriteta i održivog razvoja.

5. ZAKLJUČAK

Ovim predlogom revitalizacije i transformacije druge faze Konfluensa u Lionu, bazirajući se na stvaranju modernog grada za ljude, omogućeno je rešavanje problema koji su se javljaju na samom lokalitetu. Urbanim uticajem na ovo područje izbegli bi se pre svega veći sociološki i ekonomski problemi. Prepoznati potencijal lokacije treba u potpunosti iskoristiti kako bi Lion dobio celinu koja će biti primer integracije održivosti i urbanog planiranja, odnosno motivacija za što kvalitetnije buduće intervencije u svetu. To se može postići pažljivim izborom namena i sadržaja, podsticajem biciklističkog saobraćaja, optimizacijom pešačkih površina i ostvarivanjem novih pešačkih veza.

Ozelenjavanje prostora i iskorišćavanje potencijala okružujućih vodenih površina je još jedna stavka koja doprinosi stvaranju prijatne i zdrave sredine. Pored toga, uvođenjem javnih površina različitog karaktera i namene, povećavaju se ambijentalne vrednosti celine, utiče se na prijatnost boravka na otvorenim prostorima i ujedno se doprinosi kompletnoj živosti grada.

6. LITERATURA

- [1] Gehl, J: *“Cities for people”*, 2010, Island Press, Washington
- [2] G. Braun, F.Hogenberg, *“Cities of the World”*, str. 99, Taschen, Köln, 2015
- [3] UNESCO, Grand Lyon: *“Plan de gestion du site historique de Lyon, inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l’UNESCO”*, str. 25-40, 2013
- [4] Lyon 2e arrondissement, Confluent – *“Secteur urbain dit Presqu’île Perrache, puis Derrière les voûtes”*, 2000:
<http://www.culture.gouv.fr/culture/inventai/itiinv/lyon-confluent/dossiers/ia69000215.html>
- [5] Lyon-Confluence.fr – *“Chronologie du projet”*:
<http://www.lyon-confluence.fr/fr/projet-urbain/chronologie-du-projet.html>
- [6] Lyon-Confluence.fr – *“Un développement par étapes”*: <http://www.lyon-confluence.fr/fr/projet-urbain/amenagement/>
- [7] Grand Lyon: *“Territorial Climate and Energy Plan”*, Progress Report, 2015
- [8] Lyon-Confluence.fr – *“Vers de nouveaux horizons”*:
<http://www.lyon-confluence.fr/fr/projet-urbain/amenagement/perrache.html>
- [9] La Confluence® Lyon, *“Press file”*, Lyon, France, October 2012, str. 7
- [10] Lyon-Confluence.fr – *“New sustainable living”*:
<http://www.lyon-confluence.fr/en/urban-project/urban-redevelopment/by-the-saone-river.html>
- [11] Vreeker, R, Deakin, M, Curvell, S: *“Sustainable Urban Development Volume 3: The Toolkit for Assessment”*, Routledge, London&New York, str. 94, 2009
- [12] *“Priručnik za urbani dizajn”*, Prograf i Orion art, Beograd, str. 28, 2008
- [13] D. Reba, *“Ulica – element strukture identiteta”*, str. 28, Orion art, Beograd, 2010
- [14] *“Priručnik za urbani dizajn”*, Prograf i Orion art, Beograd, str. 35, 2008
- [15] *“Priručnik za urbani dizajn”*, Prograf i Orion art, Beograd, str. 65, 2008

Kratka biografija:



Ana Koljubicki rođena je u Novom Sadu 1992. god. Diplomirala je 2016. god na temu „Urbanistička studija dela priobalja Novog Sada, bazirana na principima održivog razvoja“. Deo master studija provodi na Politehničkom fakultetu u Torinu, gde započinje izradu master rada, a brani ga na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti urbanističkog projektovanja, 2018. godine.

STUDIJA CENTRA ZA RAZVOJ I PROMOCIJU KULTURE U PANČEVU
THE CENTER FOR DEVELOPMENT AND PROMOTION OF CULTURE IN PANČEVO

Milan Prvulj, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj - Rad analizira stanje kulturne stvarnosti u urbanim sredinama na prostoru Republike Srbije, programe za unapređenje kulture i razvoj novih podsticajnih ambijenata koji prate savremene potrebe stanovništva. Osnovna ideja objekta je koncentrisanje postojeće i stimulacija nove umetničke energije u cilju razvoja novih, eksperimentalnih grana umetnosti i na taj način podizanje vrednosti kulture u datoj urbanoj sredini. Centar za razvoj i promociju kulture ujedinjuje i spaja niz različitih grana umetnosti, dozvoljava slobodnu umetničku ekspresiju, otvara i promoviše nove uglove sagledavanja istih. Objekat je zamišljen na atraktivnoj lokaciji grada Pančeva i organizovan upravo da ujedini, odnosno izmeša različite grane umetnosti na jednom mestu u cilju razvoja postojećih i stvaranja novih. Na taj način doći će do koncentracije umetničke energije, koja sa sobom donosi početak razvoja kulturne stvarnosti na nivou sredine u kojoj deluje.

Abstract - This paper analyses the state of the culture in urban areas of the Republic of Serbia, the programs for the improvement of culture as well as the development of new and inspiring objects that will meet the cultural needs of the population. The basic focus of the object is on condensing the existing and stimulating new artistic energy so new, experimental types of art could develop and in turn raise the cultural values in an urban area, and in time, the whole country's system of cultural values. The center for development and advancement of culture unites several various types of the arts, provides freedom in artistic expression and creates and promotes new ways of comprehending the arts. For the object's location a picturesque area of the city of Pancevo was envisioned and the object itself is organized in such a manner that it should unite and combine different types of the arts in a single location, so the existing arts would develop and new types could be created. In such a way, the artistic energy would be concentrated which would bring about the initial development of cultural reality of the community where it's operating.

Ključne reči: kultura, društvo, kulturni objekti

1. UVOD

Kulturna razvijenost predstavlja vrhunac razvoja jednog društva, ali i odličan je postament da bi se razvoj istog započeo. Kultura utiče na društvo sa mnogo aspekata. Pored porodice predstavlja osnovni model za razvoj mlade populacije, ali i održava kvalitet slobodnog vremena već razvijenih ličnosti i glavni je parametar za

ocenjivanje karaktera jednog društva. Da bi jedno društvo ostvarilo zadovoljavajući nivo kulturne razvijenosti potrebni su modeli razvoja kojima se željeni razvoj postiže, a modelima razvoja kao nizu planova, programa, akcija, neophodni su prostori u kojima bi se isti primenjivali. Prostor Republike Srbije prošao je kroz prilično težak period u proteklih tridesetak godina okarakterisan lošim političkim vodstvima, sankcijama i ekonomskim krizama koje su uticale na razvoj naše države u svim pravcima, pa i kulture. Danas, radikalne promene i stanje u državi utiču na svakodnevni život ljudi, pre svega na njihova očekivanja, potrebe, obrasce ponašanja i opšte kulturne navike, jer ljudske osobine nisu urođene i nepromenljiva kategorija, već se one menjaju, razvijaju i održavaju tokom vremena i kroz odnos sa drugim ljudima. Kultura u Srbiji karakteriše se kao potrošačka, a njenu valorizaciju ne vrše kulturne institucije. Dalje to znači da, pošto je kultura postala ekskluzivna i elitna, te zbog specifičnosti ekonomske krize koja utiče na budžetska ograničenja većine u srpskom društvu, postala je nedostupna za široke narodne mase. Međutim, pored finansijskih ograničenja, na nivo kulture utiče i nerazvijenost kulturnih programa. To podrazumeva da su programi koji se nude zastareli, nestimulativni i neprilagođeni današnjoj publici. Postavljanje novih programa na listu kulturnih ponuda iziskuje najpre razvoj novih ambijenata u kojima bi se ti programi razvijali i promovisali i svojom organizacijom i vizuelnom savremenosti izazvali zainteresovanost publike.



Dijagram 1. Razlozi za neposećivanje kulturnih sadržaja

2. RAZVOJ KULTURE
2.1. Prioriteti razvoja

Željeni kulturni nivo moguć je samo postavljanjem prioriteta tačaka razvoja. Razvoj kadrova, razvoj infrastrukture i međunarodna saradnja predstavljaju osnovne tačke razvoja bez kojih nije moguće dovesti kulturu na željeni nivo.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr prof. Milena Krklješ, vanr. prof.

- 1) Razvoj kadrova bliže podrazumeva razvoj civilnog sektora, strukovnih udruženja i kadrovske i upravljačke politike.
 - 1.1. Civilni sektor u užem smislu, podrazumeva udruženja građana ili organizacije civilnog društva koje su pravno registrovane za neprofitne delatnosti. Može se reći da se civilno društvo razlikuje od javnog sektora i tržišta po brizi za javni interes iz perspektive društvenih grupa. Snaga civilnog društva kao sektora ogleda se u njegovom kapacitetu da odgovori na različita pitanja promocijom društveno-odgovornih vrednosti, te aktivnosti pojedinaca i organizacija.
 - 1.2. Strukovna udruženja okupljaju umetnike i profesionalce u kulturi, radi unapređenja položaja članova i njihovog profesionalnog razvoja, kao i udruženja građana koja članstvo okupljaju u ostvarivanju umetničkih i drugih kulturnih programa i projekata.
 - 1.3. Kadrovska i upravljačka politika počiva na specifičnim funkcijama menadžmenta, strateškom planiranju, organizovanju, vođstvu i kontroli. Većina problema na koje se nailazi u praksi proističu upravo iz neostvarivanja ovih funkcija, iako u pravnom okviru nema ograničenja da sama ustanova uspostavi jasne procedure rada i kriterijume odlučivanja, organizuje podelu poslova i radnih zadataka, da na različite načine motivise zaposlene, razvije aktivnu komunikaciju s javnošću i dugoročno, strateški planira svoj razvoj i razvoj publike.
- 2) Razvoj infrastrukture odgovara na potrebu ne samo očuvanja, produkcije, prezentacije i interpretacije savremenog stvaralaštva i kulturnog nasleđa, već i na neophodnost savremenog koncipiranja programa i aktivnosti. S tim u vezi je i potreba za boljom i svrsishodnijom tehničkom opremljenošću, ali i savremenijim izgledom i dizajnom infrastrukture u kulturi. Jedan od gorućih problema kulturne infrastrukture u Srbiji jesu uslovi u kojima ustanove kulture deluju i taj problem se podjednako oslikava kako na potrebu za izgradnjom novih tako i na rekonstrukciju postojećih objekata. Pored toga, veliki broj ustanova deluje u neadekvatnim i nenamenski građenim objektima što ih u značajnoj meri ometa u obavljanju njihovih funkcija.
- 3) Međunarodna kulturna saradnja predstavlja jedan od glavnih instrumenata za razvoj kulturne politike. U suočavanju sa procesima i problemima globalizacije i digitalnog okruženja, instrumenti tradicionalne spoljne politike pokazali su se neadekvatnim, pa kraj 20. i početak 21. veka donosi orijentisanje na multilateralnu saradnju i zahteva traganje za novim oblicima delovanja. Multilateralna kulturna saradnja danas predstavlja standard u okviru međunarodnih odnosa u oblasti kulture i daje logistički okvir za saradnju sa relevantnim organizacijama i ustanovama kulture, pomaže stvaranju stabilne osnove za zakone na nacionalnim nivoima i za kreiranje uspešne kulturne politike.

2.2. Razvoj publike i „ne-publike“

Razvoj publike je strateški i interaktivni proces kulturnih organizacija kojim umetnost postaje više dostupna. Cilj je angažovanje individua i zajednica kako bi u potpunosti doživeli, uživali, učestvovali i cenili umetnost. Razvoj publike je relativno nov termin kulturne politike i može se posmatrati dvojako: kroz prizmu demokratskih vrednosti kulture, prava na kulturu, polja ljudskih prava, participativnosti, uključivanje građana u kreiranje kulturnih sadržaja, ali i iz aspekta razvoja tržišta, ekonomike kulture i kreativnih industrija. Danas, ljudi žele veću interakciju i dijalog o svim segmentima života, a ne žele da budu samo pasivni posmatrači kada je u pitanju umetnost, bliže rečeno, postoji sve veća glad za dijalogom, debatama i interakcijama.

Jednako je važno prikupiti informacije ne samo o onima koji dolaze, već i o onima koji ne dolaze na kulturna dešavanja i uzeti to u obzir pri odlučivanju cilja publike. Ovo dovodi do još jednog važnog izazova - hitnosti prilaženja ne-publici današnjice, rušenju prepreka zbog kojih ljudi ne učestvuju u kulturi.

2.3. Savremeno stvaralaštvo

Problemi razvoja oblasti savremenog stvaralaštva ogledaju se, između ostalog, u nedostatku ambijenata za razvoj, nedovoljno opremljenoj postojećoj infrastrukturi, neambicioznosti za učešće u razvoju, kako stvaralaca tako i publike, nedostatku stručnog kadra, neravnomernom razvoju kulture i umetnosti u svim sredinama, kao i u minimalnoj nadoknadi za ove oblasti.

2.4. Oblasti umetnosti pogodne za razvoj kulture u urbanim sredinama Srbije

Savremeno stvaralaštvo sa sobom nosi raznovrsnu problematiku, jer svaka umetnička oblast ima svoje specifičnosti. Osnovni cilj u uređivanju ovih oblasti je stvaranje povoljnih i stimulativnih uslova za umetničko stvaranje, a posebnu pažnju treba usmeriti na postizanje visokih umetničkih dometa, ali i stvaranje uslova za eksperiment i inovacije. Za realizaciju programa i projekata, neophodni su adekvatni prostorni uslovi, namenski građeni objekti, koji su opremljeni potrebnom, savremenom opremom. Srbija ima bogatu tradiciju kulture, koja je zbog više decenijskih državnih problema ispala iz kontinuiteta razvoja i tako zaostala u razvoju kulture u odnosu na većinu zemalja Evrope. Da bi Srbija ušla u korak sa kulturom savremenog sveta, mora podjednako razvijati sve oblasti kulture. Tu svakako spadaju:

- Književnost
- Pozorište
- Vizuelne umetnosti
- Umetnička igra
- Muzičke umetnosti

3. AHITEKTURA I KULTURA

Za stabilni kulturni sistem, potrebno je ostvarivanje uslova za razvoj savremenog stvaralaštva. Svakako jedan od najvažnijih uslova razvoja je obezbeđivanje adekvatnog prostora, drugim rečima stvaranje novih podsticajnih ambijenata za umetničko stvaralaštvo, ali i unapređenje postojećih objekata odgovarajućom opremom koja je potrebna svim umetničkim oblastima.

3.1. Centri u kulturno razvijenim zemljama

Moderni kulturni centri danas su najrazličitije dizajnirani i organizovani i pružaju niz eksperimentalnih i klasičnih programa kako bi privukli pažnju publike. Sintezom primene savremenih materijala, organizacije i funkcije prostora i primenom savremenih tehničkih rešenja, ispunjavaju sve uslove savremenog kulturnog razvitka. Zapažen primer organizacije kulturnog centra je rešenje u gradu Nevers u Francuskoj. Objekat Ateliers O-S grupe arhitekata osmišljen je sa ciljem da razvije deo grada u kojem se nalazi i privuče umetnike i publiku svojom organizacijom i programima koje nudi, ali dizajnom uklopljen u ambijent u kojem se nalazi. Međutim, iako je uspešno realizovano ovakvo rešenje, ne može se preneti na bilo koju sredinu, jer se podrazumeva da rešenje forme i organizacije namene prostora zavisi od karaktera sredine u kojem se objekat ili program planira.



Slika 1. Kulturni centar u Neversu, FRA

3.2. Trendovi koji diktiraju razvoj kulturnih centara u budućnosti

Novi trendovi imaju uticaja na kulturnu infrastrukturu i buduće investicije. Organizacije će morati da obrate pažnju da li njihova fizička infrastruktura ispunjava potrebne uslove. Pozorišta i mesta dešavanja koja razdvajaju nastup od publike treba restruktuirati. Objekti budućnosti moraju biti pažljivo dizajnirani kako bi bili multifunkcionalni i služili različitim potrebama celog dana, ali i da imaju mogućnost da prilagode prostor publici različite veličine i potreba, kao i da obezbeđuju interakciju umetnika i publike.

4. CENTAR ZA RAZVOJ I PROMOCIJU KULTURE

Da bi se svi istraženi segmenti kulturnog razvoja objedinili, potrebno je osmisliti i razviti potpuno nov, podsticajni kulturni ambijent koji odgovara, u istraživanju, navedenim promenama. Suština ideje novog kulturnog prostora je da isprati postojeće i uvede nove načine upražnjavanja kulture, pokrene i razvije postojeću i novu publiku uz programe kulturne politike i šire plasira kulturu našeg naroda.

4.1. Struktura kulturnog centra

Ideja je da se kulturni centar sastoji od četiri zone otvorenog i zatvorenog karaktera. Taj sklop čine prostor auditorijuma sa pratećim prostorima za pripremu, uvežbavanje i izvođenje programa, izložbena galerija koja dopušta promenu organizacije prostora u zavisnosti od karaktera programa, škola za razvoj umetnosti sa odvo-

jenim prostorijama za svaku analiziranu granu umetnosti sa centralnim prostorom za izvođenje eksperimentalnih programa, i prostor auditorijuma na otvorenom koji je sastavni deo parternog rešenja. Svaka od četiri zone ima drugačiju namenu i pripada jednoj grupi istraženih oblasti kulture unutar koje se deli na prostore potrebne za izvođenje i razvoj programa.

4.2. Analiza lokacije

Lokacija je atraktivni, ali zapušteni deo grada uz samu obalu reke Tamiš. Pripada gradskom naselju Margita, koje se nalazi na zapadnom obodu grada, omeđena ulicom Moše Pijade i tokom reke Tamiš. Margita je jedno od najstarijih gradskih naselja pa ga karakterišu objekti vojvođansko-panonskog tipa, koji pretežno imaju stambeni karakter. Nalazi se nedaleko od centra grada, približno 15 minuta hodom, ali je dovoljno izolovana kako bi se rad centra i život stanovnika, nesmetano odvijao. Karakterišu je vizure ka reci Tamiš i rezervatu ptica na suprotnoj obali, a i sama se nalazi u ambijentu parkovnog karaktera. Samim tim oblikovanje i izbor materijala teže ka upotrebi elemenata i boja inspirisanih prirodom. Jedna od glavnih prednosti lokacije je njena preglednost sa tamiškog mosta, koji simbolično predstavlja kapiju Pančeva, što bi objekat stavilo na listu najvažnijih repernih tačaka grada, istovremeno formirajući novi simbol savremenog razvoja.

4.3. Analiza forme

Forma objekta nastala je iz funkcionalnog i konstruktivnog rešenja istog, pre svega analizom geometrijskih oblika koji se inače izdvajaju u rešavanju objekata javnog karaktera. Ono na šta sam oduvek obraćao pažnju je nesagledljivost prostora u objektima kulturnog karaktera koji imaju ortogonalna funkcionalna rešenja. Cilj je bio ostvariti preglednije, fluidnije funkcionalno rešenje, sa velikim slobodnim staklenim površinama i gotovo nevidljivom konstrukcijom.

4.4. Programsko-prostorna organizacija

Parterno rešenje sadrži tri pristupna trga, parking prostor i potrebne pristupne saobraćajnice i pešačke staze. Severo-istočni trg predstavlja glavni ulazni trg, jugo-istočni trg je ulaz za prostorije škole, dok je jugo-zapadni trg najveći trg na kojem se nalazi auditorijum na otvorenom, vizurama orijentisan ka reci i rezervatu ptica, opasan velikim travnatim površinama i stazama povezan sa šetalištem uz obalu reke.

Prilikom rešavanja funkcije objekta, težilo se ka postizanju otvorenih prostora, kako bi se omogućilo prožimanje sadržaja. Veliki spektar sadržaja je grupisan u prizemlju gde su smešteni sadržaji namenjeni kulturi i promociji umetničkog izražavanja, zbog čega sami prostori imaju multifunkcionalnu namenu. Podrum sadrži petnaest prostorija tehničko-radioničkog karaktera, neophodnih za normalno funkcionisanje objekta. Na prvoj etaži predviđene su prostorije za upravu i organizaciju kulturnog centra.

4.5. Konstrukcija objekta

Konstrukcija objekta je mešovitog tipa. Konstrukcija suterenske zone rađena je sistemom armirano-betonskih stubova i greda, dok je za nadzemne zone predviđen sistem čeličnih stubova i greda. Visina stubova čeličnog konstruktivnog sistema varira od 3 m do 10 m. Razlog za odabir čelične konstrukcije za nadzemne zone leži u želji da se dobije osećaj „lakoće“ objekta i postignu velike, slobodne, staklene površine na fasadi. Šuplji čelični stubovi sa betonskom ispunom pričvršćeni su prethodno ubetoniranim polugama sa navojem i čeličnim stopama za temeljnu ploču.

Krovnu konstrukciju oblikuju već pomenute čelične grede, koje takođe diktiraju pad krovnih površina od 15°-19°. Krovne površi su presvučene drvenom oblogom prethodno tretirane sredstvima za dugotrajnost i vodonepropustivost, sa odgovarajućom termo i hidro izolacijom. Distancu između dva čelična stuba ispunjava strukturalni fasadni sistem. On se sastoji od aluminijumskih stubova i prečki koji drže staklene termoizolacione panele punjene argonom, koje pomažu povećanje termike objekta. Atmosferalije se putem nagnutih krovnih površi vode do skrivenih olučnih vertikalna, postavljenih uz stubove do kanalizacionog sistema.

4.6. Materijalizacija objekta

Fasade objekta osmišljene su tako da se potpuno uklope u ambijent parkovnog karaktera. Dominantni materijali su drvo, u oblozi čelične konstrukcije, i staklo fasadnog strukturalnog sistema. Zidovi auditorijuma, i svih prostorija iz kojih se širi buka, rađeni su od siporeks blokova debljine 25 cm presvučeni zvučnom izolacijom. Ostali pregradni zidovi, radi lakše demontaže, rađeni su od gips-kartonskih ploča, od čega je i završni sloj plafona. Podovi komunikacija zbog velike frekventnosti kretanja tretirani su epoksidnim premazima i smolama, dok je u auditorijumu drvena podna obloga. Na stazama oko objekta, kao i na prilaznim trgovima postavljene su kamene ploče debljine 6 cm.

5. ZAKLJUČAK

Kulturni razvoj je važan kako za razvoj urbane sredine tako i za opšti nacionalni prosperitet, a zanemarivanje istog dovodi do potpune degradacije kulturnih vrednosti. Centar za razvoj i promociju kulture svojim programom i prostornom organizacijom ima za cilj da objedini niz različitih grana umetnosti, dozvoli slobodnu umetničku ekspresiju i otvori i promoviše nove uglove sagledavanja istih. Na taj način doći će do koncentracije umetničke energije, koja sa sobom donosi početak razvoja kulturne stvarnosti na nivou sredine u kojoj deluje.

Ako prihvatimo da se kultura razvija iz umetnosti, a umetnost nastaje iz energije i sinergije umetnika, onda svakako možemo reći da centar za razvoj i promociju kulture ispunjava uslove za stvaranje novog kulturnog identiteta.

6. LITERATURA

- [1] *Kultura*, Zavod za proučavanje kulturnog razvitka Beograd, 1968
- [2] Kłoskowska, Antonjina, *Masovna kultura*, Novi Sad, Matica Srpska, 1985
- [3] Janićijević Jasna, *Komunikacija i kultura*, Sremski Karlovci, 2000
- [4] Ugršić Dubravka, *Kultura laži*, Zagreb, Konzor, 2002
- [5] Lukić, Sveta, *Kultura među narodima*, Beograd, Radnička štampa, 1981
- [6] Simić, Željko, *Kultura i politika*, Beograd, Naučna knjiga, 1989
- [7] Petrović, Sreten, *Kultura i umetnost*, Niš, Prosveta, 1991
- [8] Slijepčević, Pero, *Društvo i kultura*, Banja Luka, Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, 2013
- [9] Pijanović, Petar, *Srpska kultura*, Beograda, Službeni glasnik, 2014
- [10] Peović-Vuković, Katarina, *Mediji i kultura*, Zagreb
- [11] Strategija razvoja kulture Republike Srbije od 2017 do 2027
- [12] Prof. dr Kokotović Dragan, *Kultura u krizi i kriza kulture: slučaj Srbije*, Univerzitet u Novom Sadu, filozofski fakultet
- [13] *European Audiences: 2020 and beyond*, European Commission, Conference conclusions, 2012

Kratka biografija:



Milan Prvulj rođen je u Pančevu 1991. godine. Diplomirao je na Fakultetu za graditeljski menadžment, na odseku za arhitekturu i urbanizam Univerziteta Union u Beogradu 2015. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektonsko projektovanje 2018. godine.



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

REVITALIZACIJA ENTERIJERA DOMA VOJSKE U VALJEVU
/istraživanje estetskih ideala u oblikovanju „praznih“ prostora/**REVITALIZATION OF THE INTERIOR HOUSE OF ARMY IN VALJEVO**
/research of aesthetic ideals in the design of „empty“ spaces/

Sanja Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada kreće se u tri diskursa, istraživačkom, teorijskom i projektantskom. Primarni cilj istraživanja predstavlja proučavanje i izlaganje problema objekata Doma Vojske u Valjevu, koji se nalazi na spisku kulturnih dobara. Kao teorijska osnova istraživanja, estetika „praznih“ prostora, uzeta je kao relevantna polazna tačka koja se odnosi na arhitektonske prostore, koji putem svojih elemenata u posmatraču nesvesno ili pak svesno stvaraju osećaj prisustva nečeg monumentalnog i „inicirajućeg“, odnosno način na koji posmatrač povezuje prostor sa nesvesnim delom sebe. Osnovna dva pitanja, koja su i cilj rada su: Koje su to semiotičke zakonitosti „praznih“ prostora koji pobuđuju ideju i osećaj estetskog ideala prostora? Koja je to tačka susreta i kako se ona manifestuje u relaciji arhitekture i estetike?

Ključne reči: Dom Vojske, Valjevo, Revitalizacija, estetika prostora

Abstract – The subject of this paper is divided into three discourses, research, theoretical and design. The primary goal of the research is the study and presentation of the problems of the objects of the House of Army in Valjevo, which on the list of cultural goods. As the theoretical basis of the study, the aesthetics of „empty“ spaces, is taken as a relevant starting point that refers to architectural spaces, which through their elements in the observer unconsciously or consciously create the sense of presence of something monumental and „initiating“, that is, the way the observer connects space with the unconscious part of oneself. The basic two questions, which are the purpose of the paper, are: What are the semiotic laws of „empty“ spaces that arouse the idea and memory of the aesthetic ideal of space? What is the point of the encounter and how does it manifest itself in relation to architecture and aesthetics?

Keywords: House of army, Valjevo, Revitalization, aesthetic of space

1. UVOD

Svako vreme gradi svoje simbole, oni se manifestuju u svim sferama života, bilo da govorimo o arhitekturi, književnosti, pozorištu, filmu, slikarstvu i drugim poljima širokog fronta stvaralaštva čovekovog. Kako društvene, socijalne i kulturne prilike definišu odnose i relacije svakodnevnog života, tako čitav opus arhitektonskih zdanja nastalih tokom prošlih vekova daju nam ne samo

NAPOMENA:

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

osnovne podatke trenutka i arhitektonskih stremljenja, već izazivaju specifične osećaje spoznaje u domenu estetike.

Uvod u predmet i problem istraživanja ovog rada predstavlja kompleksnu sponu između minulih vremena i trenutka u kome ih razmatramo, a sve to u polju arhitektonskog delovanja govoreći o oblikovanju i dizajnu prostora kroz prizmu estetskih ideala. Na osnovu prethodno iznete smernice daljeg razvoja rada, glavno pitanje koje se postavlja jeste koja je to tačka susreta arhitektonskog prostora i estetike?

Kako estetika arhitektonskog prostora ne može nikako biti opisana kao singularan sistem u opštem estetskom znanju, već spada u složeno polje estetike, potrebno je definisati polazne tačke razmatranja estetike kao fenomena koji se primenjuje u ovom radu, zatim definicije koje su poznate a smatraju se relevantnim za ovaj rad i na kraju lične doživljaje koji se tiču poimanja pitanja estetike prostora. Drugim rečima, polazna tačka istraživanja biće definisanje arhitektonske koncepcije predmetnog objekta od konteksta nastanka do danas, zatim analize prostora koji danas zatičemo sa posebnim osvrtom na estetski ideal koji budi želju i entuzijazam za finalnim delovanjem koji je definisan kao rekonstrukcija enterijera.

2. PERCIPIRANJE ARHITEKTONSKIH „PRAZNIH“ PROSTORA

Prema određenoj definiciji percepcija bi bila nesvesni proces kojim mozak organizuje podatke dospele od strane raznih čula, zatim ih interpretira stvarajući smislenu celinu. [1] Za Cumtora /Peter Zumthor/ bi to bilo čitanje prostora, posmatranje i doživljavanje atmosfere, za njega je atmosfera estetska kategorija koja se postiže nizom arhitektonskih nivoa.

Termin percepcija uveden je kako bi se lakše odredio odnos estetike i arhitektonskog prostora, odnosno kako bi se bliže pojasnio pojam estetskog ideala i njegove funkcije u definisanju ovog rada. Poznato je da nemački kulturni kritičar Valter Benjamin ističe kako se arhitektura, kao umetničko delo, percipira dvojako: aktivno i pasivno, odnosno optički i taktilno. Da bi sve to bilo zadovoljeno, da bi se neki arhitektonski prostor percipirao taktilno, primaran je sadržaj koji se tu realizuje, odnosno uspostavljanje komunikacijskih sadržaja. Pod komunikacijskim sadržajima se misli na scenske, ideološke, simboličke, tekstualne i estetske funkcije arhitekture koji utiču na potencijal u smislu održivosti. Sve te funkcije na izvestan način utiču na čoveka, pokreću njegove misli i pobuđuju sva čula i na taj način kroz percepciju čovek

definiše dati prostor kao više ili manje inspirativan. U opštem smislu poznato je, a i smatra se da svaki prostor putem svojih elemenata koji ga sačinjavaju i grade njegov narativ neizbežno utiču na čoveka, on nesvesno ili pak svesno oseća prisustvo nečeg monumentalnog i „inicirajućeg“, čovek povezuje prostor sa nesvesnim delom sebe.

U tom smislu, estetski ideali unazad godinama pa i danas reflektuju određenu društvenu i kulturološku viziju i ideju jednog društva. Na osnovu svega izrečenog pitanje koja je važno postaviti su, da li promene ideja i ideala jednog društva utiču na promenu estetskih doživljaja i vrednosti jednog društva i da li su određeni kvaliteti prostora vanvremenski?

2.1. Estetika /estetski ideali/

Estetika nauka o čulnom opažanju; u užem smislu: nauka o lepom, naročito o umetnosti kao najpotpunijem izražaju onoga što je lepo, nauka o smislu za umetnost i o umetničkom ukusu [2].

Arhitektura ne može da se posmatra bez obzira na to što ona suštinski jeste niti se može apstrahovati ili zanemariti njena egzistencijalna i društvena uloga. Kako se određeno okruženje ne može opažati bez čoveka, tako se ni arhitektonski prostor ne može posmatrati bez prisustva korisnika. Nakon niza promena u svim sferama života, došlo je i do značajnih društvenih i kulturoloških promena, kultura postaje pluralitet društvenih polja i sistem umreženih značenja. U opštem pogledu kultura sadrži diskurs- spektar vrednosti, normi, simbola, ideologija, uverenja, stereotipa, navika, mišljenja, običaja, kriterijuma identifikacije, tipova spoznaje, procenjivanja i selekcije. Kao i umetničko delo koje se danas posmatra više kao društveno – kulturalni artefakt koji se može analizirati, isto tako se posmatra arhitektura i arhitektonski prostor.

„Nova“ estetika, danas više upućuje na kulturu, a sve manje upućuje na umetnost. Erjavac ističe da ako umetnost bude lišena svih kriterijuma, ona se u osnovi ne razlikuje od kulture. U toj se konstelaciji pojam estetičkoga ne povezuje samo s umetnošću već i sa celokupnim kulturalnim kontekstom. Estetika se proširuje na estetiku svakidašnjeg, obuhvata aspekte medijsko – potrošačkog društva, prelazi u sferu doživljaja na način i putem mas – medija, koja ujedno i formuliše i određuje estetske vredlosti.

Svako zadovoljstvo prouzrokovano arhitekturom u vezi je sa razumskom refleksijom i kritičkim izborom na osnovu prethodnih znanja. Samim tim estetika u pogledu osećajnosti je veoma subjektivna, kao reakcija, iako se određene vrednosti formiraju i instant prihvataju na kolektivnom nivou. Mas – mediji dovode do pojave instant kulture kao vrednosne kategorije u poslednjih nekoliko godina, kao posledica brzine informacije i promena u društvu i načinu života. Ova pojava dovela je i do promena u poimanju estetike i estetskih ideala, još od Dekarta je poznata misao, zadatak da se promisli kako je moguće, polazeći isključivo od sebe, zasnovati vrednosti koje važe za druge. Osnovno pitanje bi zapravo bilo kako utemeljiti objektivnost na subjektivnosti, a transcendenciju na imanenciji?

2.2. Definicija „praznog“ prostora

Kako je već navedeno istraživanje estetskih ideala kao tema reflektuje promene ideja jednog društva u kulturološkom a samim tim i društvenom smislu, odnosno indentifikovanje postojećih vrednosti koje bitno utiču na percepciju društva u celini, a samim tim i na percepciju estetike. Termin „prazni prostori“ je upotrebljen kako bi se definisali prostori koji putem svojih elemenata u posmatraču nesvesno ili pak svesno stvaraju osećaj prisustva nečeg monumentalnog i „inicirajućeg“, odnosno niz sistema kojima posmatrač povezuje prostor sa nesvesnim delom sebe. Osim toga, termin je upotrebljen u poetičke svrhe kao odraz stavova i doživljaja takvih prostora koji su osuđeni na osamu i prepušteni su sami sebi. I na kraju kao rezultat ideologije u pogledu društvenih, kulturoloških i arhitektonskih pogleda.

2.3. Traženje lepote „praznog“ prostora

Traženje lepote u „praznom prostoru“ daje mogućnost izmaštavanja i stvaranja stvarnosti, samo jedan element može da pokrene tu maštu. Ona delom zavisi i od posmatrača, zapravo da li svesnim delom svoga bića spoznaje ili ostaje u domenu onog nesvesnog. Kao što Brukovo pozorište nema pripadnost određenoj kulturi, nema domovinu, ne postoji inostranstvo, već je isključivo vezano za vreme, za trenutak te prve spoznaje. Lepota prostora nikada nije „čista forma“, nego afirmacija niza koncepata funkcije arhitekture i niza potencijalnih značenja. Uzročno posledični odnosi između forme, namene, funkcije i socioekonomske strukture. Pošto je arhitektura uvek prezentovala institucionalnu društvenu moć i utoliko je činilac društvene promene. Pravo na prostor kao društveni prostor, ulazi u šire polje društvenih značenja, postaje medij za komunikaciju koncepata. Na osnovu toga može se zaključiti da lepota jednog prostora može proizilaziti iz društveno prihvatljive definicije lepog u datom trenutku.

Ispitivanjem srži nekog prostora, zapravo predstavlja ispitivanje njegovih dematerijalizovanih koncepata, novog apstraktnog jezika. Prostor se otvara za projekciju uma, za tu apsolutnu istinu, i u tome leži njegova lepota. Prostor kao subjekt daje i prima značenja, što ukazuje da je on određen unutrašnjom logikom samouspostavljanja, odnosno sopstvenim estetskim idealom koji je potrebno istražiti, a na kraju krajeva i doživeti. Na koji način se mogu približiti realan i idealan prostor, ako ispunjava i duh i telo, bliži se idealnom, odnosno svojoj potpunosti.

Kada govorimo o realnom i idealnom prostoru koji ispunjava duh i telo, važno je podsetiti se Cumtorovog izlaganja u eseju „Atmosfera“. On kaže da postoji nešto unutar nas što reaguje na prostor, što nas tera da tu ostanemo, da se krećemo, kao u muzici kada se ostvaruju novi tonovi, kada se uvode novi instrumenti. On opisuje jedan dan, sedi i zapisuje šta vidi i oseća, zgrade, ljude, trg, temperaturu, vazduh itd. I time objašnjava šta ga pokreće, forme, teksture, sve u čemu pronalazi lepotu. A ono što ga dodatno pokreće jeste njegovo psihičko stanje, osećanje, očekivanja dok sedi tu. Na kraju kaže da je sve to unutar njega, ali ako to sve zamisli samo bez trga, onda više nema taj osećaj. Jasno je da postoji određena razmena između ljudi i stvari, kakva god ona bila. I to je neka stvar arhitekture, to je strast, određena magija...strast lepih misli i osećanja.

Dakle, ako sagledamo prostor i događaj koji se odvija u njemu, onda oni u zajednici stvaraju nova značenja. Intenzitet tog odnosa određen je delovanjem čoveka na prostor i prostora na čoveka, odnosno čovek definiše prostor čini ga postojanim, a prostor određuje uslovne granice i daje određene impute. Niz značenja koji nastaju tokom vremena su istinska lepota „praznog prostora“ koja pruža mogućnost da daje i prima značenja. Važno pitanje je da li su ti kvaliteti prostora vanvremenski, a na osnovu prethodno iznesenih stavova jasno je da jesu, da odišu samostalnim parametrom sa vlastitom pričom i pred-pričom koja ima poseban medij za komunikaciju sa posmatračem putem niza prostornih nivoa. Da je pokretač priče. Životni prostor priče i sopstveni dokaz verovatnosti te priče. Da je on stanovište, da može biti oblikovan po meri jednog ili drugog protagoniste, može biti nosilac ideje ili antiideje, može da brani jedno ili drugo. Da je nosilac atmosfere, da je impuls u posmatračevom sećanju, da je energija i da je metafora. Prostor je poruka.

2.3. Savremeni estetski ideali /pitanje estetike, pitanje atmosfere/

U doba intenziviranja kruženja, razmene i potrošnje informacija, a u odnosu na standardne radne aktivnosti, te sveta kulture nad umetnošću, estetska paradigme, kao sinteza gotovo celokupne /kulturalne, medijske i tržišne/ prakse, najčešće ostavlja na periferiji svojih interesovanja odnos između estetike i umetnosti [3].

Opšteprihvaćeni savremeni estetski ideali uslovljeni su i određeni popularnom kulturom, ona definiše šta se smatra lepim u datom trenutku. Taj kulturni konstrukt se na različite načine problematizovao i „dograđivao“ u svim društvima, od praistorije do danas, samo što je danas teže pratiti sve promene koje su posledica brzine informacija što je dovelo do poteškoća u definisanju trenutnog. Danas estetske ideale određuju najviše masovni mediji tako što kroz različite sadržajne forme/televizijske kanale, emisije, filmove, muziku, modne časopise i modne revije/ plasiraju, pored načina ponašanja i način izgledanja. Estetski ideal našeg vremena je konstruisan na osnovu mnoštva složenih aktivnosti i uvek otvorenih novih procesa i ciljeva, odnosno vlada pluralitet estetskih ideala. Moderna estetika je subjektivistička, pa se utemeljuje na: razumu, osećanju ili imaginaciji. Shodno tome i estetika prostora je subjektivistička, na jedan dati prostor reakcija posmatrača je različita i uslovljena je upravo razumom, osećanjima i mogućnošću imaginacije i izmaštavanja. U moru različitosti postoji jedan zajednički pokretač lepih misli i osećanja izazvanih prostorom, a to je atmosfera. Pojam atmosfere u arhitektonskim prostorima najjasnije i lično najinspirativnije objasnio je Cumtor, atmosfera je estetska kategorija, to je koncept. Dalje on objašnjava da postoji određena razmena između ljudi i stvari, kakva god ona bila, i to je pitanje arhitekture, to je strast, magija... strast lepih misli i osećanja. Ta strast, atmosfera, postiže se nizom arhitektonskih nivoa. Kao ključni nivoi to su materijali, svetlo, senke, zvuk, temperatura, mobilijar, osećaj mesta, osećaj pripadnosti, stepen intimnosti.

Iako je pojam atmosfere jasan, ali treba naglasiti da nije stvar u pojmu, već u osećaju za atmosferu, za ono nešto duboko usađeno u nama. Potrebno je pronaći to skriveno mesto u nama, zatim upotrebiti tu spoznaju i najteže

realizovati je. To je veoma lično pitanje, pitanje strasti. Njenom upotrebom pričamo priču arhitektonskog prostora, bilo minulih vremena ili istoriju stvaranja novih.

Lično pitanje je i pitanje odnosa prema estetici, odnosno shvatanja pojma estetike i njenog realizovanja. Odabirom pasivnog prihvatanja opštih stavova ili odabirom ličnih kojim se kreće na put određen neizvesnošću. Neizvesnost pokreću misli, misli pokreću osećanja, osećanja pokreću emocije, emocije pokreću strast. To je pitanje estetike.

3. DOM VOJSKE U VALJEVU

Dom vojske, u Valjevu, nekadašnji Oficirski dom, Dom JNA i Dom Vojske Srbije. Objekat koji se nalazi na jednoj od najzanimljivijih lokacija u gradu koju su još pre 80 godina njeni protagonisti odlično postavili. Toliko dobro da omogućuje njeno eventualno proširenje a da vrednosti samoga objekta ne budu ugrožene. U pitanju je, uz to, reprezentativno zdanje, s mnogo razloga oglašeno za spomenik kulture. Malo je tako vrednih građevina ne samo u Valjevu nego i u dugim srpskim varošima ovakve veličine i ovakvog značaja.



Slika 1. Dom vojske u Valjevu [4]

Objekat Doma Vojske spada u ugaone objekte, osnove ćiriličnog slova "G". Nalazi se u užem gradskom centru, na uglu Karadorđeve ulice i Ulice Pop Lukine. Kroz istoriju urbanizma i arhitekture, u periodu stvaranja zakona o urbanističkim planovima, poznato je da su se objekti od javnog, društvenog i kulturnog značaja gradili na uglovima najprometnijih i najvažnijih pravaca gradova. Na osnovu toga može se steći utisak da je i ovaj objekat imao posebno mesto u tom značenju. Objekat odiše elementima austrougarsko-ruskog arhitektonskog oblikovanja, koji je u tom periodu ostavio veliki trag u oblikovanju arhitektonskih zdanja.

Dominantan element oblikovanja jeste ugao kružnog oblika koji je završen kupolom iz koja se u dva pravca protežu dva pravougaona bočna krila. Kako većinu arhitektonskih dela tog perioda karakteriše jasna i čvrsta kompozicija, stabilna konstrukcija, tako i ovaj objekat poseduje sve te karakteristike. Objekat elegantne fasadne dekoracije, raskošne i monumentalne fasade. Čvrsto i pravilno oblikovanje enterijera, lišeno ornamentalnih detalja daje svojevrsnu arhitektonsku monumentalnost, kako enterijeru u celini, tako i svakom prostoru pojedinačno. Objekat u svojoj osnovi zauzima površinu od 788.13 m², a ukupna površina prostiranja zajedno sa

podrumskim prostorom iznosi 2 511.64 m². Glavni ulaz u objekat ozicioniran je u centralnom delu kružnog ugla, na samom ukštanju bočnih krila. Dok se sporedni ulazi nalaze na bočnim krilima kojima se pristupa iz bašte koja se nalazi u dvorištu objekta.



Slika 2. Svečana sala Doma vojske [5]

Specifičan vizuelni dojam ostavlja svaki element u oblikovanju, svojim pozicioniranjem, veličinom, ritmom i načinom prodora svetlosti. Karakterističan je način pozicioniranja stepeništa u okviru objekta koje se nalazi na samom početku levog bočnog krila, potpuno zaklonjeno i u određenoj meri uzano uzimajući u obzir da se radi o objektu javnog karaktera, ali se i to može čitati kao ideja o kolektivnom mestu i osećaju doma, o pripadnosti. Čelična ograda na stepeništu je specifična i u potpunosti je sačuvana.

Tišina koja dominira u objektu, daje poseban osećaj pripadnosti. Na specifičan način podstiče misao i izmaštavanje svojim elementima, zaustavljeni u prostoru i vremenu, postavljeni kao na umetničkim slikama figure ispred pejzaža, koji nagoveštavaju granice prostora, dajući prizoru izvesnu sceničnost. Svetlo stvara utisak zgusnutog i tajanstvenog prostora i atmosfere u njemu. Upravo iz te tajnovitosti prizora proizilazi njegova komunikativnost, otvorenost za iščitavanje i istraživanje poruka koju u sebi nosi.

3. ZAKLJUČAK

Estetika kao nauka od nastanka do danas doživela je brojne promene u pogledu doživljavanja, shvatanja i realizacije. Prevažodno u pogledu prihvatanja estetike kao primarnog pitanja u stvaranju, kao pitanje lepog i ništa izvan toga ili pitanje niza opšteprihvaćenih ili sopstvenih modela koji za rezultat imaju lepo. Ovim pitanjem su se bavili mnogi filozofi, umetnici i drugi ljudi sa sopstvenih polaznih stanovišta.

Pronalaženje ličnih estetskih koncepata je uslovljeno prevashodno mislima, a zatim istraživanju i radu na realizaciji. Entuzijazam za bavljenje temom estetike prostora proizilazi iz sopstvenih misli, misli koje su pokrenula osećanja prema prostoru, emocije su osnovni element osećanja, a emocije prema prostoru pokreće atmosfera zatečena ili izmaštana.

Atmosfera je uslovljena nizom drugih elemenata, materijalima i njihovim bojama, svetlom i senkama koje definišu vrstu, teksturu i boju materijala, stvaraju subjektivan osećaj temperature i zvuka prostora. Dati prostor pretvaraju u mesto kome pripadamo, ličnim mestom, intimnim. Na kraju suština oblikovanja predmetnog prostora jeste da odiše samostalnim parametrom sa vlastitom pričom i predpričom koja ima poseban medij za komunikaciju sa posmatračem putem niza prostornih nivoa. Da je nosilac atmosfere, da je impuls u posmatračevom sećanju, da je energija i da je metafora.

4. LITERATURA

- [1] <http://velikirecnik.com/2016/04/14/percepcija/> (preuzeto u novembru 2017.)
- [2] <http://staznaci.com/estetika> (preuzeto u novembru 2017.)
- [3] Divna Vuksanović, *Estetika, kultura i savremena umetnička praksa*, str. 2
- [4] <https://www.facebook.com/domumetnosti/> (preuzeto u novembru 2017.)
- [5] <https://www.facebook.com/domumetnosti/> (preuzeto u novembru 2017.)

Kratka biografija:



Sanja Pavlović rođena 1990. god, odrasla u Valjevu gde je i završila srednju Tehničku školu. Osnovne studije na departmanu arhitektura i urbanizam završila je odbranom diplomskog rada 2016. god. Iste godine upisala master studije u oblasti dizajna enterijera, koji je završila odbranom rada u aprilu 2018. god. Stručno interesovanje: Konstantno promišljanje arhitektonskog prostora, izvan samih granica prostora, sa posebnim akcentom na događaj i činioce koji u simbiozi mogu graditi određeni prostor.

kontakt: concepto.arq@yahoo.com

ENTERIJER BIBLIOTEKE U NOVOM PAZARU**INTERIOR OF THE NOVI PAZAR LIBRARY**Arabela Salković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKURA I URBANIZAM**

Kratak sadržaj - Rad predstavlja istraživanje razvoja biblioteka kroz vreme sve do stvaranja koncepata modernih biblioteka u kontekstu savremenih radnih prostora, tehnologija i multimedijalnih uređaja. U radu je prikazan i uticaj savremenih programa na samo oblikovanje prostora. Istraživanje uređenja enterijera, od nastanka prvih biblioteka pa do danas, kao i raznolikosti programa i sadržaja, rezultira stvaranjem jednog sinteznog prostora u kojem su programi uzajamno povezani i međusobno se dopunjuju. Kroz analize navedenih primera dolazimo do ključnih faktora koji utiču na kvalitet unutrašnjeg prostora biblioteke. Pored istraživanja, rad se bazira na proučavanju potreba samih korisnika bibliotečkih prostora. U radu je takođe jasan prikaz analiza faktora koji utiču na kvalitet unutrašnjeg prostora jedne biblioteke. Rezultat istraživanja završava se konkretnim odgovorom na temu projekta enterijerskog uređenja biblioteke u Novom Pazaru.

Ključne reči: Enterijer, Biblioteka, Medijateka, Projektovanje, Savremeno

Abstract – The paper presents the research of the development of libraries over time to the creation of the concept of modern libraries in the context of modern work spaces, technologies and multimedia devices. The paper presents the influence of contemporary programs on space design itself. The research of interior arrangement, from the creation of the first libraries to the present, as well as the variety of programs and contents, results in the creation of a synthesis space in which the programs are interconnected and complement each other. Through analysis of the above examples, we come to the key factors that influence the quality of the interior space of the library. In addition to the research, the work is based on the study of the needs of the users of the library spaces themselves. The result of the research ends with a concrete answer to the topic of the interior design project of the library in Novi Pazar.

1. UVOD

Od nastanka čoveka pa do današnjih dana čovek se bavio uređenjem prostora u kome boravi. Osvrtom na istorijski društveni razvoj na temu enterijera imamo razne definicije i teorije. Jedan od teoretičara je i Le Korbizije koji unutrašnji prostor definiše preko elementa, gde kaže „tri upozorenja gospodi arhitektima” a to su:

Oblik - element preko koga naša čula opažaju;

NAPOMENA:

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

...Arhitektura je znalačka pravilna i raskošna igra oblika okupljenih na svetlosti...

Površina - kao omotač oblika;...arhitektura oživljava površine koje obavijaju oblike.. i

Plan- kao začetnik oblika kojim se sve utvrđuje;...oblik i površina su elementi kroz koje se arhitektura ispoljava.

Oblik i površina određeni su planom, kao i četvrtim elementom:

Proporcijom-...proporcijski dijagram je sredstvo, osiguranje protiv proizvoljnosti [1].

Ljudi su se u početku sporazumevali gestovima i mimikom, da bi se kasnije razvio i njihov znakovni govor a naposljetku i pismo. Ceo taj tok razvoja mi imamo u enterijerima različitih ljudskih boravišta, najpre kao sliku pa kao znakove in a kraju pisma. Još iz doba Mesopotamije i Egipta nalazimo spise radene na različitim materijalima. Kako su se ljudi socijalizovali želeli su da na istoriju ostave traga i tako su počele da se stvaraju biblioteke, koje su u početku bile dostupne samo vlastima a kasnije su bile dostupne i javnosti.

2. NASTANAK ZGRADA BIBLIOTEKE

Poreklo biblioteke, kao što je poreklo govora i pisanja, nije poznato. Međutim, za razliku od govora i pisanja, nastanak prvih biblioteka usledila je nakon završetka praistorije, s obzirom na očuvanje pisanih zapisa počinje u istorijskoj eri. Moguće je da se može samo odlučiti kada i gde je napravio prvi bibliotekar, ali sve što znamo je da u određenim periodima i na određenim lokacijama postojavale jedrene biblioteke. Pre toga, nesumnjivo kolone grafičkog materijala se približavaju obliku biblioteke, ali konkretne detalje je teže odrediti. Jedan od ciljeva za razvoj pisanja bio je očuvanje ljudske komunikacije koji se održava gotovo od početka pisanja. Ove rane zapise je bilo neophodno držati na način pogodan za buduću upotrebu, kada je to potrebno, tako su se stvarale proto-biblioteke ili arhive. Međutim, za razliku od govora i pisanja, početak biblioteka došao je nakon praistorije, s obzirom da se očuvanje pisanih zapisa započinje u istorijskom dobu. [2]



Slika 1: Deo enterijera Asurbunpalove biblioteke

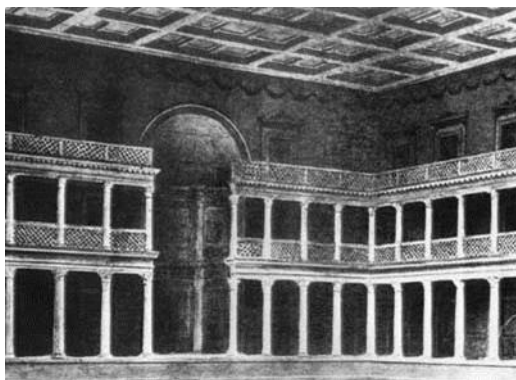
3. RAZVOJ BIBLIOTEČKIH ZGRADA KROZ ISTORIJU

3.1. Asurbunipalova biblioteka

Najstarija kraljevska biblioteka u svetu jeste biblioteka iz doba Mesopotamije. Biblioteka je sagrađena u VII veku pre nove ere i nosila je naziv po njenom osnivaču Asurbunipalu. Kraljevska Asurbunipalova biblioteka je opisivana kao "prva biblioteka" na svetu, ili "najstarija preživela biblioteka u svetu". Biblioteku su otkrili arheolozi na mestu tadašnjeg grada Ninive, danas poznat kao Kuyunjik. Ona sadrži preko 30.000 glinenih tabela i fragmenata sa tekstovima napisanim klinastim pismom. Predmeti ovih tekstova variraju od vladinih zapisa do dela književnosti i tehničkih uputstava [3].

3.2. Celsusova biblioteka, 117.godine pre nove ere

Samo nekoliko vekova kasnije dolazi do izgradnje velelepne građevine u službi gradske biblioteke.



Slika 2. Enterijer Celsusove biblioteke

Grobница Gaius Julius Celsus Polemaeanus, guverner pokrajne Azije, od njegovog sina Galiusa Jylia Akyile. Grob Celsusa je bio ispod prizemlja, preko ulaza i preko njega se nalazila statua Athene (Athena zato što je bila boginja mudrosti).

Svitci rukopisa držani su u ormarima, u nišama na zidovima. Kapacitet biblioteke je bio više od 12.000 svitaka. To je bila treća najbogatija biblioteka u drevnim vremenima posle Aleksandre i Pergamuma [4].

3.3. Qarawiyyin biblioteka Fes, Maroko 859. nove ere

Kao što vidimo razvoj biblioteke kroz istoriju tekao je neverovatnom brzinom. Vladari su se interesovali za biblioteke u cilju usavršavanja, kako sebe tako i ceo vladajući red, u tom nekom edukativnom smislu, i na taj način dostigli neki vrhunac svoje egzistentnosti.

Što se tiče samog prostora biblioteke vidimo da se za kratak vremenski period mnogo toga promenilo. Sama funkcija postaje složenija, uvođenje dnevnog svetla je takođe jedna od razlika ova dva primera kao i složenost funkcije same građevine.

Biblioteke su kroz istoriju proživljavale razne transformacije. Neke biblioteke, obično iz daleke prošlosti, doživele su tragičnu sudbinu. Neke su ostalavile trag samo preko slike ili nekog istorijskog, pisanog dokumenta, dok su druge ipak ostavile neki fizički trag [5].



Slika 3. Enterijer Qarawiyyin biblioteke u Fesu

3.4. Alvar Alto, biblioteka Vipuri, Finska 1930-1935.

Alvar Alto, Čitaonica, Gradska biblioteka, Vipuri, Finska 1930-1935. Objekat koji je revolucionarnog koncepta. Jedna otvorenost i dinamičnost čine prostor jako različitim u odnosu na dotadašnji tretman projektovanja enterijera biblioteke.

Zgrada se sastoji od dva pravougaona zdanja nejednake veličine omalterisana u belo, postavljena jedno do drugog uz preklapanje [6].

3.5. Gradska biblioteka u Štutgartu

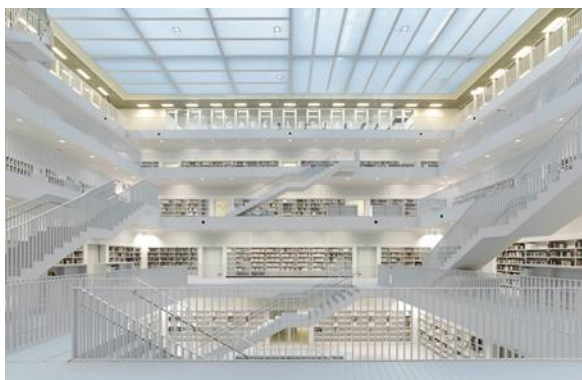
Otvaranje ove biblioteke izazvalo je pozitivne kritike kako građana tako i ostatka sveta, ne samo među ljubiteljima knjige već i među arhitektama samih. Njena arhitektura nije arhitektura biblioteka koje se obično posećuju. Spoljašnjost deluje kao velika dvobojna Rubrikova kocka, geometrijski precizna sa ravnomerno raspoređenim nizom otvora duž cele fasade. Što se tiče enterijera, sam concept jeste da biblioteka unutra bude svetla i jednostavna.

Enterijer je vrlo prostran i načinjen tako da je cela unutrašnjost, svaki nivo saglediv, a jedini dominantni element jeste stepenište. Zamisao arhitekta je bila da se praćenjem dinamično postavljenog stepeništa sagledava ceo prostor.

Koncept beline i jednostavnosti zapravo proizilazi iz ideje da ono za što se projektuje da bude vidljivo i upečatljivo, a to su same knjige. Posebno odeljenje za decu je tretirano malo drugačije, sa nižim policama i prisustvom razdraganih boja [7].



Slika 4. Enterijer Aaltove biblioteke u Vipuriju



Slika 5. Enterijer biblioteke u Štutgartu

4. POZICIJA OBJEKTA I KONCEPT UREĐENJA ENTERIJERA

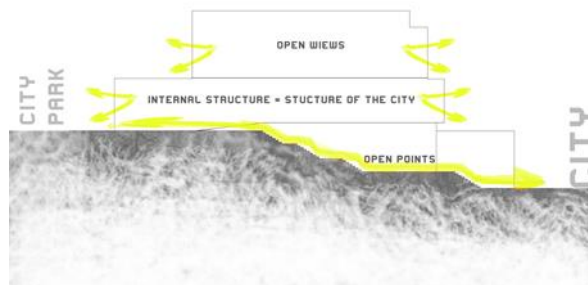
Na srednjovekovnoj tvrđavi, na mestu gde se danas nalazi gradski park kao i gradska biblioteka (čiji kapacitet, estetska vrednost, istorijska vrednost, nisu od velikog značaja za sam grad Novi Pazar), na novoprojektovanom objektu gradske biblioteke – medijateke, bavim se istraživačkim radom na temu umetničkog oblikovanja unutrašnjeg prostora. Sam objekat je lociran na jednoj od prometnih staza, koja povezuje parkovsku površinu sa gradskim šetalištem kao i sa glavnim gradskim trgom, što zapravo predstavlja jedan tzv „edukativni most“, koji spaja te celine. Otvorenost objekta prema spomenutim prostorima zapravo daje lakoću celoj strukturi objekta, što znači da objekat svojim gabaritom ne narušava ambijentalnu vrednost.

Unutrašnja struktura objekta je zapravo interpretacija strukture grada Novog Pazara, tzv „struktura sačastog tipa“ (lavrinskog tipa). Zamisao jeste da se iz svake tačke delimično sagledaju gotovo svi prostori koji motivu korisnika na kretanje kroz sam objekat, istraživanje objekta, pri čemu se korisniku pruža doživljaj. Otvorenost objekta, kao i smeštanje pojedinih delova objekta u samu parkovsku strukturu, pruža korisnicima jednu opuštajuću atmosferu i ugodan ambijent za čitanje i proučavanje. S druge strane, otvorenost prema strukturi grada, daje korisnicima povoljne vidikove i prostore za opuštajuće čitanje i posmatranje grada.

5. STRUKTURNA ANALIZA I PRISTUP PROJEKTOVANJU UNUTRAŠNJIH PROGRAMA BIBLIOTEKE U NOVOM PAZARU

Kao što možemo videti iz prethodnih analiza, potreba korisnika za odgovarajućim prostorom se menjala kroz vreme. U savremenom svetu, u vremenu kada mnogi dovode u pitanje postojanje biblioteke kao fizičke strukture, nastoji se da se potrebe građana zadovolje do maksimuma. Projektuju se programi koji su koncipirani tako da obezbede što više medijskih sadržaja korisnicima. U korišćenje tih sadržaja je aktivna celokupna starosna struktura. Posebna pažnja se posvećuje oblikovanju prostora koji su dostupni i prilagodivi osobama sa invaliditetom. Uključujući takav koncept, obično se pribegava projektovanju otvorenih prostora, namenski, izložbene umetničke galerije, prostor za projekciju, računarski centar, prostori za čitanje, pri čemu je jasno određena njihova povezanost. Svi programi isprojektovani

su u cilju edukacije, istraživanja, socijalizacije, razvijanju raznih sposobnosti, gde se spomenuti sadržaji međusobno dopunjuju. Sadržaji koji definišu strukturu biblioteke su : prostori za čitanje, prostor za izlaganje i projekciju, digitalna biblioteka, sala za konferencije, dečiji centar, depo za skladištenje knjiga, prostori za sedenje i kafe shop.



Slika 6. Konceptualni prikaz gabarita objekta



Slika 7. Konceptualni prikaz sadržaja unutrašnjeg prostora biblioteke

6. MATERIJALIZACIJA

Upotreba prirodnih i veštačkih materijala doprinosi tome da objekat čini jednu jedinstvenu celinu sa već postojećim ambijentom.



Slika 8. Konceptualni prikaz materijala

Kameni zid, kao deo utvrđenja, se direktno oslanja na najniži nivo samog objekta biblioteke i samim tim čini jednu jedinstvenu celinu sa objektom. Prema tome, osnovni zadatak je odabrati materijal i teksturu koja će se vizuelno utopiti u već postojeće lokacijske strukture. Sam materijal, u ovom slučaju betonska blago reljefna struktura, se prenosi i u sam enterijer biblioteke.

6.1 Staklene površine

Otvorenost prema dvema celinama, prema gradu i prema parku, postiže se na taj način što se koriste staklene površine koje objektu daju transparentnost i laganu formu. Osim otvora, na kojima se nalaze stakleni paneli, staklo se koristi i za galerijske ograde, koje svojom transparentnošću doprinose, vizuelno, većoj otvorenosti i sagledivosti prostora.

6.2 Zidovi

Spoljni, noseći zidovi se sastoje od prefabrikovanih betonskih sendvič elemenata, debljine 30cm. Reljefni, vodootporni sloj ima mutno, prošaranu površinu. Uski spojevi su zatvoreni sa komprimovanim trakama. Unutrašnji zidovi su izrađeni od ramovsko-panelne AB konstrukcije, debljine 20 cm. Svetlo siva nijansa, sa prisutnim različitim tonovima duž strukture, daje prostoru skulpturalni izgled, izgled monolitnosti.

6.3 Obrada podova

Obzirom da je reč o objektu čiji je koncept, kako je prethodno navedeno, jedinstven prostor u kome se izbegava preterano korišćenje fuga koje bi napravile prekid u toj „monolitnosti“, pribegava se upotrebi livenih, neprekidnih, podnih površina. Obrada podova, u ovom slučaju, jeste zapravo vrsta tzv epoksidnih podova. Osim što obezbeđuju mehaničku otpornost na habanje, ovi podovi eliminišu i statički elektricitet. Izliven je preko betonskih ploča, cementnih košuljica. Ovaj pod je vodonepropusan i lagan je za održavanje. Nemaју fugu i imaju veliku čvrstoću na pritisak i otpornost na habanje. Njegova boja je gotovo identična sa bojom zidnih površina, kao i drugih površi koje se koriste kao finalna obrada podova.

7. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja jeste uočiti kako vreme i razvoj civilizacije utiču na razvoj bibliotečkih zgrada, kao i spoznati značaj fizičke biblioteke i njenog sadržaja. Proučavanje šematskih prikaza funkcionalnosti samog bibliotečkog prostora. Jedan od najvažnijih ciljeva ovog izučavanja jesu svakako faktori koji utiču na kvalitet enterijera i na kvalitet uopšte boravka ljudi u tim prostorima. Počevši od osvetljenja pa do nameštaja, preko stvaranja pogodnih uslova kako za očuvanje knjiga tako i za očuvanje zdravstvenog stanja korisnika i obezbeđenja komfora za same korisnike. Socijalni razvoj društva je dostigao taj nivo da ljudi teže za nečim „neuhvatljivim“, treba pronaći još nepronađeno. Uglavnom se nalazimo u vremenu kada je potrebno, pored „osnovnih“ elemenata koji se moraju naći u enterijeru jedne biblioteke, stvoriti doživljaj samog prostora, stvoriti nešto što će svakako biti inovativno i neponovljivo za svakog pojedinca.

8. LITERATURA

- [1] (Kritička ocena teorije i prakse Unutrašnjih prostora savremene arhitekture, skripta, Novi Sad Juli 2001., skripta Đura Kojić, strana 2.)
- [2] Harris, Michael H. “History of libraries,” Enciklopedia Americana vol. 17 (1993) : 311-25.
- [3] <http://eduscapes.com/history/ancient/600bce.htm>
- [4] <http://www.ephesus.us/ephesus/celsuslibrary.htm>
- [5] <http://www.businessinsider.com/inside-al-qarawiyyin-the-oldest-library-in-the-world-2016-6>
- [6] <https://en.wikiarquitectura.com/building/viipuri-library/>
- [7] <http://www.alamy.com/stock-photo-gallery-hall-with-stairs-stuttgart-city-library-by-architect-eun-young-73195960.html>

Kratka biografija:



Arabela Salković rođena je u Tutinu 1992. god. Diplomirala je na Državnom Univerzitetu u Novom Pazaru, na departmanu za Tehničke nauke, smer Arhitektura. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Projektovanje enterijera brani u aprilu 2018.god.

Dr Ivana Miškeljin, rođena je u Zrenjaninu 1982. god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2014. god., a od 2010. je u zvanju docenta.

POTENCIJAL RAZVOJA RURALNIH OBLASTI UZ DEO TOKA REKE DUNAV U REPUBLICI SRBIJI**THE DEVELOPMENT POTENTIAL OF RURAL AREAS ALONG THE DANUBE RIVER IN SERBIA**

Tanja Ivanišević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Master rad zasnovan je na međunarodnom projektu „Danube Urban Brand“-regionalno umrežavanje kroz turizam i obrazovanje radi kreiranja dunavskog kulturnog identiteta, finansiranog iz fondova Evropske Unije. Polazi se od teorijskih razmatranja savremenih izazova ruralnih naselja i prednosti koje koncept regionalne saradnje u okviru projekata Evropske Unije ima. Primenujući metodologiju istraživanja iz „Danurb“ projekta kao referencu, u radu je ukazano na značajne potencijale ruralnih naselja u definisanom potezu uz reku Dunav. Dati su prostorni i kulturalni predlozi za unapređenje analizirane oblasti. Cilj je da se podstaknu buduće strategije razvoja i modeli regionalne saradnje koji bi uvažavali lokalne specifičnosti i održivu upotrebu resursa.

Abstract – The master thesis is based on the international project „Danube Urban Brand“-a regional network building through tourism and education to strengthen the Danube cultural identity, funded by European Union. It starts from considering contemporary issues in rural areas as well as advantages of regional cooperation through projects founded by European Union. In reference to the methodology of „Danurb“ project, this paper indicates the potentials of rural areas in the defined area along the Danube. It defines spatial and cultural proposals for improvement of defined area. The aim of this paper is to enhance future development strategies and regional cooperation models, fostering the local identity and sustainable use of resources.

Ključne reči: ruralni razvoj, Dunav, regionalna saradnja, ruralna naselja, strategija, pametna sela

1. UVOD

U poslednjih nekoliko decenija, ruralna naselja su u svom funkcionalnom, demografskom i morfološkom obliku pretrpela velike izmene. Stanovništvo stihijski preuzima urbane obrasce života, ali najčešće ne uspeva u postizanju kvaliteta života kao u gradu. Mogućnosti razvoja ovih naselja su velike, ali ograničavajući faktori poput procesa demografske starosti, nedostatka radno sposobnog stanovništva i loše infrastrukture utiču na njihovo društveno-ekonomsko zaostajanje u odnosu na urbane sredine. Kada je reč o Evropskoj Uniji, dati aspekti postaju sve značajniji u strategijama razvoja regiona.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Milica Kostreš.

Modeli „pametnih sela“ koji primenjuju savremene tehnologije u revitalizaciji proizvodnje, transportnih i socijalnih servisa postaju ključni instrumenti ruralnog razvoja. Tema rada je da se, nakon teorijskih razmatranja, navedeni fenomeni analiziraju u kontekstu definisanog područja uz reku Dunav u Republici Srbiji. Cilj istraživanja je da se utvrdi nivo razvijenosti datog ruralnog područja koji bi postao osnov za primenu projekata ruralnog razvoja i saradnju sa ruralnim regionima iz Evropske Unije. U skladu sa postavljenim ciljem, određena je metodologija i prostorni obuhvat koji se zasnivaju na „Danurb“ projektu¹, odnosno projektu regionalne saradnje Evropske unije u kojem kao jedan od partnera učestvuje i Univerzitet u Novom Sadu.

2. RURALNA NASELJA U GLOBALNOM KONTEKSTU

Kako tvrdi Kostreš, savremeni procesi koji zahvataju ruralne prostore utiču ne samo na odnose i funkcije na selu, već i na promenu tipološke slike ruralnih naselja [1].

2.1. Društveno-ekonomski aspekti

Savremene tradicionalne urbano-ruralne veze, u kojima selo ima ulogu izvora sirovina ustupaju mesto znatno složenijim odnosima. Funkcije sela se umesto na poljoprivredi, sve više zasnivaju na nepoljoprivrednim delatnostima.[1] Faktori kao što su nedovoljna dostupnost sadržaja, usitnjenost agrara, loša infrastruktura utiču na emigraciju najvitalnijeg dela stanovništva u urbane sredine.

2.2. Vizije razvoja ruralnih područja

Koncept „ruralnog razvoja“ je multifunkcionalan i odnosi se ne samo na agrarni razvoj, već i na promene ruralnog društva, očuvanje kulturnog nasleđa i pejzaža i jačanje lokalne zajednice [2]. Mnoge strategije ističu ideju „pametnih sela“ koja koriste prednosti digitalne tehnologije u postizanju održive upotrebe resursa, savremene agrarne proizvodnje i povezivanja sa drugim naseljima regiona.

2.3. Modeli regionalne saradnje između naselja

Prema dokumentu Evropske komisije, savremeni model regionalne saradnje polazi od opštih ciljeva ujednačavanja teritorijalnog razvoja regiona do pojedinačnih projekata u

¹ „Danurb“ projekat zasniva se na istraživanju neiskorišćenih resursa u funkciji revitalizacije i formiranja regionalnog identiteta oblasti uz Dunav. Učesnici projekta su nevladine organizacije, lokalne samouprave i Univerziteti iz šest zemalja kroz koje protiče Dunav (Srbija, Mađarska, Rumunija, Hrvatska, Austrija, Slovačka).

domenu infrastrukture, zaštite kulturnog nasleđa i ekonomskog razvoja naselja [6]. Partnerstva se razlikuju po svojoj strukturi i tipu učesnika i to najčešće u odnosu na to da li su u pitanju neformalni vidovi udruženja ili metode uključivanja državnih institucija [1]. Sa druge strane, značajniji projekti Evropske Unije obuhvataju čitave regione i u skladu sa tim, programi saradnje mogu biti prekogranični, transnacionalni ili međuregionalni. Dati projekti najčešće su podržani od strane strukturnih i pretpristupnih fondova Evropske komisije [3].

3. STUDIJE SLUČAJA

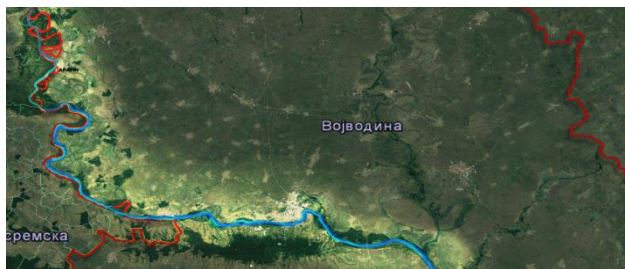
Kroz studije slučaja analizirani su primeri ruralnih naselja Evropske Unije koji su zahvaljujući programima regionalne saradnje pokrenuli niz inicijativa za revitalizaciju sela. Teme projekata odnose se na rešavanje različitih izazova, kao što su promovisanje lokalnog identiteta i proizvoda, unapređenje transportnih servisa i podsticanje ruralnog turizma [4].

U primeru projekta „Lokalna Agenda 21“ na području ruralnih oblasti Austrije podstiče se niz inicijativa manjih razmera kao što su edukacija u organskoj poljoprivredi ili osnivanje udruženja za mlade kako bi se aktivirala lokalna zajednica. S druge strane, program „Move on Green“ odnosi se na primenu digitalnih tehnologija u kreiranju transportnih servisa za sela u planinskim područjima Evropske Unije. Neki projekti ostvareni su uz direktnu podršku inicijativa Evropske komisije. Jedna od takvih je „LIDER“ inicijativa usmerena ka uključivanju lokalnih zajednica u pripremu razvojnih projekata. To je bio slučaj sa projektom „RIVEO“ koji se bavio razvojem ekološkog turizma u ruralnim predelima Belgije. Pokrenute su kampanje za promovisanje ribolova, izvedeni su i projekti centara za posetioce i ribarskih stanica kao mesta socijalizacije.

Posmatrajući izazove datih ruralnih naselja, zaključuje se da je u projektima revitalizacije ključna saradnja lokalne zajednice koja podstiče inicijativu za promene.

4. OKVIR I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Kao prostorni okvir za istraživanje, definisano je područje toka reke Dunav u Vojvodini. Uzimajući u obzir da je u okviru „Danurb“ projekta, predmetni okvir saradnika sa Univerziteta u Novom Sadu bilo područje uz Dunav severno od Beograda, tako su u radu ruralna naselja analizirana na potezu od ulaska Dunava u Republiku Srbiju do Beograda (slika 1). Sagledavanje svih uticajnih faktora ruralnog razvoja datog prostora se odvija u skladu sa hijerarhijom i metodologijom iz „Danurb“ projekta.



Slika 1. Teritorijalni obuhvat za analizu

5. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Analiza postojećeg stanja ima za cilj da uspostavi osnov za sagledavanje potencijala i prepreka za teritorijalno ujednačen razvoj ruralnih naselja na ovom delu toka reke Dunav. Prema „Danurb“ metodologiji, definisano je pet kriterijuma analize: priroda i pejzaž, infrastruktura, arhitektura i nasleđe, demografija i privredni potencijali.

5.1. Priroda i pejzaž

Iako veći procenat teritorije čini obradivo zemljište, područje je bogato ekološkim prostorima od međunarodnog značaja koja su pod zaštitom države. Ističu se Prirodni i Specijalni rezervati prirode „Gornje Podunavlje“, kao značajne močvarne celine u Evropi. Dok su ove oblasti bogate rečnom florom i faunom, u južnom delu područja je Nacionalni park „Fruška Gora“ koji je najveće nalazište lipe, hrasta i bukve, a posebno je bitan zbog pogodnosti voćarstva i vinogradarstva. Manje oblasti zaštićene kao autohtona staništa flore i faune su lovno područje „Karađorđevo“ i kompleks barsko-močvarnih sistema „Koviljsko-petrovaradinski rit“. Bitno je spomenuti i područje kod sela Gardinovci koje je zbog svojih ekoloških vrednosti u procesu pridruživanja kompleksu „Carska Bara“.

5.2. Infrastruktura

Infrastruktura je analizirana u aspektima kolskog, železničkog i biciklističkog saobraćaja. Najzastupljeniji je kolski saobraćaj, naročito usled prolaska međunarodnih pravaca E-75 i glavnih državnih pravaca kroz područje. Trasa E-75 povezuje sever Vojvodine sa južnom Srbijom i pruža osnov ruralnim naseljima u neposrednoj okolini za atraktivnost i privredni kapital. Sa druge strane, područje severno od Bačke Palanke je nedovoljno integrisano, kako u aspektu kolskog, tako i u aspektima železničkog saobraćaja. Ovaj deo područja oslanja se na lokalne puteve loše infrastrukture, dok železnička infrastruktura osim ograničenih putanja za potrebe industrije nije zastupljena.

Biciklistički saobraćaj, sa druge strane, zahvaljujući delu biciklističkog evropskog koridora „EuroVelo 6“ koji prati tok Dunava u Srbiji, ima značajan potencijal za razvoj. Ipak, ovaj vid saobraćaja, usled nedovoljne infrastrukture i nezainteresovanosti ruralnog stanovništva, i dalje nije atraktivan u većoj meri u ruralnim sredinama.

5.3. Demografski aspekti

Posmatrajući prosek kako za Srbiju, tako i za Vojvodinu, dominiraju negativne demografske tendencije, kao što je pad broja stanovnika, migracije u urbane sredine i negativni natalitet. Prema podacima iz Republičkog zavoda za statistiku, najveći broj analiziranih naselja ima prosečnu gustinu između 50 i 100 stanovnika/km², a vrlo često i manje od 50 stanovnika/km². Ipak, neka prigradska naselja, kao što su Veternik i Novi Banovci u poslednje dve decenije beleže intenzivan porast broja stanovnika i gustine naseljenosti, što nije usklađeno sa stambeno-komunalnim uslovima datih naselja. U svim okruzima povećava se udeo stanovništva starijeg od 65 godina. Za analizirani obuhvat, taj udeo je veći od 40%, dok prosečna starost iznosi 42,3 godine [7].

5.4. Arhitektura i kulturno nasleđe

Morfološki znak prepoznavanja analiziranih ruralnih oblasti je zbijeni tip naselja sa vertikalnim reperom u vidu crkvenog tornja. Obala Dunava nije integrisana sa ostatkom naselja u severnim delovima, već je močvarnog tipa. Uz Frušku Goru obala se završava rečnim adama, dok je uz krajnji južni deo područja, obala strma i nepristupačna.

Analiza kulturnog nasleđa klasifikovana je na kategorije sakralne arhitekture, tradicionalne seoske arhitekture, arheološka nalazišta, dvorce i letnjikovce, utvrđenja i industrijsko nasleđe. Lokaliteti kulturnog nasleđa predstavljaju potencijal za razvoj ruralnog turizma. Od verskih objekata vredno je spomenuti manastire Bođani i Kovilj i katoličke crkve u Bačkom Monoštoru i Banoštoru. Dvorci i letnjikovci iz 19. veka imaju potencijal u promovisanju kulturnog turizma, ali su nedovoljno iskorišćeni u te svrhe. Ističu se dvorac „Dunderskih“ u Čelarevu, letnjikovac „Vendl Mora“ u Sonti, dvorac „Hadik“ u Futogu i vila „Stanković“ u Čelarevu. Od arheoloških lokaliteta značajni su ostaci rimskih utvrđenja u Starom Slankamenu i Čortanovcima, kao i nekropole iz 8. veka kod Čelareva. Industrijsko nasleđe je najmanje zastupljeno, ali вреди dodati pivaru „Dunderski“ (današnja „Karlsberg“) u Čelarevu i nekadašnju ciglanu kod Plavna.

5.5. Privredni potencijal

Od privrednih delatnosti, u prvom redu ističe se poljoprivreda usled veoma kvalitetnog zemljišta i povoljnih klimatskih uslova. Ipak, intenzivniji napredak ove delatnosti ograničen je mnogim faktorima. Misli se na karakter tradicionalnih gazdinstava koji, sudeći prema Matkovskom, dominiraju u ekonomskoj strukturi sela, ali su odbojni ka inovacijama. Takođe, otežavajući faktor su i neadekvatna infrastruktura, migracije u gradove, ali i nepovoljna demografska slika ruralnog stanovništva, odnosno izražena demografska starost [5].

Poljoprivredni potencijal je osnova na kojoj se razvila prerađivačka industrija kao dominantna, a povoljan položaj uz Dunav doprinosi efikasnoj logističkoj razmeni resursa. Ipak, neophodna je adekvatna decentralizacija privrednih kapaciteta, kako se investicije ne bi isključivo usmeravale ka urbanim sredinama. Kada je reč o turizmu, iako prirodne celine pružaju dobre potencijale, turizam nije dovoljno zastupljen [8]. Neadekvatni i nedovoljni turistički kapaciteti i nepostojanje značajnijeg marketinga ograničava ruralna naselja da iskoriste potencijale svojih prirodnih celina i vrednih kulturnih resursa.

6. SMERNICE RAZVOJA ANALIZIRANOG PODRUČJA

6.1. Multifunkcionalna poljoprivreda

Pojam „multifunkcionalne poljoprivrede“ se odnosi na usmeravanje poljoprivrede ka sekundarnim i tercijarnim delatnostima kroz prerađu proizvoda i sirovina, očuvanje seoskog pejzaža, ruralni turizam i druge aktivnosti proistekle iz poljoprivrede [5]. Posmatrajući analiziranu oblast kao referencu, dominantna je uloga prerađivačkih aktivnosti, naročito prerađa mleka, voća i povrća. Kako je u Vojvodini najveći udeo zemljišta u vlasništvu velikih gazdinstava, ovaj podatak je značajan za revitalizaciju manjih porodičnih gazdinstava. Promovisanjem lokalnih

prehrambenih proizvoda podstakao bi se razvoj ruralnog turizma. U saradnji sa Evropskim fondovima i subvencijama u korist zaštite biodiverziteta druge aktivnosti proistekle iz poljoprivrede bi pokrenule ekonomsku revitalizaciju sela.

6.2. Socijalni servisi

Kako bi ruralne zajednice postale mesta atraktivna za život i rad, neophodno je razvijanje obrazovnih, zdravstvenih i komunalnih službi. Misli se na nove modele servisa kao što su elektronske banke, biblioteke ili mobilni zdravstveni servisi. Usled migracija mladog stanovništva, decentralizacijom edukativnih ustanova u konkretne istraživačke centre podstakla bi se atraktivnost ruralnih prostora kao mesta za rad. To je naročito značajno u kontekstu ere digitalizacije, kada veliki broj zaposlenih mladih ljudi svoje obaveze obavlja putem interneta. S druge strane, negovanje saradnje između regiona podstiče i formiranje posebnih ustanova kao centara lokalne zajednice u kojima bi se organizovali društveni i kulturni događaji kao i edukativni seminari i predavanja. Dati centri bili bi u skladu sa lokalnim identitetom i potencijalima specifičnog ruralnog područja, kao što bi bio centar za tradicionalnu arhitekturu u „Sremskoj kući“ u Neštinu, centri prekogranične saradnje u multietničkim ruralnim naseljima kao što su Bezdan i Plavna i slični primeri.

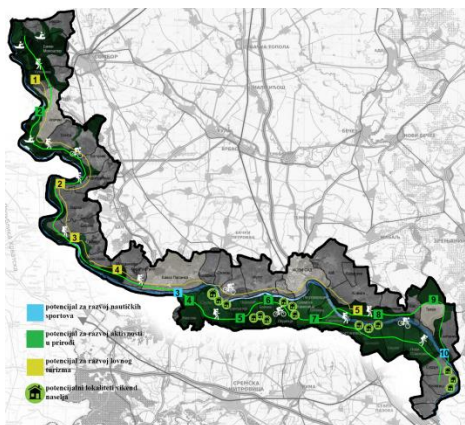
6.3. Kulturni turizam

Analizom kulturnog nasleđa utvrđeno je da oblast ima širok spektar kulturno-istorijskih spomenika koji nisu povezani kroz adekvatnu turističku strategiju. Predlog povezivanja lokaliteta u turističku ponudu je segment kulturnog turizma koji bi promovisao ova područja i unapredio zaštitu i revitalizaciju lokaliteta (slika 2). Zahvaljujući saradnji sa fondovima Evropske unije, moguće je podsticanje marketinga ponuda, obnavljanje i adaptacija spomenika kulture, kao i ulaganje u informativne centre i smeštajne kapacitete (slika 3). Kulturna ruta bi obuhvatila značajne verske objekte, dvorce u Čelarevu, Sonti, Futogu i Čortanovcima, etno-kuće u Neštinu i Sonti, arheološka nalazišta u Čelarevu i ostatke rimskih utvrđenja u Starom Slankamenu i Čortanovcima.



6.4. Ekološki turizam

Ekološki turizam je, prema Karlu Regi, koncept koji doprinosi zaštiti životne sredine, socijalnom i ekonomskom integritetu i očuvanju kulturnih vrednosti [2]. Kako područje ima prostore sa kvalitetima od međunarodnog značaja, bilo koji vid turizma mora biti u skladu sa ekološkim principima. Povezivanjem ovih prostora pešačko-biciklističkom rutom podstakle bi se manje celine kao mesta aktivnosti. Misli se na lov, ribolov, istraživačke aktivnosti i kampovanje, foto safari i slično. Takođe, Dunav je plovni tokom, tako da se javlja i potencijal za razvoj nautičkih sportova.



Slika 3. Predlog revitalizacije kulturnog nasleđa

6.5. Aktiviranje obale Dunava

Revitalizacija priobalnog pojasa uz Dunav nastaje usled potrebe za intenzivnijom integracijom ruralnih naselja u severnom delu oblasti, naročito naselja Bogojevo, Karavukovo, Plavna, Sonta i potez do Futoga i Veternika. Ovo se može postići usmeravanjem biciklističkih ruta, uvođenjem javnog gradskog prevoza i staza ekološkog i kulturnog nasleđa. Kroz projekte manjeg obima podstakla bi se atraktivnost obale Dunava (slika 4). Uređenjem kupališta, promenada uz reku, pristaništa za turističke brodove postigli bi se novi prostori socijalizacije, kako za lokalno stanovništvo, tako i u turističke svrhe.



Slika 4. Predlog revitalizacije prostora uz reku

6.6. Pristup fondovima Evropske Unije

Da bi se ostvarila praktična primena predloženih rešenja, potrebno je razmotriti mogućnosti za realizaciju. Kako je Srbiji, kao kandidatu za članstvo, od 2016. godine omogućena upotreba sredstava iz pretpripravnih fondova Evropske unije, otvaraju se mogućnosti saradnje i učešća u regionalnim projektima ruralnog razvoja. Najčešće se intervencije, odnose na investicije u fizičku imovinu poljoprivrednih gazdinstava, preradu i marketing proizvoda, razvoj poslovanja, ali i revitalizaciju kulturnog nasleđa i prirodnih područja [6]. Radi efikasnijeg ostvarenja datih ciljeva, neophodno je da se uključe i akteri prostornog planiranja, pravne regulacije i institucije

socijalne zaštite kao spone između lokalnog stanovništva sa jedne i programa Evropske Unije, sa druge strane.

7. ZAKLJUČAK

Analizirani prostori uz Dunav nisu značajni samo za razvoj poljoprivrede, već su to prostori kojima su neophodni novi socijalni servisi, sadržaji, integrisanost i savremena transportna rešenja. Sudeći po evropskim primerima iz prakse, koncept „pametnih sela“ bi primenom digitalne tehnologije podstakao inovacije u održivoj upotrebi resursa, efikasnijem transportnom sistemu i agrarnoj proizvodnji. Cilj je da se kroz primenu savremenih tehnologija i finansijsku i tehničku podršku Evropskih fondova za ruralni razvoj, obezbedi ekonomska i društvena revitalizacija sela. Ukoliko se potencijali analizirane oblasti usklade sa inicijativama održivog razvoja, ruralne zajednice bi se motivisale na saradnju. Činjenica je da arhitektura i urbanizam ne određuju razvoj sela, ali značaj date struke je da svojim metodama i analizama ukaže na trenutno stanje ruralne sredine. Iako se odgovor i rešenja ne nalaze isključivo u rukama datih disciplina, kroz plansku implementaciju savremenih modela i podršku programa Evropske Unije, one mogu da doprinesu održivoj slici ruralnih naselja u budućnosti.

8. LITERATURA

- [1] M. Kostreš, „Urbano-ruralne veze i odnosi između naselja“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [2] C. Rega, „Landscape Planning and Rural Development“, Torino, 2014.
- [3] J. Stojović, S. Knežević, „Vodić kroz Dunavsku strategiju“, Evropski pokret u Srbiji, Beograd, 2004..
- [4] M. Schmalnauer, „Gute Gründe für Lokale Agenda 21, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft“, Wien, 2004.
- [5] B. Matkovski, Ž. Kleut, „Integracioni procesi i politika ruralnog razvoja u funkciji konkurentnosti i ekonomske efikasnosti agroprivrede Srbije“, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, 2014.
- [6] European Commission, „European Spatial Development Perspective ESDP“, Italy, 1999
- [7] Republički zavod za statistiku, „Popis stanovništva za 2011. godinu“, Beograd, 2011
- [8] Republički zavod za statistiku, „Popis poljoprivrede za 2012. godinu“, Beograd, 2012

Kratka biografija:



Tanja Ivanišević rođena je u Benkovcu 1993. god. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam završila je 2016. god. Master rad iz oblasti Arhitektura odbranila je 2018. godine.

**PROSTORNE FORME ZA SCENSKO IZVOĐENJE:
EFEMERNO POZORIŠTE NA TAJVANU****SPATIAL FORMS FOR STAGE PERFORMANCES:
EPHEMERAL THEATRE IN TAIWAN**

Stefan Vujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi teorijskim istraživanjem procesa prenamene napuštenih objekata i prostora i relevantnih primera efemernih prostornih formi za scensko izvođenje u savremenoj arhitektonskoj praksi u cilju formulisanja i predlaganja idejnog rešenja efemernog pozorišta na Tajvanu. Privremena forma za scensko izvođenje u centralnom jezgru grada Šindžu (Hsinchu, Taiwan) redefiniše odnos između graditeljskog nasleđa i lokalnog stanovništva predstavljajući generator festivalskih dešavanja, pozorišnih izvedbi i aktivnosti građana. Fleksibilnost idejnog rešenja i njegova moć transformacije dozvoljava konstantno rekonfigurisanje postojeće strukture odnosno uspostavljanje odnosa javnog prostora i pozorišnih formi kao i modifikaciju scensko-gledališnog prostora u njihovoj unutrašnjosti.

Abstract – The paper deals with theoretical research of the process of transformation of abandoned architectural objects and spaces and relevant examples of ephemeral spatial forms for stage performances in contemporary architectural practice with the aim of formulating and proposing the conceptual design of the ephemeral theater in Taiwan. The temporary form for stage performances in the central core of Hsinchu, Taiwan redefines the relationship between the architectural heritage and the local population, representing the generator of festival events, theatrical performances and citizens' activities. The flexibility of the conceptual solution and its transformation power allows the constant reconfiguration of the existing structure and relationship between the public space and the theater forms, as well as the modification of the stage and theater space in their interior.

Ključne reči: Arhitektonsko projektovanje, efemerno pozorište, privremene forme za scensko izvođenje

1. UVOD

Istraživački rad koji predstavlja teorijsku podlogu za postavljanje glavnih projektantskih odrednica za idejno arhitektonsko rešenje efemernog pozorišta na Tajvanu (Republika Kina), sastoji se od dve tematski nezavisne celine, dva paralelna pravca istraživanja, čiji će rezultati biti sublimirani u finalno prostorno rešenje. Prva od dve teme bavi se izučavanjem procesa prenamene napuštenih objekata i prostora na osnovu analize primera iz

arhitektonske prakse, gde se može sagledati skup proje ktantskih poteza neophodnih za reaktivaciju postojećeg graditeljskog fonda, koji je, iz raznih razloga, izgubio svoju prvobitnu namenu. Druga tema predstavlja analizu odabranih relevantnih primera efemernih prostornih formi za scenska izvođenja, iz koje će se formirati zaključak o tome na koji način se projektantski tim odnosio prema postavljenom projektantskom problemu i koja prostorna sredstva je odabrao u tu svrhu.

Izrada istraživačkog rada i formiranje idejnog rešenja efemernog pozorišta na Tajvanu odgovor je na raspis arhitektonskog konkursa TAC 2017 (*Theatre Architecture Competition 2017*) koji raspisuje Međunarodna organizacija scenografa, pozorišnih arhitekata i tehničara, OISTAT. Kako je u 2017. godini na teritoriji Tajvana planirana izgradnja nekoliko Centara za performativnu umetnost od strane najuticajnijih imena arhitektonske scene današnjice, internacionalni konkurs raspisuje se u vidu kritičkog odgovora na pomenuta dešavanja. Cilj takmičenja je da izazove konvencionalnu tipologiju pozorišnih objekata, te da fokus preusmeri na privremene strukture, odnosno na reaktivaciju napuštenog sportskog stadiona u gradu Šindžu [1].

2. ISTRAŽIVAČKI RAD

Ovaj rad sumiraće sve rezultate prethodno sprovedenog istraživanja u cilju formulisanja i predlaganja idejnog rešenja efemernog pozorišta na Tajvanu, u okviru koga se vrši reaktivacija napuštenog prostora u gradskom jezgru grada Šindžu (*Hsinchu*). Idejni projekat će na sistematičan način odgovoriti na potrebe gradskog stanovništva i putem festivalskih dešavanja i izvođenja dramskih dela tradicionalnog i novog teatra vršiti repozicioniranje dramskih umetnosti u društvenom životu građana.

2.1. Prenamena napuštenih objekata i prostora

Prenamena napuštenih objekata i prostora odnosi se na proces ponovnog korišćenja već postojećih lokacija ili objekata za namenu koja se razlikuje od one za koju je sam objekat ili prostor prvobitno projektovan.

Kako stari objekti postaju neadekvatni za svoje programske zahteve, što se može javiti kao prateća pojava razvoja određenog programa, promene načina funkcionisanja jedne programske celine ili se jednostavno razvoj društva, napredak u tehnologiji, ekonomiji i politici kreće brže od izgrađenog okruženja te nestaje potreba za određenim programom nasleđenim iz prošlosti, proces prenamene postaje održiva opcija za reaktivaciju napuštenog građevinskog fonda. Ovaj postupak može se

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Miljana Zeković.

smatrati kompromisom između očuvanja graditeljskog nasleđa i rušenja.

Sa urbanističkog stanovišta ponovna upotreba već postojećih objekata smatra se za jedno od najefikasnijih rešenja kojim se ograničava širenje urbanih sredina i smanjuje nepovoljan uticaj na životnu sredinu.

U dosadašnjoj praksi tipovi objekata koji su najčešće predmet prenamene su:

1. Industrijski objekti – procesom deindustrijalizacije i širenjem gradske strukture dolazi do izmeštanja industrijskih zona ka periferiji grada što dovodi do napuštanja objekata industrije. Ovakvi objekti, prilikom napuštanja prvobitne namene što se javlja kao posledica donošenja različitih političkih razvojnih odluka koje uspostavlja Uprava grada, usled odsustva generalnih urbanističkih planova za njihovu ponovnu upotrebu, osuđeni su na propadanje;
2. Državne institucije, palate i vile – održavanje objekata prevazilazi mogućnosti sadašnjih i budućih korisnika;
3. Objekti društvene zajednice – kao što su religijski objekti i škole čiji se način, odnosno obim upotrebe tokom vremena menja te postojeći objekti ne zadovoljavaju funkcionalne zahteve korisnika.

2.2. Definisanje pojma efemerne arhitekture i njena primena u savremenom životu

Efemeran (grč. *ἐφήμερος*: jednodnevan, prolazan), kratkotrajan, privremen, prolazan

„Poslednjih decenija XX veka, pod uticajem mnoštva individualnih i grupnih eksperimenata i teorijskih paradigmatičkih promena u sferi arhitektonskog delovanja, dolazi do neizbežnog prepoznavanja i prihvatanja „budućnosti koja nije konačna“, čime se ukupna svetska graditeljska teorija i praksa dramatično preusmerava sa, do tada linearnog i jasno utvrđenog kursa dominantnih „stalnih/eternalnih“ arhitektonskih trasa, ka preispitivanju privremenih graditeljskih fenomena, kao neiscrpne inspiracije za budućnost kontinualnih i nepreglednih, veoma brzih promena [2]“.

Jedan od najvažnijih faktora koji je uticao na razvoj privremene arhitekture je svetska ekonomija i društvene promene koje se dešavaju poslednjih nekoliko godina. Sa ekonomskog stanovišta primećujemo da čak i industrijski jake države nemaju kontinualni napredak u okvirima svojih granica, već nastaje proces neravnomernog razvoja gradskih sredina. Stagnacija i smanjivanje pojedinih gradova javlja se kao nusproizvod jačanja i razvoja drugih, a sa sobom nosi i napuštanje određenih gradskih prostora. U ovakvim okolnostima stvara se povoljno tlo za delovanje efemerne arhitekture – prostori u urbanoj strukturi se menjaju, ostaju bez svoje primarne funkcije, te s obzirom da ne postoje urbanistički planovi za njihovu stalnu prenamenu, mogu biti iskorišćeni za privremenu.

Sa sociološkog aspekta, primetan je trend povećanja broja događaja koji se organizuju na javnim prostorima. Kako javna okupljanja i dešavanja uvode elemente dinamike u gradski život, stanovništvo je razvilo afinitet za privremenu. S obzirom da je trajanje svedeno na kratak vremenski period, već sam nastanak i nestanak ovakve arhitekture za građane predstavlja fascinantno događaj [3].

2.3. Efemerna priroda pozorišta

Prostori za scensko izvođenje predstavljaju mesto susreta arhitekture i pozorišta. U pomenutom fizičkom okviru ukrštaju se sušte suprotnosti – stvarna priroda arhitekture i fiktivna priroda pozorišta; višegodišnja trajnost arhitektonskih objekata i vezanost pozorišta za efemerne forme. Ono što jeste odlika svakog prostora za scenske i performativne umetnosti je mogućnost transformacije i prilagođavanja različitim situacijama, mogućnost širenja i otvaranja vrata novoj publici.

Za razliku od muzike, slikarstva, vajarstva, pozorište je po prirodi efemernog karaktera jer zavisi od proizvedene atmosfere. Atmosfera koja se u toku izvođenja oseti delom zavisi od publike, odnosno od povratnih informacija, reakcija na ono što se na sceni dogodi.

Efemerno pozorište vezuje se za lokaciju na kojoj se gradi – integracijom, okolni predmeti, objekti ili okruženje postaju deo jedinstvene scenografije. Narativ prema kome se predstava izvodi oslanja se na karakteristike okruženja u kome se pozorište nalazi i njegova verodostojnost zavisi od vrednosti same lokacije. Prostori za scenska izvođenja na otvorenom koriste pun potencijal lokacije oslanjajući se na vezu između predstave i duha mesta za razliku od pozorišta u zatvorenom koje jasno uspostavlja demarkaciju između fizičkog konteksta i scenskog prostora.

S obzirom da se nastup odigrava u spoljašnjem prostoru, postoji veliki broj uticaja koji mogu delovati pozitivno ili negativno na doživljaj publike. Na primer, atmosferski uslovi, vetar, postojanje insekata, različite vrste zagađenja, buka i drugi faktori mogu u velikoj meri narušiti koncentraciju publike otežavajući praćenje priče, dok drugi uticaji kao što su prirodno zelenilo, element vode na lokaciji, vatra i tako dalje, mogu dodatno produbiti doživljaj, što je nemoguće postići u zatvorenom objektu [4].

Kada se razmatra izgradnja privremenog pozorišta na otvorenom treba imati na umu sledeće stavke [5]:

- „*Genius loci*“ – duh mesta koji se ogleda u specifičnostima date lokacije i potrebno ih je istaći
- Formiranje prepoznatljivog mesta socijalizacije
- Uklapanje u morfologiju terena
- Orijentacija parcele ka stranama sveta - insolacija i njen uticaj na program
- Cirkulacija posetilaca unutar i van privremene strukture, modifikacija postojećeg pešačkog, biciklističkog i kolskog saobraćaja ako je to neophodno
- Projektovanje strukture u cilju dostizanja najkvalitetnijeg doživljaja scenskog izvođenja

3. PROJEKTANTSKI RAD

3.1. Opšti podaci o predloženom idejnom rešenju efemernog pozorišta na Tajvanu

Kako je scenografija jedan od najvažnijih elemenata koji utiče na percepciju posetilaca, samim tim u velikoj meri određuje i razumevanje dramskog dela. Svesni toga, pozorišni reditelji veštom manipulacijom scenskim elementima definišu karakter scenskog događaja. U zavisnosti od senzibiliteta reditelja, samog dramskog dela, neophodne konfiguracije scensko-gledališnog prostora, očekivanog broja posetilaca i drugih uticajnih faktora,

postoji čitav dijapazon mogućnosti na koji način će prostor za scensko izvođenje biti konfigurisan. U ovoj širokoj lepezi različitih tipova oblikovanja, jasno se izdvajaju dva suštinski potpuno oprečna ekstrema:

1) Prostor za scensko izvođenje koji se oslanja na fizički kontekst – svu svoju energiju neophodnu za određeno dramsko delo crpi iz okolne fizičke strukture koju upija i uvodi u scenski prostor – određeni trenutak, atmosferu, snagu okruženja zarobljava u okviru određene scene čime postojeću okolinu pretače u pozorišnu scenografiju. Veza između dramskog dela i duha mesta u najvećoj meri zavisi od narativa na kome se zasniva scenski događaj. On diktira u kakvom prostoru će se performans odigrati, da li se pozorište otvara ka okolini u potpunosti ili u segmentima, da li spoljašnji faktori (vizure, prolaznici, atmosfere prilike, buka itd.) pospešuju razumevanje dela ili ih je neophodno izolovati, da li su ambijentalne vrednosti same lokacije kompatibilne sa atmosferom predstave koju je neophodno proizvesti itd.

2) Prostor za scensko izvođenje koji egzistira samostalno, nezavisno od okoline – javlja se u slučaju kada dramsko delo zahteva potpunu izolovanost i odsečenost od konteksta u kome je pozorišni objekat podignut. Razlozi za ovakav postupak mogu biti različiti, a obično je to nedostatak ambijentalnih vrednosti koje performans zahteva, nepovoljan uticaj spoljašnjih elemenata iz okoline na sam događaj, neophodno ograničavanje broja posetilaca itd.

Što se narativa tiče, razlog za snažnu fizičku demarkaciju između spoljašnjeg i scenskog prostora može biti potreba za odvajanjem realnog sveta i sveta fikcije, gde se očekuje od posetilaca da prolaskom kroz ulazni portal za sobom ostave kontekst iz koga dolaze zajedno sa karakteristikama lokacije i urbane strukture u kojoj se pozorišni objekat nalazi. U ovom slučaju, ulazna particija i uopšte granica koja razdvaja dva prostora poprima psihološke funkcije.

Između dva prethodno definisana potpuno suprotna projektantska stava koja se tiču pozorišnih objekata odnosno prostora za scensko izvođenje uopšte, bilo da je reč o efemernim ili stalnim strukturama, arhitektonskim objektima ili čak urbanističkim intervencijama, nalazi se ogroman broj mogućih varijacija koje fundamentalno menjanju način na koji publika doživljava određeno dramsko delo.

Pored prethodno pomenutih, uticajni faktori od kojih zavisi način oblikovanja efemernog pozorišta su:

- Postojanje ili potpuno ukidanje proscenijuma
- Konfiguracija gledališta
- Udaljenost između scene i gledališta
- Položaj gledališta u odnosu na scenu
- Kapacitet posetilaca

3.2. Lokacija

Početni impuls u procesu projektovanja svakako je sagledavanje date lokacije i uočavanje prostornih problema koji se tiču postojeće strukture predviđene za repro-gramiranje. Kroz istoriju grada Šindžu ovo mesto se prepoznaje kao mesto socijalizacije, mesto okupljanja lokalnog stanovništva što i jeste bila njegova prvobitna namena – gradski trg, koji je kasnije transformisan u sportski stadion. Reaktivacijom napuštenog gradskog prostora evocira se jedno prošlo vreme kada je postojeća

struktura funkcionisala kao mesto susreta i vrši se repozicioniranje lokacije u postojećem urbanom tkivu formirajući novi sadržaj koji će generisati određeni društveni doprinos za lokalnu zajednicu.

Postojanje saobraćajnice i javnog prostora na otvorenom onemogućava širenje privremenog pozorišnog objekta u tri pravca – njegova ekspanzija može se vršiti jedino u severozapadnom pravcu s obzirom da se u produžetku parcele, koja je predmet projektantskog zadatka, prostire parking prostor i ulazno dvorište koje vodi ka Centru lepih umetnosti. Takođe, jedna od velikih nepovoljnosti zadate lokacije odnosno postojeće strukture jesu njene dimenzije kao i odnos dužine i širene parternog dela na visinskoj koti +/- 0,00. Ovakav odnos dimenzija i veličina platoa na kome bi trebalo da se uspostavi efemerno pozorište prekomerno je za tipologiju ove vrste – velika udaljenost scenskog prostora i posmatrača utiče na nemogućnost sagledavanja dramskog dela.

3.3. Konceptualizacija rešenja

Iako pozorišni objekti spadaju u kategoriju objekata koji su programski određeni, jesu i uvek će biti optočeni dozom nepoznatog s obzirom da način njihovog funkcionisanja zavisi prvenstveno od samih korisnika i njihovih prostornih zahteva. Kako postoji veliki broj različitih scenarija upotrebe prostora koji se konstantno povećava, postavlja se pitanje kakvo prostorno rešenje je neophodno uspostaviti kako bi se obuhvatili svi uticajni faktori i obezbedila funkcionalnost efemerne strukture. Kakav je to arhitektonski odgovor koji istovremeno predstavlja konvencionalni prostor za scensko izvođenje, a pored toga i prostorni okvir za realizaciju eksperimentalnog pozorišta? Na koji način oblikovati strukturu koja će u jednom trenutku dozvoliti prodor fizičkog konteksta u svoju unutrašnjost, dok ga već u sledećem trenutku u potpunosti izopštava? Kakav prostor za scensko izvođenje dozvoljava uspostavljanje različitih odnosa između gledališta i scene, dok je istovremeno podlozan konstantnoj rekonfiguraciji gledališta? Na koji način uspostaviti volumen objekta koji nema stalnu zapreminu već se razvija i skuplja, širi i prilagođava rastu i smanjivanju broja korisnika?

Odgovor na projektantske probleme i programske odrednice nalazi se u uspostavljanju određenog sistema koji će omogućiti definisanje karaktera pozorišne strukture na licu mesta i koji se može menjati u zavisnosti od predstave do predstave. Pomenuti sistem sam po sebi ne formira prostor već bi služio kao tehnička podrška koja generiše prostorne forme za scenska izvođenja u zavisnosti od prethodno zadatih prostornih zahteva. U intersekciji postojeće strukture stadijumskog prostora i spoljašnje membrane podržane od strane uspostavljenog sistema kao krajnji proizvod dobija se forma čiji je volumen promenljiv, nestabilan, fleksibilan, podlozan stalnim izmenama zapremine. Na ovaj način formira se prostorna struktura koja se ponaša poput organizma koji reaguje na uticaje iz spoljašnje sredine i prilagođava se zadatim imputima. Definisana su tri mehanizma pomoću kojih se generišu prostorne forme za scensko izvođenje:

1) Prostorni isečak: Generiše prostorna rešenja na principu parcijalnog isecanja određenog segmenta fizičkog konteksta u kome je efemerna struktura

smeštena. Aktiviranjem pojedinih delova zadate lokacije, uvlači se postojeće stanje u unutrašnjost prostorne forme za scensko izvođenje i postaje njen neizostavan deo. Dalje, određeni prostorni isečak zatečene strukture tretira se kao deo scenografije, celokupna scenografija ili kao tehnički element koji omogućava izvođenje dramskog dela.



2) Prostorno izuzimanje: Izuzimanjem se oblikuju prostorne forme koje egzistiraju samostalno, nezavisno od fizičkog konteksta u kome se nalaze. Izolovanjem scensko-gledališnog prostora od njegove neposredne okoline i inkorporiranjem scenskih elemenata poništava se postojeće okruženje i uvode nove vrednosti u pozorišno rešenje.

3) Ambijentalni kompleks: Ambijentalni kompleks podrazumeva paralelno izvođenje nekoliko dramskih dela u istom vremenskom periodu, i/ili podelu jednog scenskog izvođenja na više segmenata, gde svaki deo zahteva različitu prostornu formu. Kao proizvod intersekcije postojeće, stadionske strukture i novonastalih prostornih intervencija nastaju prostorne forme za scenska izvođenja, dok se u ostatku nasleđenog objekta formira prostor za cirkulaciju – javni, gradski prostor koji se koristi kao komunikacija i mesto boravka lokalnog stanovništva.



3.4. Konstrukcija i materijalizacija

Kako se osnovna ideja efemerne strukture za scenska izvođenja oslanja na fleksibilnost prostora omogućenu interaktivnim elementima čijim se transliranjem, dodavanjem i oduzimanjem istih formiraju prostorne forme, neophodno je definisati skeletnu konstrukciju koja osim noseće uloge, ujedno predstavlja i mehanizam prethodno pomenutog sistema. Kako bi se izbeglo formiranje fizičke prepreke i formirao u potpunosti otvoreni prostor, konstruktivni elementi moraju biti van prostora namenjenog korišćenju. Iz tog razloga javljaju se

veliki rasponi koje je neophodno premostiti te se kao logičan izbor pri koncipiranju konstrukcije javlja prostorna rešetka. Transformabilnost prostora odnosno dodavanje i oduzimanje elemenata koji predstavljaju spoljašnju opnu prostorne forme omogućava raster formiran od čeličnih profila pravougaonog poprečnog preseka. Pomenuti grid podeljen je na četiri u potpunosti odvojena dela. Individualnim pomeranjem svakog od ova četiri segmenta vrši se promena zapremine prostorne forme, te u zavisnosti od njene visine nastaju različite ambijentalne vrednosti. Pored formiranja spoljašnje membrane, funkcionalnost rastera ogleda se i u mogućnosti kačenja tehničkih elemenata neophodnih za bilo koje dramsko delo odnosno scenski događaj.

4. ZAKLJUČAK

Idejni projekat predstavlja arhitektonski model, princip po kome je moguće pristupiti procesu prenamene postojećih struktura. Pomenuto rešenje oblikovano je tako da odgovori prvenstveno na zahteve tipologije pozorišnih objekata. Sistem formiranja prostornih formi isecanjem, oduzimanjem i formiranjem ambijentalnog kompleksa prilagođava se i odgovara na prostorne zahteve neophodne za realizaciju određenog dramskog dela. Predloženo rešenje može se koristiti za generisanje neograničenog broja različitih konfiguracija scensko-gledališnog prostora, sve u zavisnosti od kreativnosti pozorišnog reditelja. Kao takav, predloženi idejni projekat predstavlja optimalnu prostornu intervenciju kako za zadatu lokaciju, stadionski objekat, tako i za tipologiju efemernog pozorišta.

5. LITERATURA

- [1] Oistat (2017), *10th Oistat theatre architecture competition 2017*. Preuzeto sa <http://www.oistat.org/Item/list.asp?id=1503>
- [2] M. Zeković; D. Konstantinović; V. Žugić, *KONCEPTI, PROGRAMI I FUNKCIJE arhitektonskih projekata paviljonskih struktura*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2017
- [3] Thomas Knuvener (2017), *Freedom and space for ideas*. Preuzeto sa: <https://www.goethe.de/en/kul/arc/21014850.html>
- [4] D. Weiss; M. Hardy; R. Long; B. Moore; C. Hardy; S. Parker, *Outdoor Theatre Facilities: A guide to planning and building outdoor Theatres*, Institute for Outdoor Theatres, 2014

Kratka biografija:



Stefan Vujić je rođen 1993. godine u Loznicima. Osnovne studije arhitekture završio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom završava i master studije 2018. godine, smer Arhitektonsko i urbanističko projektovanje.

PROJEKAT ENTERIJERA KULTURNOG CENTRA U NOVOM SADU**INTERIOR DESIGN PROJECT FOR CULTURAL CENTER IN NOVI SAD**

Aleksandra Pejaković, Marko Todorov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Osnovna ideja ovog master rada je da se gradu Novom Sadu pruži novi, jedinstveni prostor koji ispunjava sve konvencionalne uslove tipičnog centra za kulturu, ali u potpuno drugačijoj formi i u novom razumevanju ove tipologije. Stvaranje ovakvog projekta nastalo je promišljenim ispitivanjima potreba i tendencija Novog Sada na polju kulture i umetnosti i kao takvo predstavlja svojevrsan pokušaj da se scena sa novosadskih ulica premesti u fizički definisan, zatvoreni prostor, novi dom kulture, koji predstavlja centar održavanja multikulturalnih performativnih sadržaja u Novom Sadu, koji bi svim njegovim posetiocima pružio priliku da se na jednom mestu susretnu sa umetničkim sadržajima iz celog sveta. Cilj ovog projekta jeste preispitivanje dosadašnjih, već ustanovljenih vrednosti i postavljanje novih tendencija i ciljeva na polju kulture i samog kulturnog razvoja grada

Abstract – The primary idea of this master thesis is to provide the city of Novi Sad with a new, unique space which would, in a completely new form and interpretation of this typology, fulfill all conventional needs of a traditional cultural center. The creation of this project is a product of a meticulous research about the needs and tendencies of Novi Sad within the fields of culture and art, and as such represents an attempt to transfer the arts scene from the streets to a new, physically defined, enclosed space, a culture center representing the focal point of multicultural events and performances in Novi Sad. This center would present all of its visitors with an opportunity to encounter art projects from around the globe. The aim of this project is to both examine and re-evaluate the established values and tendencies in the fields of culture and the cultural evolution of the city, as well as to provide new, contemporary guidelines and goals for the continuous cultural growth of Novi Sad.

Cljučne reči: Kulturni centar, multikulturalnost, umetnost, kulturni razvoj, reforma

1. UVOD

Decenijama unazad, grad Novi Sad gradio je svoju prepoznatljivost na osnovu specifičnog multikulturalnog karaktera i otvorenosti prema novom i drugačijem. Ovakav status grada rezultat je pre svega njegovog izuzetnog geografskog položaja, gde se kroz čitavu istoriju ukrštaju i prepliću identiteti različitih naroda i kultura. Uprkos činjenici da u Novom Sadu već postoji

Kulturni centar gde se tokom godine održavaju različite kulturne aktivnosti, taj prostor prema većini relevantnih kriterijuma nije adekvatan za održavanje kulturno-umetničkih događanja u gradu. Iz tog razloga, veliki deo ovakvih dešavanja svoj prostor nalazi na ulicama i trgovima grada, što je naročito izraženo kada su u pitanju performativne umetničke aktivnosti, koje zbog svoje prirode zahtevaju veliki prostor da bi se nesmetno odvijale. Uzimajući u obzir sve navedene činjenice, postavljena je jasna tendencija da se gradu ponudi nova jedinstvena arhitektonska celina definisana isključivo za ovakvu vrstu kulturoloških aktivnosti, koja bi objedinila domaću kulturu i uticaje stranih kultura koje se spontano sve više integrišu u naše društvo i koja bi svim posetiocima i uživaocima kulture pružila prostor za stvaranje i učestvovanje u njoj. Kao rezultat ovakve tendencije, pokrenuta je ideja za projekat *Alternativnog kulturnog centra*.

2. TEORIJSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

Kulturni centar je organizacija, građevina ili kompleks građevina koji promoviše kulturu i umetnost. Kulturni centri mogu biti državno sponzorisani objekti ili pokrenuti od strane aktivista za kulturu i umetnost. Posebna podgrupa kulturnih centara su *studentski kulturni centri*, koji su počeli da se osnivaju 60-ih i 70-ih godina prošlog veka. Ovi centri su mesta okupljanja mladih ljudi, mladih talenata, mesta koja značajno doprinose njihovom afirmisanju. Od svog osnivanja pa sve do danas, kulturni centri postepeno prerastaju u ustanove od velikog značaja za život mladih ljudi i njihovo kulturno i umetničko uzdizanje.

2.1. Tipološka klasifikacija

Na osnovu uobičajenih tipoloških klasifikacija, *kulturni centar* predstavlja podgrupu koja pripada tipološkoj grupi *objekata kulture*. Tipološka grupa *objekata kulture* pripada tipološkoj vrsti *javnih objekata*. Pri ovakvom definisanju tipoloških grupa i podgrupa treba uzeti u obzir činjenicu da su sve poznate tipološke klasifikacije u oblasti arhitektonske teorije i istorije po svom karakteru *autorske*, a ne pravno ili formalno definisane.

2.2 Programsko i funkcionalno razmatranje

Programsko delovanje objekata kulturnih centara odvija se kroz književno, pozorišno, muzičko i likovno stvaralaštvo, čime se vrši i obrazovna uloga kod mladih ljudi. Kao neizostavni deo objekta kulturnog centra javlja se *scensko-gledališni prostor*, centralna tačka objekata kulture poput pozorišta, koncertnih hala, muzičkih centara, i bioskopa. kulturni centar, pored scenskog prostora kao svog središta, treba posedovati i adekvatan program učenja, uvežbavanja i organizovanja javnih nastupa, kao i odgovarajuće funkcionalne celine koje su projektovane u skladu sa zakonima delovanja takvog programa.

NAPOMENA:

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

2.2.1 Prostorni i tehnički zahtevi pri planiranju programskih celina

Scensko-gledališni prostor – Ovaj prostor je programsko i funkcionalno jezgro pomenute grupe arhitektonskih objekata. Karakterističan je po definisanoj podeli na dve prostorne zone – zonu scenskog događaja (*pozornicu*) i zonu iz koje se percipira događaj (*gledalište*).

Sa velikom pažnjom se mora razmatrati pravilno funkcionisanje u smislu podele na zone koje koriste posetioци kulturnog centra i zone namenjene učesnicima u scen-skom izvođenju potrebno je projektovati odvojene ulaze za ove dve celine, kako se linije kretanja ne bi preplitale i tako otežavale odvijanje umetničkog događaja.

Prateći prostori - Prostorna organizacija i tehnički zahtevi pri organizovanju prostora oko scene, namenjenih pretežno programima radionica i obrazovanja u domenu kulture, izložbama i promocijama, zavise od samog načina na koji je odvijanje ovih aktivnosti predviđeno. Potrebno je imati na umu osnovna pravila projektovanja, ukoliko je u pitanju konvencionalno projektovanje učionica ili radionica koje treba da imaju zatvoren karakter ili izložbenih prostora namenjenih tipičnim vidovima izlaganja umetničkih dela.

3. ANALIZA ODABRANIH PRIMERA SAVREMENIH OBJEKATA KULTURE

3.1 Kriterijumi odabira

U okviru istraživačkog segmenta rada pristupa se metodi *studije slučaja*.

Odabrani primeri objekata klasifikovani su na osnovu tri kriterijuma prema kojima je svaka od analiza sprovedena.

I kriterijum - Odnosi se na objekte koji pripadaju širokom tipološkom polju kulture, kod kojih postoji specifičan pristup temi *promenljivosti programa* koji se odvijaju u njima, kao i temi *transformabilnosti enterijera*, odnosno fleksibilnosti i otvorenosti same fizičke strukture unutrašnjeg prostora. Relevantni primeri ove grupe su: Kulturni centar Žorž Pompidu (*Centre Georges Pompidou*), Galerija Tejt Modern (*Tate Modern*) i Medijateka u Sendaiju (*Sendai Mediateque*)

II kriterijum - Odnosi se takođe na objekte iz polja kulturne namene, ali konkretno na *fizički trajne* i nepromenljive arhitektonske strukture, koje su projektovane tako da podrže program koji može ili ne mora u svakom slučaju biti striktno određen, *fluidne programske šeme*, kao i *multifunkcionalnost*. Relevantni primeri su: Kenedijev centar (*Kennedy Center for Theatre and the Studio Arts*), Univerzitetaska biblioteka u Utrehtu (*Universiteitsbibliotheek Utrecht*) i Škola umetnosti u Singapuru (*School of the Arts Singapore*)

III kriterijum - Treći kriterijum se odnosi konkretno na objekte i enterijerske prostore institucija pozorišta i kulturnih centara koji se orijentišu na umetnosti performativnog karaktera, njihove programske odrednice i fizičke strukture unutrašnjih prostora namenjenih odvijanju performativnih delatnosti. Relevantni primeri su: Kulturni centar Porto Seguro (*Centro Cultural Porto Seguro São Paulo*), Kulturni centar u Bad Radkersburgu

(*Kulturzentrum Bad Radkersburg*) i Pozorište Jian Li Ju (*Jian Li Ju Theatre*).

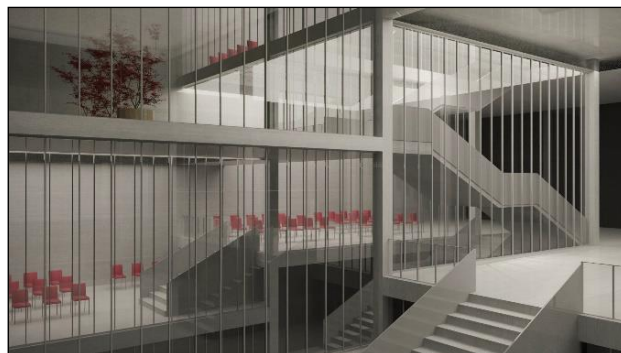
4. PROJEKTANTSKI RAD – OPIS PROJEKTA ENTERIJERA

4.1 Konceptualizacija rešenja

Inicijalna ideja ustanove Alternativnog kulturnog centra u Novom Sadu utemeljena je u definisanju fleksibilnosti i otvorenosti prostora za razne sadržaje kulturno-umetničkog karaktera, kao i sposobnosti arhitektonskog prostora da se prilagodi svakom obliku dešavanja u okviru njega. Inspiracija koja je pokrenula stvaranje ideje za novi kulturni centar u gradu, da se kao srž ovakve ustanove, kako u idejnom, tako i u fizičkom smislu izdvaja scensko-gledališni prostor, uslovlila je čitav okolni prostor oko nje i dovela do koncepta koji definiše dve dominantne celine u okviru programa kulturnog centra: *proces osmišljavanja i razvijanja ideje* i kao rezultat toga, *javno predstavljanje krajnjeg ishoda inicijalne ideje*. Koncept enterijera prati inicijalnu ideju projekta i nadograđuje je u smislu stvaranja identiteta unutrašnjosti objekta, kao i same fizičke opremljenosti koja se uklapa u karakter objekta kulturne namene.

4.2 Prostorna organizacija

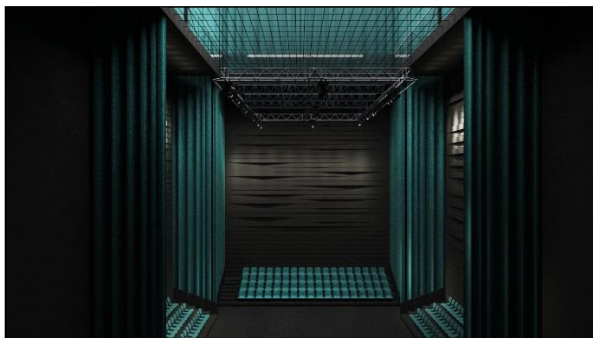
Fizička manifestacija konceptualnog rešenja enterijera očituje se u prostornoj organizaciji koja podržava ideju podele kulturno-umetničkih aktivnosti na dve fizičke celine: *zonu pripreme* i *zonu predstavljanja*. Analizom prostornih zahteva i kapaciteta programsko-funkcionalnih celina Kreativnih centara i generalno objekata kulturne namene, prostorna organizacija objekta Alternativnog kulturnog centra zasnovana je u velikoj meri na *fluidnosti* i *fleksibilnosti* plana, *polivalentnosti* komunikacija kao i odnosu definisanih i nedefinisanih prostora i međuprostora. Osim konkretno definisanih prostornih okvira sa jasnim funkcijama i namenama, akcenat je stavljen na one segmente prostora koji postaju potencijalna mesta istraživanja njegove kreativne upotrebe, zauzimanja i prilagođavanja individualnim potrebama korisnika i samog događaja u okviru njega. Logičnim i smislenim oprostoravanjem koncepta objekta, dolazi se do rešenja koje postavlja scensko-gledališni prostor u samo fizičko središte objekta. Prostor oko scensko-gledališnog prostora organizovan je kao fluidna celina, čiji se delovi međusobno fizičku prepliću u vidu mezanina i platformi koji se protežu jedni iznad drugih, a koji naročito utiču na identitet objekta samom činjenicom da se prostiru na samom uglu objekta koji je najvidljiviji sa ulice.



Slika 1. Prikaz mezanina i galerija u enterijeru

4.2.1 Scensko-gledališni prostor

Glavna scena proteže se kroz sve tri etaže objekta i predstavlja fiksno jezgro projekta u koje se slivaju i integrišu sve ostale funkcije prostora. Sam prostor je, u skladu sa generalnom idejom objekta, izveden tako da može da se menja po potrebi samih događaja i prilagođava prirodi nastupa koji se na njoj odvijaju. Vodeći se takvom idejom, sedišta su projektovana na sve četiri strane scenskog prostora, tako da odnos između scene i gledališta ne mora biti nužno u konvencionalnoj formi, gde publika sedi na jednoj strani i pasivno posmatra performans, već se omogućava spontana interakcija između publike i izvođača. U svrzi prilagođavanja različitim tipovima i formama performansa, i samo gledalište je projektovano kao pokretna celina, tako da se redovi sa sedištim mogu uvlačiti i izvlačiti do određene mere, zavisno od potrebe događaja. Mogućnosti za organizovanje sedenja u okviru gledališta su takve, da u svakoj iteraciji koja se može sprovesti pomoću izvlačenja redova sa sedištim, prostor može da primi do 200 gledalaca.



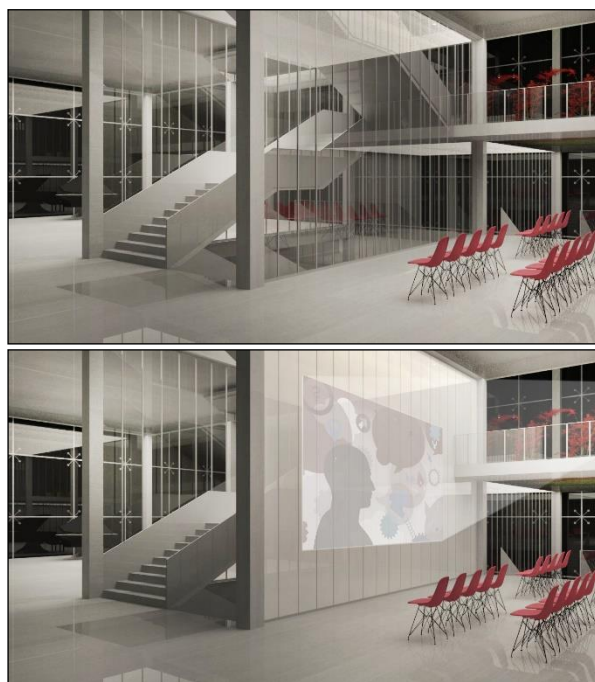
Slika 1. Prikaz scensko-gledališnog prostora

4.3 Konstrukcija i materijalizacija

Konstrukcija | S obzirom na prostorne zahteve programskih rešenja projekta koja u velikoj meri zahtevaju velike otvorene prostore koji su podložni promenama i prilagođavanju raznim sadržajima i događajima tokom vremena, kao najbolje rešenje konstrukcije objekta podrazumeva se čelična skeletna konstrukcija. Konstruktivni sistem vertikalnih nosećih elemenata sačinjava raster stubova dimenzija 30 x 30 cm, osim u slučaju jezgra koje drži scenu, gde su korišćena dodatna ojačanja kako bi se premostili veliki rasponi. Unutrašnji pregradni zidovi su montažni, izvedeni od aluminijumske potkonstrukcije, na koje se montiraju gips-karton ploče, između kojih se nalazi izolacija. Za ukrućenje objekta koriste se horizontalni i vertikalni spregovi. Koriste se krovni poprečni spregovi, koji imaju funkciju da prenesu horizontalne sile od vetra i seizmičkih potresa i da obezbede prostornu stabilnost objekta. Tavanice su od lakog betona. Liftovska okna su izvedena od armiranog betona, a kod panoramskih liftova i stepeništa korišćeno je armirano staklo.

Materijalizacija | Kao dominantno u enterijeru Kulturnog centra korišćeno je staklo u službi pregradnih zidova. Kako je gotovo čitav enterijer izveden u staklu, svi prostori se vizuelno stapaju u jedno usled transparentnosti materijala, čime se dodatno naglašava fluidnost čitavog enterijera. Ipak, da bi se funkcije objekta povremeno mogle odvojiti jedna od druge prema potrebama

određenih događaja, te da bi se postigla intimnost određenih segmenata prostora, za potrebu pregrađivanja prostora korišćeno je specijalno *elektrohromatsko staklo*. Ova vrsta stakla specifična je zbog mogućnosti da prema potrebi menja svoju osobinu providnosti u neprovidno pod uticajem niskog električnog napona. Uzimajući u obzir broj funkcija koje Kulturni centar obuhvata, kao i prostornu organizaciju koja je definisana u okviru projekta enterijera, ovakva osobina materijala ispunjava u potpunosti potrebe objekta čija je glavna definicija raznolikost programa i prilagođavanje svakom od njih. Osim što se na ovaj način može postići intimnost prostora, dovodenjem stakla do neprovidnog stanja dobijaju se i površine koje konkretno u ovom slučaju služe i kao privremena platna za projektovanje.



Slika 2 i 3. Varijante korišćenja stakla u enterijeru

Ambijetalna i estetska vrednost konstruktivnih čeličnih elementa koji su obrađeni cinkom prepoznata je kao kvalitet koji se uklapa u moderni enterijer u kom preovladava staklo. U skladu sa već pomenutom materijalizacijom, obrada svih podova u enterijeru izvedena je uglavnom betonskim pločama, koje se svojim karakterom takođe uklapaju u vizuelni identitet celokupnog enterijera. Čitav enterijer odlikuje transparentnost i lakoća materijala, a sam karakter boja definišu nenametljive nijanse belih i sivih. Beli profili na staklenim pregradama kao i na ogradama koje su izvedene od regularnih staklenih ploča, postavljeni su kao svedeni akcent u okviru prostora. U smislu boje i akcentovanja enterijera, izdvaja se scensko-gledališni prostor, koji se obložen tamno sivom bojom nijanse charcoal, tako da se naglašava jezgro samog objekta.

4.4 Rešenje rasvete

Budući da objekat Kulturnog centra definiše raznovrsnost sadržaja i ambijenata, u skladu sa tim moralo se pristupiti i rešavanju osvetljenja takvog polivalentnog prostora. Osnovni vid rasvete u čitavom objektu predstavlja ambijentalno osvetljenje, koje naglašava karakteristike

enterijera u smislu veličine i materijalizacije, te obezbeđuje dovoljan nivo osvetljenja bez bljeska. Ovakvo osvetljenje preovladava u zonama mezanina i otvorenih platformi, kao i u zonama vertikalne komunikacije, gde je osvetljenje spuštено na različitim visinama duž stepenišnog jezgra, kako bi se dodatno naglasila transparentnosti i lakoća celog prostora. U okviru objekta najzastupljenije je vertikalno viseće osvetljenje, koje, osim što naglašava ambijentalne vrednosti prostora, svojim oblikom i prostiranjem kroz prostorije objekta doprinosi eleganciji samog enterijera. Osim ovakvog tipa osvetljenja, u vidu akcentovanog svetla zastupljena je i horizontalna linearna rasveta koja je skrivena u profilima na zidu. Ovaj tip osvetljenja upotrebljen je uglavnom kod scensko-gledališnog prostora i kod sale za filmske projekcije. Pored navedenih vidova i slojeva osvetljenja, u projekat Kulturnog centra uključena je i posebna scenska rasveta, koja se kači na viseću rešetkastu konstrukciju od čeličnih profila. U okviru samog scensko-gledališnog prostora uključeni su i drugi vidovi osvetljenja – ambijentalno (tokom ulaska publike), akcentovano (za potrebe scenskih efekata), kao i radno, u situacijama kada se izvode probe i postavljanje same scene za javni nastup.



Slika 4. Ambijentalno osvetljenje u enterijeru

4.4 Mobilijar

Vodeći računa o efemernoj prirodi događaja koji se odvijaju u projektovanom prostoru, identifikovana je potreba za fleksibilnošću dispozicije elemenata enterijera i tako postignut adekvatan odabir konkretnih elemenata mobilijara. Komadi nameštaja koji su korišćeni u enterijeru predstavljaju svetski poznata dizajnerska dela poznatih arhitekata i uklapaju se svojom formom, materijalizacijom, kao i izborom boja, u moderni enterijer Alternativnog kulturnog centra.



Slika 5. Deo mobilijara korišćenog u enterijeru

5. ZAKLJUČAK

U cilju postizanja adekvatnog funkcionisanja i formiranja karakterističnog identiteta jednog prostora, potrebno je pažljivo i promišljeno pristupiti odabiru elemenata i detalja u samom enterijeru. Ovaj projektantski korak predstavlja u jednu ruku samu finalizaciju ideje projekta, ali se uprkos toj činjenici njemu treba pristupiti sa jednakom posvećenošću i pažnjom prema detaljima. U slučaju Alternativnog kulturnog centra, poseban predmet istraživanja u celokupnom procesu predstavljalo je detaljno proučavanje uslova i odnosa u enterijerima postojećih i priznatih rešenja objekata kulturne namene, kao i drugih srodnih tipologija, a čitav proces rada rezultovao je postavljanjem plana fleksibilnog unutrašnjeg prostora za ovaj objekat kulture, koji uključuje smisljena rešenja materijalizacije, dispozicije i slojeva osvetljenja, kao i promišljen odabir odgovarajućeg mobilijara, kako bi se u prostoru Kulturnog centra stvorila inspirativna i kreativna atmosfera i kontinualno funkcionisanje promenljivog programa.

6. LITERATURA

- [1] Sylvia Lavin, "Kissing Architecture", New Jersey, Princeton University Press, 2011.
- [2] Robert Kronenburg, "Transportable Environments: Theory, Context, Design and Technology", London, Routledge, 1998.
- [3] Dorita Hannah, "Event-Space: Theatre Architecture & the Historical Avant-Garde", Michigan, ProQuest, 2008.
- [4] Milena Dragičević-Šešić, "Urbani spektakl", Beograd, Clio, YUSTAT, 2000.
- [5] Giuliana Bruno, "Public Intimacy – Architecture and the Visual Arts", Boston, Massachusetts Institute of Technology, 2007.
- [6] Charles Rice, "The Emergence of the Interior – Architecture Modernity Domesticity", London, Routledge, 2007.
- [7] Jane Rendell, "Art and Architecture: A Place Between", New York, I. B. Tauris, 2007.
- [8] +AD Architectural Design, Julieanna Preston, "Interior Atmosphere" Issue, May-June 2008.
- [9] Ernst Neufert, "Arhitektonsko projektovanje", Novi Sad, Građevinska knjiga, 2012.

Kratka biografija:



Aleksandra Pejaković rođena je u Berlinu 1993 godine. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura urbanizam završila je 2016. godine. Master rad iz oblasti Arhitektura – Dizajn enterijera odbranila je 2018. godine.



Marko Todorov rođen je u Novom Sadu 1979 godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god. Autor je i koautor više naučnih radova iz oblasti arhitekture i dizajna. Oblast interesovanja su savremeni enterijer arhitektonsko projektovanje.

REVITALIZACIJA OBJEKTA ZAMAK U RUSKOM KRSTURU REVITALISATION OF THE BUILDING ZAMAK IN RUSKI KRSTUR

Aleksandra Mecek, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Tema master rada jeste revitalizacija objekta Zamak u Ruskom Krsturu. Objekat Zamak se ne nalazi pod zaštitom ali predstavlja deo vizuelnog identiteta i kulturno dobro Ruskog Krstura. Pored izade tehničke dokumentacije za objekat predlaže se i revitalizacija istog. Revitalizacija kao savremeni pristup obnove graditeljskog nasleđa predstavlja odličan odabir skupa intervencija koji će objekat pripremiti za budući period eksploatacije. Ona predstavlja složen arhitektonski poduhvat ali svakako i ekonomsko-finansijski opravdan. Za glavni cilj postavlja se čuvanje postojećeg objekta i njegova obnova tako da se svi vredni arhitektonski elementi sačuvaju u izvornom obliku i materijalu. Projektom je predviđeno smeštanje prostorija namenjenih edukaciji, kulturi i zanatima, objedinjeni u svojevrsni Co-working (eng.) koncept namene.

Abstract – The topic of this master's thesis is the revitalisation of a building Zamak in Ruski Krstur. The building Zamak represents a valuable segment of the urban legacy of Ruski Krstur and unfortunately it has not been placed under public protection. In addition to the technical documentation for the facility, the renovation of the old building is suggested. As a contemporary approach to the restoration of urban legacy, revitalisation represents an excellent choice of a set of interventions which would prepare a building for future use. It represents a complex architectural enterprise, which is, nonetheless, economically and financially justified. The main goal is the preservation of the existing building and its restoration in such a way as to preserve all of its valuable architectural elements in their original shape and material. This project proposes the accommodation of rooms used for education, culture and crafts all incorporated into a co-working concept of use.

Ključne reči: revitalizacija, rekonstrukcija, kulturno dobro, co-working prostor

1. UVOD

Uništavanje nasleđa ili prosto prepuštanje propadanju ne samo da predstavlja ružnu sliku mesta, već se isto tako uklanja i memorija mesta, a ugrožava se kako istorija tako i njegova budućnost. Osvrt na naše kulturno dobro i donekle detaljnije istraživanje i razumevanje istog može da nam pomogne da se konkretnije fokusiramo na rešavanje problema i revitalizacije našeg nasleđa u kulturnom, edukativnom i ekonomskom smislu, gde je ključni cilj njegova zaštita, a samim tim i obnova života u selima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Sladić.



Slika 1. Objekat Zamak

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je objekat «Zamak» koji se nalazi u Ruskom Krsturu. Objekat je podignut početkom XX veka zbog potrebe za većim obrazovnim prostorom u okviru nevelikog naselja. Od velikog je značaja jer predstavlja kako materijalnu tako i nematerijalnu kulturnu baštinu nacionalne manjine-Rusina. Svojim arhitektonskim karakteristikama, pored crkvenih objekata, ističe se kao reporna tačka mesta Ruski Krstur.

Zamak je samo evidentirano kulturno dobro od strane Pokrajinskog zavoda za zaštitu spomenika kulture, ali još uvek nije urađena kategorizacija objekta i čeka se na detaljno tehničko snimanje te formiranje celokupne tehničke dokumentacije sa elaboratom.

Zbog karakterističnog izgleda ovaj objekat ne može ostati ne primećen, on privlači prolaznike, ostavlja snažan utisak, i zbog toga ima potencijal da postane zaštitni znak naselja. Svojim spoljašnjim izgledom se ističe zbog krovova velikog pada zbog čega deluje kao da je objekat "zalutao" u ravničarski predeo. Spoljašnji izgled je nepromenjen od izgradnje dok su u unutrašnjosti prostorije ostale iste sa manjim intervencijama.

1.2. Cilj istraživanja

Analizom postojećeg stanja kao i kulturno-istorijskih, prirodnih, socioloških i ekonomskih uslova, potrebno je doći do okvira integralne strategije razvoja unutar koje će biti definisan odgovarajući koncept revitalizacije «Zamka» koji ima za cilj očuvanje postojećih kulturnih vrednosti, uz stvaranje platforme za razvoj novih, ne samo kulturnih, već i socio-ekonomskih vrednosti.

Restauracijom se za cilj postavlja očuvanje spomeničkih vrednosti i u objektu bi se time vratili pojedini delovi koji su tokom vremena i prethodnih izmena oštećeni ili su kompletno uništeni. Na žalost, ne postoji tehnička

dokumentacija na osnovu koje bi smo mogli tačno da utvrdimo koliko se zaista unutrašnjost objekta promenila od svog prvobitnog stanja, i zbog čega su se pojedini otvori na objektu zatvorili. Konstrukcije krova je takva da se pojavljuje vlaga u prostorijama, a to je dosta narušilo unutrašnji izgled objekta i zbog koje su najzanimljiviji delovi konstrukcije prikriveni.

Rekonstrukcijom, nakon istraživanja i restauracije pojedinih delova, postiglo bi se uspostavljanje prvobitnog izgleda, tj. onakav izgled kakav je moguće rekonstruisati prema dostupnim informacijama. Jedan od pristupa svakako jeste i modernizacija prostora koja bi obuhvatila klimatizaciju unutrašnjeg prostora i izvođenje drugih potrebnih instalacija, tako da u najmanjoj meri radovi naruše sačuvan originalni izgled. Objekat treba da bude fleksibilan i funkcionalan, a jedan od prioriteta ciljeva jeste da planirani radovi ne budu iracionalno skupi.

Revitalizacija bi se odnosila na uključivanje u savremene tokove i stvaranje uslova za njegovo očuvanje, namenu i održivost. Spoljašnji izgled «Zamka» se svakako ne bi menjao, prema merama tehničke zaštite nadležne institucije zaštite, ali predlog obnove bi bio «nov život» kroz savremeno oblikovanje i arhitektonsko izražavanje na adekvatnim mestima u enterijeru, eksterijeru ili u vidu pomoćnih sadržaja u neposrednoj blizini.

2. ZGRADA ZAMAK KROZ ISTORIJU NASELJA

Ruski Krstur je najstarije rusinsko mesto, danas je kulturni i prosvetni centar Rusina Srbije. Mesto je 1751. godine zvanično priznato kada je u Krsturu živelo oko 80 rusinskih porodica koje su se tu doselile još 1745/46. godine sa Hornjice (reč "hornjica", mađarski "felvidek", znači gornji predeo-misli se na gornje krajeve ispod Karpata i u Karpatima) na Kosceljsko. Kulske vlasti su Rusinske doseljenike primili i poslali da obrađuju pustu i močvarnu zemlju blizu Kule, gde su oni osnovali svoje naselje, današnji Ruski Krstur.



Slika 2. Položaj Zmajevac u Vojvodini



Slika 3. Položaj Zmajevac u selu

Od sredine XVIII veka Rusini u Bačkoj su imali svoje škole. Bile su to trivijalne konfesionalne škole koje su pružale najosnovnije obrazovanje. Takve škole nisu ni bile koncipirane da vaspitavaju u nacionalnom duhu i da kod dece razvijaju nacionalnu svest, ali je nastava na maternjem jeziku, savladavanje čitanja i pisanja omogućavalo pojedincima da mogu koristiti prvenstveno crkvene knjige, a deo predmeta kao što je veronauka i crkveno pevanje više su uticale na jačanje konfesionalne nego nacionalne svesti. Rusini su, u tesnoj vezi sa crkvenom opštinom, 1753. godine osnovali svoju školu a 1855. godine glavni učitelj je postao Petro Kuzmjak, čije ime danas nosi škola. Bio je učitelj po 1892. god. Podaci govore da je osnovna škola u Ruskom Krsturu prošla u svom veku više razdoblja: period

konfesionalne škole od 1753. do 1888. godine, zatim komunalne od 1888. god. 1899. godine, komunalna škola je bila pretvorena u državnu, i tada je u selu bilo 2 škole sa 6 učionica. Između dva svetska rata škola je bila državna. Na sednici školskog odbora 31. marta 1900. godine raspravljalo se o nedostatku školskih prostorija. U 6 učionica se nisu mogli smestiti svi učenici, a na jednu učionicu je dolazilo i po 120 učenika. Zaključeno je da se u toku godine sagrađe još 2 učionice. Plan za gradnju učionica je izabran, samo je trebalo isplatiti. Plan je trebao da se pošalje školskom inspektoru, a od vlade je trebalo tražiti sredstva da se u leto počne sa radom. Država je 1903. godine dobila sredstva za gradnju nove škole na glavnoj ulici i ona je sagrađena 1905. godine. I nova škola nije rešila problem u potpunosti a stara je propadala. Krsturci su 1907. zvanično podneli izveštaj o školi da su potrebne još 5 učionica i jedan stan za učitelja. Moglo se graditi na mestu stare škole jer je nju trebalo svakako srušiti. Za zidanje je bilo potrebno 50 000 kruna (koruni) i školu je trebala da izgradi država. Na sastanku učiteljskog veća 4. maja 1909. godine, upravitelj M. Poljivka je informisao prisutne da se po Planu izgradnje škola planira u Krsturu izgraditi škola 1911. godine. Plan je bio da škola ima 5 učionica jer je bilo puno učenika, i stan za učitelje. Projekat za školu je bio gotov 1911. godine, a projektant je molio da mu Ministarstvo vera i prosvete isplati posao. Prema ugovoru projektant je trebao da dobije 5% od troškova za izgradnju i 1100 kruna za putne troškove. Naveo je da škola u Krsturu košta 60 098 kruna i 28 filera. Zapisano je da su 1912. godine ovu veliku školu gradili pored crkve na mestu gde je bila stara škola i da je 1913. godine završena po planu. Vec 1914. god. škola nije mogla normalno da radi zbog rata, i u nju su u decembru trebali biti smešteni 30 ranjeni vojnici, te je na kratko vreme bila pretvorena u bolnicu. Objekat je 80-ih i 90-ih godina bio u službi predškolske ustanove „Bambi“, međutim kada je predškolska ustanova dobila nove prostorije u sklopu stare zgrade, tu su ponovo smešteni učenici osnovne škole „Petro Kuzmjak“ koji su ovde samo tokom toplih dana. Biblioteka je smeštena u delu koji je nekada bio dom za učitelja. To je jedina biblioteka u mestu i ona radi tokom cele godine. Na prvom spratu Nacionalni savet ima nekoliko prostorija, i tokom zimskih perioda taj deo se ne greje zbog velikih troškova, a deca su smeštena u novoj zgradi škole. Treći sprat predstavlja Muzej u kome je smeštena Etnografska zbirka.

3. TRADICIONALNI ZANATI I SAVREMENI RADNI PROSTOR

U savremenom poslovanju koncept coworking prvi je 2005. godine pomenuo Bred Nojberg, podrazumevajući deljenje kancelarije i svih troškova koje ona sa sobom nosi između ljudi koji su *frilenseri* ili započinju male privatne biznise. Tako se inicijalni troškovi smanjuju za sve korisnike, pa zbog minimalnih početnih ulaganja u infrastrukturu ovaj koncept je idealan za razvoj popularnih *startapa*. Popularno Co-working (eng.) ili u prevodu zajednički radni prostor, predstavlja jednu novu zajednicu i kulturu poslovanja koja nam dolazi. Co-working predstavlja rad u kancelariji ili posebno uređenom radnom prostoru koje deli više nezavisnih pojedinaca ili timova. Pojavom i velikim razvojem interneta, koncept rada se u mnogome promenio. Jednostavno, to je dovelo do pojave freelancer-a, pa je

ostalo jedino pitanje radnog mesta. Paralelno sa pojavom freelancer-a (eng.), odnosno honoraraca ili slobodnih radnika, kako ih još nazivaju, počela je i ekspanzija co-working-a i co-working prostora. Sve to je dovelo do okupljanja budućih intelektualaca i radnika u jednoj fizičkoj tački, po slobodnom izboru, nezavisno od poslodavca. Co-working nudi rešenje za problem izolacije koju mnogi slobodnjaci/frilenseri doživljavaju radeći kod kuće, dok istovremeno dopuštajući im da se oslobode svih smetnji i onoga što ih ometa za rad kod kuće. Najvažnije od svega, coworking ne predstavlja samo deljenje kancelarije sa nekim. U suštini ovog koncepta je kreiranje fantastično ugodnog, neformalnog i kreativnog radnog okruženja za sve koji žele da rade samostalno i budu „sami svoj gazda“, kao i za one koji pokreću sopstvena mala preduzeća. Ogromna korist je i u međusobnoj saradnji stručnjaka različitih profesija, razvijanju kontakata odnosno popularnog networking-a i povezivanju kolega iz iste struke. Nove ideje, saradnja i komunikacija sa kolegama iz inostranstva takođe predstavljaju vetar u leđa u ovakvom načinu rada.

4. SAVREMENI PRIMERI REVITALIZACIJE

1.1. Terra panonica, Mokrin, Srbija



Slika 4. - Terra panonica

Imanje na ravnom bregu Terra Panonike u Mokrinu predstavlja jedinstveni primer spoja tradicionalnog i savremenog funkcionalnog koncepta u domenu arhitekture i dizajna. Ovaj kompleks čini pet objekata objedinjenih velikim vojvođanskim dvorištem i predstavlja materijalizovanu viziju socijalno angažovanog investitora Branimira Brkljača i grupe mladih arhitekata okupljenih u kolektivu pod nazivom Autori. Imanje na ravnom bregu je specifična kreativna i inspirativna oaza za susret umetnika, teoretičara, inovatora, edukatora, razmene ideja, znanja i razvoja novog pogleda na moguće konstrukte sela i grada kroz susrete lokalne i globalne zajednice.

Gradeći sasvim nove odnose unutar te zajednice Terra Panonica se kroz svoje programe fokusira na tačke susreta umetnosti, edukacije, dizajna, agrikulture, inovacije, društvenog razvoja, komunikacije i proizvodnje. Ona je tu da revitalizuje, inicira, preporodi i inspiriše.

Transdisciplinarnim pristupima se objedinjuju polja nauke, vizuelene umetnosti, muzike i zvuka, performansa, novih medija, društvenih nauka, industrijskog dizajna i arhitekture. Stvaranje novog tipa institucije kao centra buduće kreativnosti je glavna ideja i zamisao ovog projekta.

1.2. Royal Bank Tower, Montreal, Kanada

Napušteni objekat u Montrealu postaje coworking prostor. Neoklasična banka je predivan prostor za novoosnovano radno mesto u Montrealu, Crev Collective. Startup Group - koja takođe vodi mrežu dizajnera i programera - naručili su arhitektu Henri Cleinga da transformiše prizemlje napuštene Kule Royal banke, pretvarajući je u zajedničku kancelariju, kafić i sedište kompanije.



Slika 5.- Royal Bank Tower

"Stvorio je diskretnu intervenciju bez prevazilaženja postojeće školjke", kaže arhitekta. "Bilo je veoma važno uspostaviti finu ravnotežu između starog i novog. Sve staro je moralo ostati kao glavna karakteristika, ali je i novo moralo biti beskompromisno". Kada je najstarija zgrada u Kanadi, Royal Bank Tower od 12.000 kvadratnih metara izgrađena 1928. godine, tada je ulica Saint-Jackues uživala u svojoj reputaciji kao sopstveni Vall Street. Objekat Royal Bank u Kanadi je napušten 2010. godine i do nedavno je bio prazan. Sada je ponovo otvoren za javnost, kao prostor koji je zadržao elemente koje je imao u svom ranijem životu, a ljubitelji kafe sede na mestima koji su ranije bili šalteri. Javni kafe je izdvojen od kancelarijskog prostora, tako što su dodani posebni kubusi napravljeni od presovanog čelika i staklenih zidova, kako bi stvorili intimnije prostorije za sastanke. Cleinge dodaje: "Staklo je važan element jer je diskretan i moderan, a sa transparentnošću prikazuje sve elemente, i starije i nove. Staklo spaja ceo prostor, za razliku od razdvajanja prostora na manje površine." Radnici mogu da plate mesečno članarinu, da rezervišu sto ili da iznajmljuju prostorije za sastanke po satu.

1.3. Republica 358 Office, Porto Alegre, Brazil



Slika 6.- Republica 358 Office

Ideja o renoviranju gradske kuće iz 1917. godine u novo sedište Hype Studia, došla je krajem 2015. godine. Izgledala je kao savršeno mesto da se u praksi primene koncepti u koje su verovali u svom radu. Bila je to prilika da se stvori radni prostor integrisan sa urbanim životom Cidade Baixa, boemskim susedstvom duboko povezan sa istorijom Hip Studia. Pozvana je Cafe Republica - kafeterija koja je već postojala u drugoj zgradi u istoj ulici i ima urbani identitet - da formira partnerstvo. Poziv je bio prihvaćen i ubrzo je prostor, usredsređen na poštovanje kulture kafe uz tehnike pripreme posebne žitarice, počeo da dobija svoju formu. Ujedinjeni, Hype Studio i Cafe Republica Cup, zvanično su stvorili Republiku 358, čija se namena sastojala iz integracije različitih načina korišćenja. Ponudili su okolini mesto koje veliča urban život - razgovor, dobru arhitekturu i odličnu kafu. Locirana u Rua da Republica, najljepšoj i najatraktivnijoj ulici boemske četvrti, istorijska kuća je delimično obnovljena od strane vlasnika kada je Hype Studio započeo projekat. Fasade, krov i prozori su već bili obnovljeni, izliven je bio betonski pod na prizemlju, a drugi sprat i čelično stepenište već su bili instalirani.

Da bi se prosvetleo prostor ali bez gubitka originalne teksture materijala, unutrašnji zidovi su obojeni u belo, samo se u prizemlju namenski ramovi razlikuju, stvarajući intimni ambijent u kafiću. Originalni pregradni zidovi su

očuvani i njihov gips je obnovljen (sala i u prizemlju sala za sastanke). U prizemlju postojeći izliven betonski pod je čuvan, dok su spratovi obloženi lameliranim drvom.

5. IDEJNO REŠENJE

U ovo vreme objekti iz prošlost privlače sve više turista, i takve zone postaju sve posećenije, te je revitalizacijom i prenamenom Zamka udahnut novi život koji ima u cilju razvoj mesta. Nakon detaljno urađenog tehničkog snimanja i formiranja tehničke dokumentacije, razmatrana je mogućnost organizacije prostorija gde se došlo do naoptimalnijeg rešenja za kreiranje co-working prostora. Gledano spolja, sve ostaje nepromenjeno, dok je unutrašnji prostor objekta koji je bio u službi obrazovanja, pretvoren u ambijent za poslovne namene, kreirane isključivo za rad talentovanih i kreativnih ljudi, za alternativne i umetničke grupe koji ulazu u sebe i svoj napredak a koji vole ili moraju da rade u grupama. Pristupeno je sa manjom intervencijom na objektu kao što je sanacija gde su se sačuvali svi postojeći materijali i elementi u enterijeru a dodane su samo fizičke pregrade, koje su transparentne, tako da vizure nisu zatvorene.

Sačuvana je sva originalna stolarija kako vrata tako i prozora. Podovi su ostali originalni jedino u stepenišnom delu u prizemlju i na spratu. Nekadašnje učionice su transformisane u kancelarije, skajp sobe i sobe za sastanke u kojima zaposleni mogu da obavljaju posao u mirnoj okolini. Prostorije na drugom spratu u kojima je smešten muzej, dobile su nov ulaz iz dvorišta u delu objekta koji vodi i u biblioteku. To je postignuto postavljanjem aneksa, sa transparentnim krovom, u kome je smešteno stepenište.

6. SMISAO REVITALIZACIJE

U oblasti istorije, opšte je prihvaćeno da je ključno razumevanje naše prošlosti radi bolje razumevanja naše budućnosti. Kako u istoriji, tako i u arhitekturi, ako dozvolimo da određeni periodi i objekti u arhitekturi nestanu iz naše memorije, to bi predstavljalo veliki gubitak. Dok se neki periodi, ljudi ili događaji najbolje pamte kroz spise, dokumente i druge pisane izvore, najbolji način da sačuvamo određeni period i zdanje arhitekture je da sačuvamo samu zgradu koja ga predstavlja. Uz malo sreće, obično se važan projekat i dobar dizajn poklapaju, ali kada to nije slučaj nije samo na nama da odlučujemo o tome da li ćemo određena zdanja zapustiti i prepustiti zubu vremena samo iz razloga jer nije u skladu sa našim sadašnjim vrednostima.

Tumačenje termina revitalizacija danas nema jedinstveno značenje. Može se primeniti na sva nepokretna kulturna dobra kod kojih se moraju rešavati problemi njihove funkcije i potencijala u svremenim uslovima. Osnovno značenje predstavlja oživljavanje i vraćanje prvobitne funkcije objekata, odnosno njihovo vraćanje u život. Revitalizacija se prvenstveno primenjuje na kulturna dobra koja se više ne koriste ili je njihova namena prevaziđena. Isto primenjujemo kod objekata koji su zadržali namenu, ali čije korišćenje nije usklađeno sa sremenim standardima i potrebama društva.

7. ZAKLJUČAK

Problemi sa okolinom u kojoj živimo su stvarni. Kako bismo uspevali dalje da zadovoljimo svoje egzistencijalne potrebe i kako bismo uspeali da omogućimo budućim generacijama da nesmetano zadovolje svoje potrebe, moramo ozbiljno da se pozabavimo problemom našeg okruženja. U ovom radu su predstavljena istraživanja vezana za tipologiju poslovnog prostora i kako se principi revitalizacije mogu primeniti u njoj.

Predlog rešenja revitalizacije Zamka je samo polazna ideja o mogućem načinu transformacije ovog objekta koji ima potencijal da postane atraktivnije mesto, mesto gde bi se svakodnevno okupljali mladi ali i stariji ljudi, kao jedan novi centar Ruskog Krstura.

Ideja je da se odraži kvalitet unutrašnjeg prostora zbog čega je neophodno analizirati objekat i napraviti tehničku dokumentaciju. Prvenstveno treba preispitati koji su nedostaci konstrukcije krova koji je glavni krivac vlage, jer najveći problem ovom objektu predstavlja vlaga koja uz dobre majstore i savremene tehnike može da se ukloni, sanira i da se objekat vrati u zdravo stanje, kakvo je bilo na početku. Pored pravljenja tehničke dokumentacije i vraćanja objekta u prvobitno stanje, što znači vratiti materijale koji su bili pre oštećenja, i primeniti nove tehnike i materijale koji će učiniti objekat funkcionalnijim a koji neće narušiti prvobitni izgled, treba napraviti plan koji će održati vrednost objekta, približiti ga široj javnosti, i na taj način napraviti atrakciju jednog malog mesta.

8. LITERATURA

- [1] Dr. Anđelija Ivkov i Ljubica Ivanović: "Etnodemografske karakteristike Rusina i Ukrajinaca u Vojvodini", Zbornik radova Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo 35/2006., Originalni naučni rad, PMF, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad
- [2] Eva Vaništa Lazarević, Obnova gradova u novom milenijumu, Autorsko izdanje, Beograd, 2003.god.
- [3] Janko Ramac: „Škola u Ruskom Krsturu" (1753–1918), Novi Sad, 1995.god.
- [4] Marko Todorović: Predavanje - Arhitektonsko staklo i primena u enterijeru, Novi Sad, 2017.god.
- [5] Preporuke za projektovanje IKT prostorija.pdf
- [6] Sanja Adamović, *Revitalizacija Ranžirne stanice u hostel*, master rad, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, Odsek za arhitekturu, 2012. god.
- [7] Sead Alić: Globalno selo -Globalno umreženi čovek Internet izvori: coworkingsubotica.com; gradnja.rs ; archdaily.com ; dezeen.com

Kratka biografija:



Aleksandra Mecek rođena je 01.03.1991. u Vrbasu. Diplomirala je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu gde je dobila zvanje dipl.inž.arh. Na istom fakultetu je upisala master gde se opredelila za modul dizajn enterijera.

PRIMENA SAFE OKVIRA U VELIKIM SOFTVERSKIM KOMPANIJAMA: STUDIJA SLUČAJA UVOĐENJA AGILNOG OKVIRA U POSLOVANJE

SCALING AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT IN LARGE SOFTWARE COMPANIES: CASE STUDY OF THE SCALED AGILE FRAMEWORK APPLICATION

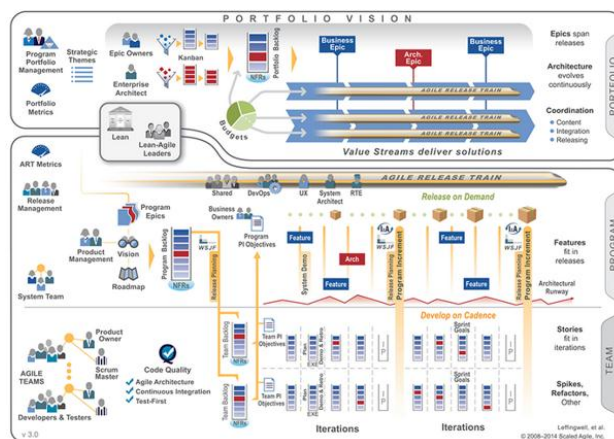
Ivana Đurović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
INŽENJERSKI MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana implementacija skaliranog agilnog okvira, kao i osnovni alati i faktori koji utiču na njegovu primenu i realizaciju. Stavljen je akcenat na usvajanje agilnih metoda i na identifikaciju efekata adaptacije u cilju postizanja efikasnog poslovanja.

Abstract – The paper present implementation of Scaled Agile Framework as well as basic tools and factors that are affecting its implementation and realization. The accent is on the process on the adoption of agile methods and identification of the effects of adaptation in order to achieve efficient operations.

Ključne reči: Agilni razvoj softvera, agilno sklairanje, studija slučaja



Slika 1. Slika SAFe okvira za velika preduzeća

1. UVOD U SKALIRANI OKVIR ZA AGILNE METODE (SAFe okvir)

SAFe okvir ima za cilj da uvede prakse agilnih i lin principa u preduzeće, integrišući u sebe agilne metode kao što su: Skram, ekstremno programiranje, lin i slično. Slika 1 predstavlja vizuelnu predstavu SAFe okvira koja će pomoći kompanijama koje se opredele da implementiraju SAFe okvir u svoje organizacione okvire.[1]

Timski nivo SAFe okvira sastoji se od agilnih timova koji su kolektivno odgovorni za definisanje, izgradnju i testiranje softvera u iteracijama fiksne dužine. SAFe okvir na ovom nivou sadrži mešavinu agilnih praksi u upravljanju projektima (Skram) i agilnim tehničkim praksama (ekstremno programiranje).

Na primer, koncept korisničkih priča je pozajmljen iz ekstremnog programiranja, dok je planiranje sprinta, dnevni sastanci tipično za Skram komponente.

U svakoj iteraciji imamo definisano šta treba da se uradi i retrospektivu. Kako bi se obezbedila bolja iteracija među timovima, svi timovi rade na identičnoj kadenci i dužini iteracije. Agilni timovi se obično sastoje od 7 do 9 članova [2].

Primarni cilj na programskom nivou jeste skalirano organizovanje agilnih timova kako bi se optimizovala isporuka vrednosti. Pored toga, programski nivo usklađuje timove sa strateškom vizijom kompanije u okviru svake investicione teme. Na ovom nivou, poslovne i arhitektonske karakteristike su definisane i poredene po prioritizaciji u programskom nivou. Bitan koncept koji je uveden na ovom nivou je voz agilne isporuke (ART) koji obezbeđuje kadencu i sinhronizaciju. Agilni voz isporuke obezbeđuje potencijalne isporuke inkrementa u fiksnim vremenskim granicama, obično od 60 – 120 dana [3].

Portfolio nivo je najviši nivo u SAFe okviru, gde su programi usklađeni sa poslovnom strategijom preduzeća i linijom toka vrednosti. Vrednosni tokovi su dugotrajni nizovi sistema, razvoja i koraka koji se koriste za izgradnju kako bi se obezbedio neprekidan tok vrednosti [4].

2. STUDIJA SLUČAJA

Kompanija koja je izabrana za potrebe istraživanja, je korporacija sa sedištem u USA. Zapošljava više od 120.000 zaposlenih i radi u preko 50 zemalja širom Amerike, Evrope i Australije.

U istraživanju su učestvovala dva tima iz poslovne jedinice kompanije koja je bila predmet istraživanja. Istraživanje je sprovedeno polu-strukturirano uz korišćenje otvorenog upitnika.

NAPOMENA:

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

Zbog dinamike posla, ograničenosti resursa i vremenskih rokova prikupljanje podataka je trajalo 2 nedelje gde su zaposleni proveli oko jedan sat direktnog učešća u intervjuisanju tokom radnog vremena.

Tabela 1. *Intervjui*

Tim	Nivo	Iskustvo zaposlenih	Datum intervjua	Trajanje intervjua
Tim 1	Timski	11 godina	14.11.2017	45 minuta
Tim 1	Timski	5 godina	15.11.2017	65 minuta
Tim 1	Timski	3 godina	15.11.2017	55 minuta
Tim 1	Timski	4 godina	16.11.2017	67 minuta
Tim 1	Timski	2 godina	16.11.2017	60 minuta
Tim 2	Timski	5 godina	20.11.2017	80 minuta
Tim 2	Timski	2 godina	20.11.2017	65 minuta
Tim 2	Timski	2 godina	21.11.2017	60 minuta
Tim 2	Timski	1 godina	21.11.2017	40 minuta
Tim 2	Timski	1 godina	23.11.2017	45 minuta

Odabrano je 10 učesnika, po pet iz svakog tima, koji su varirali u iskustvu sa agilnim okvirom, u godinama radnog staža i u organizacionim ulogama.

U proseku su imali od 1-16 godina radnog iskustva u razvoju softvera i oko godinu dana iskustva u korišćenju agilnih metoda.

Većina članova je direktno uključena u razvoj softvera sa sledećim ulogama: developer (programer), programer tester, Skram master, vlasnik kôda. Vremenski okvir održavanja intervjua je bio oko jedan sat.

U većini slučajeva jedan do dva intervjua su bili sprovedeni u jednom danu tako da ih je bilo maksimalno pet u jednoj nedelji. Odlomci intervjua iz transkripta dobili su kôdove na osnovu tema koje proizilaze iz istraživačkih pitanja:

(IP1) Koji su indikatori uspešnosti SAFe okvira?

(IP2) Kako su se organizacione uloge promenile uvođenjem SAFe okvira?

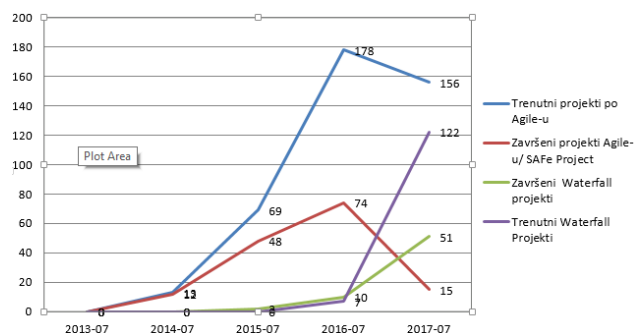
(IP3) Efekti adaptacije SAFe okvira na timskom nivou?

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Kompanija koja je izabrana za potrebe istraživanja je pokrenula program promena čiji je cilj bio redefinisane načina na koji kompanija obavlja poslovanje kroz temeljne promene svojih proizvoda i usluga. Jedan od glavnih uzroka pomena je činjenica da glavni pravac kompanije proizvodnja hardvera koju odeljenje za razvoj softvera nije mogao da prati. S obzirom na veličinu organizacije i broja projekata, pojavila se potreba za skaliranjem agilne prakse u timovima.

Prelazak sa tradicionalnog vodopad modela na SAFe okvir odvijao se u fazama. Svaki projekat započet u organizaciji označen je kao vodopad ili SAFe projekat i pratio je prakse odgovarajućeg pristupa u toku završetka projekta.

Agilne prakse su pokrenute tokom jula 2013. godine sa nekoliko pilot projekata, da bi do jula 2017 godine kada se uradio presek stanja za potrebe istraživanja, bilo ukupno oko 156 projekata zasnovanih na SAFe okviru i 15 projekata baziranih na vodopad modelu.

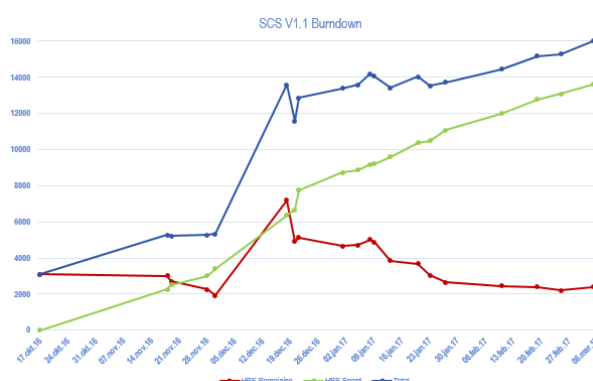


Grafik 1. *Broj tekućih i završenih projekata zasnovani na vodopad modelu i agilnim/SAFe modelu u kompaniji između 2013. i 2017. godine.*

U periodu između jula 2013 i jula 2017. godine, realizovano je 129 agilnih/SAFe projekata sa prosečnim trajanjem od 365 dana. U istom periodu završeno je 63 projekata po vodopad modelu sa prosečnim trajanjem od 454 dana.

3.1. Indikatori faktora uspešnosti adaptacijom SAFe okvira

Kompanija u kojoj je sprovedeno istraživanje se susrela sa raznim problemima u adaptaciji agilnih metoda. Jedna od ključnih razloga zašto je adaptacija SAFe okvira u početku nailazila na poteškoće je ignorisanje agilnih procedura i loše definisanje uloga u timovima, što je dovelo do parcijalne adaptacije agilnih metoda. Dakle, timovi su prihvatili redovne dnevne sastanke, Kanban tablu, Jiru za merenje produktivnosti i upisivanje vremena. Još jedan aspekt koji je interesantan na samom početku adaptacije SAFe okvira u timove, je izbegavanje rada po Skram metodi. Timovi su bili definisani kako „Tiger timovi“ umesto Skram timovi. Jedan od ključnih pokazatelja uspešnosti rane adaptacije SAFe okvira u timovima pokazuje sledeći grafikon



Grafik 2. *Burndown grafik u Jiri*

U radu je identifikovano nekoliko faktora uspešnosti koje su donele agilne metode rada: kontinuirana integracija, interni agent promena, kultura tima, upotreba odgovarajućih alata, redovni sastanci, promena dokumentacije. Grafikon pokazuje rad na projektu u periodu tranzicije timova sa klasičnog vodopad modela na agilne metode. U periodu od pola godine (oktobar 2016 – marta 2017) efikasnost tima se smanjivala. Vidimo da se ukupno

rešavanje zadataka nije smanjivalo već povećavalo zbog loše organizacije rada i uslovljenosti timova vremenskom razlikom i parcijalnom adaptacijom agilnih metoda

Promena organizacionih uloga u timovima primenom SAFe okvira

Razlozi i objašnjenja za promenu uloga u timu prilikom adaptacije SAFe okvira, značajno variraju između intervjuisanih učesnika. Zajedničko za oba tima je da je Skram metodologija usvojena pre agilne transformacije. Rezultati istraživanja su pokazali da je tim 2 imao problema oko definisanja uloge Skram mastera kao i sa ostalim ulogama u timu.

Manjak podrške višeg menadžmenta

Podrška i posvećenost višeg menadžmenta agilnoj transformaciji je identifikovan kao bitan faktor procesa agilne transformacije. U istraživanju je identifikovano da je cilj procesa agilne transformacije ostao nejasan članovima timova. Sa uvođenjem agilnih metoda proces planiranja i dnevna rutina zaposlenih se promenila ali i dalje postoji problem prekidanja dinamike sprinta usled prihvatanja novih zadataka usred iteracije. Ključni indikatori performansi i kanali komunikacije koju menadžment koristi nisu prilagođeni novoj situaciji u organizaciji, što je dovelo do duplog izveštavanja i pogoršanju komunikacije

Promena veličine tima

Timovi koji su bili obuhvaćeni istraživanjem, imali su od 7 do 18 članova, što predstavlja optimalan broj članova tima koji prate agilnu metodologiju rada. Prema izjavama ispitanika, broj članova tima se promenio od kada su krenuli da primenjuju SAFe okvir. U oba tima su, pre agilne transformacije, brojali oko 40 - 50 članova.

Kultura tima

Kultura tima je spomenuta u više navrata u različitim kontekstima, od strane članova tima koji su bili intervjuisani ali i nekoliko puta u radu. Identifikovani su različiti aspekti kao što su: komunikacija (interna i eksterna) fleksibilnost u planiranju i kontroli, pravila i slično. Skram metoda je uvela nove uloge, tako da pored članova tima i projektnog menadžera uvedene su uloge poput: Skram mastera, vlasnik proizvoda i vlasnik kôda.

Manjak znanja o agilnom okviru

Tokom istraživanja primećeno je da članovi timova nisu prošli adekvatan kurs obuke za rad po agilnim metodama. Proces učenja je bio u hodu kroz rad pomoću smernica Skram mastera, koji su jedini prošli obuku za Skram mastera. Pokazalo se da članovi timova koji nisu bili ni na jednoj obuci imaju problema da shvate tranziciju organizacionih uloga i načine rada koji su donele agilni procesi.

Uska specijalizacija članova tima i nedostatak multi-disciplinarnosti

Tehnička ekspertiza i veštine svakog člana tima imaju veliki uticaj na način dodele novih uloga u agilnoj konfiguraciji [5]. Istraživanjem se došlo do zaključka da uska specijalizacija članova tima i nedostatak multi-

disciplinarnosti može da predstavlja problem u smislu reorganizacije timova

3.2. Efekti adaptacije SAFe okvira na nivou tima

Kod efekata adaptacije SAFe okvira mogu se mogu se identifikovati prednosti i nedostaci.

Prednosti

Bolja komunikacija

Komunikacija u timu i između timova je povećana i unapređena.

Bolji kvalitet softvera i bolji kvalitet kôda

SAFe okvir je pomogao timovima da se usredsrede na kvalitet kôda i isporuke kroz set alata i automatizaciju testova. Timovi koji rade na istom proizvodu imaju bolju tehničku osnovu za saradnju kao što su integrisana test okruženja i ostali resursi. Veći kvalitet kôda u kraćem vremenskom periodu je povećan zbog češće provere napisanog kôda od strane članova tima.

Bolja sinhronizacija, planiranje i kolaboracija između timova

Timovi i vlasnici proizvoda blisko sarađuju, a timovi koherentnije sarađuju prema zajedničkom cilju. Sinhronizacija između kros-funkcionalnih timova je znatno poboljšana i to ne samo u okviru jednog tima već kroz celokupnu organizaciju.

Kvalitetnije, češće i predvidive isporuke

Adaptacija SAFe okvira je rešila problem prioritizacije. Skraćeni ciklusi iteracije i bolja prioritizacija zadataka doprineli su čestim predvidim isporukama i stabilnijem okruženju.

Bolja transparentnost

Vidljivost u radu drugih timova dovela je do povećanja odgovornosti i poverenja, rešavanju problema, izazova i promena koje nastaju.

Nedostaci

Manja nezavisnost timova

Nemogućnost samostalnog odlučivanja članova tima, već Vlasnici proizvoda odlučuju šta će se raditi.

Veće opterećenje tima

Članovi tima imaju manje vremena za programiranje zbog planiranja programskog inkrementa koji se odvija na svake dve nedelje. Dok je Skram master opterećen administrativnim poslovima.

Smanjena komunikacija

Pogoršanje komunikacije identifikovana je samo u jednom timu usled mirkomenadžmenta vlasnika proizvoda.

Slabo rešavanje neplaniranih zadataka

Agilne metode za sada nisu rešile problem iskršavanja novih zahteva koji nisu deo planiranog sprinta

3.3. Okvir za uvođenje agilnih metoda u poslovanje

Za većinu kompanija je teško ugraditi agilne prakse malih pilot projekata u sve poslove jedinice i funkcije bez obzira na uspeh tih pilot projekata, ako se ne izvrše značajne strukturne promene. Pre primene i adaptacije agilnih metoda potrebno je izvršiti promene u jednom ili više delova svojih organizacionih jedinica, usmeravajući se na sledeće četiri oblasti: modifikovanje organizacione strukture, poboljšanje interakcije između članova tima i menadžmenta, redefinisanje uloga unutra poslovnih jedinica i preispitivanje modela budžetiranja i planiranja.

Modifikacija organizacione strukture

kompanije bi trebalo da teže organizaciji stabilnih timova koji su usmereni na davanje određenih poslovnih rezultata. Dakle, kompanija mora da odredi agilan tim ili grupu agilnih timova koji će biti odgovorni za razvoj i održavanje proizvoda.

Poboljšanje interakcije između članova tima i menadžmenta

Da bi stvorilo agilno okruženje, neophodno je da se sruše barijere koje postoje između timova i menadžmenta kompanije. Jedno od rešenja može biti postavljanje vlasnika proizvoda koji dobro razume proizvod kompanije i koji ima znanje i autoritet da donosi rizične odluke i daje prioritet određenim komponentama softvera. Sposobnost vlasnika proizvoda da donese brze odluke pomaže u smanjenju uskih grla u razvoju i povećava produktivnost.

Redefinisanje menadžerskih uloga i odgovornosti

Sve kompanije koje žele da pređu na agilne metodologije moraju da razmotre redefinisanje uloga i odgovornosti rukovodilaca, kako bi se promene i mogućnosti koje dolaze sa agilnim razvojem, bolje usvojile u organizaciji. Kompanije koje su efikasno sprovele agilnu transformaciju su mnogo transparentnije jer pružaju jasne smernice koje odluke treba doneti unutar tima, a koje će doprineti većoj vrednosti proizvoda.

4. ZAKLJUČAK

U procesu oblikovanja agilnih okvira u organizacijama, važnu ulogu ima odabir pravog koncepta, koji podrazumeva angažovanje svih zaposlenih u organizaciji. Dakle, potrebno je imati otvorenu diskusiju o samom okviru, da se daju predlozi za razvijanje i implementaciju.

Pri razmišljanju o bilo kakvim razvojnim planovima vezanih za agilne okvire, u obzir treba uzeti kako individualne tako i organizacione potrebe.

Kako donošenje važnih odluka ide od top menadžmenta prema ostalim zaposlenima, male promene na kojima radi puno ljudi mogu organizaciju da uvedu u proces velikih promena. usvajanje skaliranog agilnog okvira dugotrajan proces sa mnogobrojnim izazovima koje organizacije treba da savladaju u procesu agilne transformacije.

5. LITERATURA

- [1] D. Leffingwell, "SAFe Scaled Agile," 2017. [Online]. Available: <http://www.scaledagileframework.com/>. [Accessed: 11-Nov-2017].
- [2] D. Leffingwell, *Agile Software Requirements*. Boston, 2011.
- [3] D. Leffingwell, *Agile Software Requirements: Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise*. Boston: Addison-Wesley Professional, 2011.
- [4] K. Rautiainen, J. von Schantz, and J. Vähäniitty, "Supporting Scaling Agile with Portfolio Management: Case Paf.com," 2011.
- [5] M. Jovanović, "Prilog istraživanju uslova za uvođenje agilnih metoda u preduzeća," Novi Sad, 2017.

Kratka biografija:



Ivana Đurović rođena u Novom Sadu 1986. god. Osnovne i master akademske studije završila na Ekonomskom fakultetu u Novom Sadu 2012. godine. Drugi master završava 2018. godine na fakultetu Teničkih nauka u Novim Sadu na departmanu Industrijsko inženjerstvo i menadžment.

**ANALIZA UTICAJA PLANIRANJA POSLOVANJA I OTPORA PREMA
PLANIRANJU U MALIM I SREDNJIM PREDUZEĆIMA****ANALYSIS OF THE IMPACT OF BUSINESS PLANING AND RESISTANCE TO
PLANING IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES**

Tamara Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – *Ovaj rad ima za cilj da kroz praktično istraživanje prikaže odnos zaposlenih prema poslovnom planiranju i javljanje otpora u malim i srednjim preduzećima.*

Abstract – *This paper has an objective to show, through practical research, the pertinence of employees to business planing and resistance in small and medium sized enterprises.*

Ključne reči: *Planiranje poslovanja, Promene, Strategija*

1. UVOD

S obzirom na to da je planiranje primarna funkcija u preduzeću i da prethodi svim drugim funkcijama, pa tako prethodi i uvođenju promena prva tema koja je obrađena u radu jeste upravo planiranje. Planiranje je funkcija koje je predstavljena kroz sam njen pojam, definicije i značaj.

Kao prirodna i veoma učestala reakcija prilikom uvođenja promena jeste javljanje otpora od strane zaposlenih. Koje sve vrste otpora postoje, kako se manifestuju, prepoznaju i kako upravljati otporom u tim situacijama, takođe, je jedna od obrađenih tema u radu.

2. POJAM PLANIRANJA

Opšte je poznato da planiranje predstavlja jednu od najvažnijih funkcija preduzeća i ona kao takva prethodi funkcijama kao što su organizovanje, vođenje i kontrola. S obzirom na to koliko je svaka od navedenih funkcija ključna i neizostavna u jednom sistemu često koristi i termin da je planiranje "prva među jednakim" funkcijama preduzeća i najvažnija je karika u procesu prevođenja sistema iz sadašnjeg stanja ka budućem, željenom, stanju.

Proces planiranja predstavlja skup kontinuiranih aktivnosti koje predstavljaju analizu uticajnih faktora internog i eksternog okruženja, na osnovu toga se dolazi do konačnih odluka i razvijenih konkretnih planova za budućnost što dovodi do ostalih, prethodno navedenih funkcija, organizovanje, vođenje, kontrola.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Andrea Ivanišević, docent.

U poslovnom smislu planovi su nešto što je rezultat osnovne funkcije planiranja, bez planiranja ni jedna organizacija ne bi mogla opstati, to se odnosi na svakodnevne jednokratne planove obične raspodele posla za taj dan do onih dugoročnih, trajnih planova koja dosežu do vremenskih rokova od po nekoliko godina.

Po ovome se može videti da, koliko god svaki plan bio jednako važan za funkcionisanje organizacije, se oni mogu klasifikovati po nekoliko kategorija.

Prema obimu: strateški, operativni, taktički; učestalosti primene: jednokratni i trajni planovi; vremenskom okviru: dugoročni, srednjoročni i kratkoročni planovi; prema specifičnosti: direkcioni i specifični planovi; obuhvatnosti organizacije: globalni, divizion i funkcionalni planovi.

3. UVOĐENJE PROMENA I JAVLJANJE OTPORA U ORGANIZACIJI

U prirodi postojanja kako bilo kog bića u prirodi tako i postojanja organizacije promene su neminovne situacije koje se događaju i bez kojih život ne teče, to se odnosi i na život nas samih i na životni ciklus organizacije.

Promene često umeju da budu okarakterisane kao nešto nepoželjno, kao nešto što se maksimalno odlaže ili izbegava iako je, zapravo, od suštinskog značaja svakoga da promena mora, čak, i treba biti jer to znači da se nešto dešava, nekada one same prouzrokuju manje poželjne stvari, a nekada prouzrokuju i dovedu baš do nečega što smo planirali, želeli, radili na tome i one ostavljaju različiti utisak na nas u zavisnosti kako smo ih, u koju grupu svrstali.

Promena predstavlja jednu, ne nužno novu, ali drugačiju situaciju od prethodne kao i proces prilagođavanja tim izmenjenim situacijama.

Isto tako kao što su promene prirodne situacije koje se trebaju dešavati, u ljudskoj prirodi postalo je prirodno da se, iz raznih razloga ličnih čovekovih, društvenih normi, zakona itd, javljaju otpori prema tim promenama koji u velikom broju slučajeva predstavljaju odbrambeni mehanizam kojima se služi psiha i ti otpori dovode do toga da promene i samo planiranje promena budu neprihvaćene i neprimenjene onako kako je to isplanirano i dogovoreno, a takve situacije dovode, između ostalog, do zastoja u radu, nezadovoljavajućih rezultata, neostvarenja ciljeva, tenzije i neprijatne atmosfere.

Otpor predstavlja odbijanje da se određene stvari, situacije ili stavovi i razmišljanja prihvate, razumeju ili primenjuju.

3.1. Upravljanje promenama

S obzirom na to da su promene bilo koje vrste neminovne u životnom ciklusu kako čoveka tako i samog preduzeća i da on sa sobom donose mnogo izazova, novih situacija, perioda prilagođavanja najmanje što preduzeće u ovoj situaciji može uraditi jeste da, koliko god je to moguće, upravlja tim istim promenama koje se dešavaju kako bi one ostavile što manje negativnog uticaja na poslovanje i zaposlene, a što više dovele do pozitivnog efekta njihove pojave i kako bi se izvukao maksimum iz svake situacije. Samim tim kako bi proces prilagođavanja promenama kod zaposlenih trajao što kraće značajno je upravljati promenama.

Tokom vremena razvijeno je dosta modela koji prikazuju koje korake je potrebno preduzeti i na koji način da bi preduzeće što uspešnije upravljalo promenama, u ovom radu biće predstavljene samo neki od modela:

- Levinov model
- McKinsey 7s model
- Birov (Beer) model
- Harold Levit model

Levinov model predlaže tri osnovna koraka koja je potrebno preduzeti kako bi se preduzeće što “bezbolnije” priviklo na promene i taj model smatra da je najpre potrebno da se preduzeće odmrzne čime će se pripremiti za nadolazeće promene, zatim je potrebno uvesti konkretne promene i na kraju nakon uvođenja promena neophodno je preduzeće zamrznuti u tom stanju.

Model upravljanja promenama koji je 80-ih godina razvila konsultantska kuća McKinsey i on predstavlja stav da prilikom uvođenja promena postoji sedam ključnih faktora koji stvaraju mogućnost za promene i olakšavaju implementaciju istih. Svih sedam faktora je jednake važnosti i međusobno su povezani i izostavljanje čak i samo jednog od njih može nepovoljno uticati na uvođenje samih promena, tj. na njihov kvalitet. Tvrdi faktori: struktura, strategija, sistemi; Meki faktori: stil, veštine, kadrovi, zajedničke vrednosti.

Birov model upravljanja promenama predstavlja metodu koja potencira uključivanje što većeg broja zaposlenih u upravljanju promenama, iz toga razloga se ova metoda često karakteriše kao metoda koja propagira učesnički pristup. Poznat i kao model kritičnog puta iz razloga što ova metode predlaže upravljanje kroz kritični put korporativne promene koja sadrži nekoliko koraka, a to su: mobilisanje energije za promenu među stejkholderima, razvijanje vizije, postizanje konsenzusa da je nova razvijena vizija odgovarajuća, širenje i implementiranje promena u svim funkcijama, definisanje politika, procedura i struktura, kontinualno praćenje primanjeivanja promena i rešenja potencijalnih problema.

Model upravljanja promenama koje predstavlja Levit spada u organizacione modele i ovaj model sa svojim komponentama konkretno služi da se organizacija analizira kako bi se kvalitetnije sagledala i bolje razumela. Ovaj model iznosi stavove da svaka organizacija predstavlja sistem koji sadrži četiri glavne komponente koje su međusobno povezane tako da bilo kakve promene kod jedne komponente izazivaju promene

kod druge komponente. Te komponente su: zadatak, ljudi, tehnologija, struktura.

3.2. Upravljanje otporom

Nakon što se donese odluka da će se uvesti određena promena u organizaciji započinje se proces njene implementacije i upravo u tim momentima počinje da se javlja reakcija i ponašanje koje je poznato pod nazivom – otpor.

Opšte je poznato da su, iako promene koje se uvode u sklopu organizacije predstavljaju projekte koje su tu da bi poboljšali opšte stanje, otpori na iste veoma učestala, gotovo neminovna, pojava od strane ljudi koji čine tu organizaciju.

Utvrđeno je da je otpor koji se javlja internog karaktera i da postoji više razloga zbog kojih se otpor javlja ali da se razlozi mogu svrstati u nekoliko osnovnih razloga:

- Grupa zaposlenih nemaju sklonost napuštanja zone komfora i biraju da nastave da rade po dosadašnjem režimu, neprimenjujući i neprihvatajući promene, koji im je dobro poznat
- Sam menadžment i rukovodstvo nije sklonu promenama pa samim tim takav duh ne prenosi na zaposlene što dovodi do toga da čitava organizacija ne uvodi promene iz ličnih razloga pojedinaca

Kada postoji razlog za određenim otporom samo je pitanje trenutka kada će otpor početi da se manifestuje i da se primećuje, nekada se on može prepoznati odmah u samom izražavanju mišljenja, a nekad se on identifikuje kroz određeno vreme i to ne kroz mišljenje već putem aktivnosti koje jasno mogu pokazati da je reč o primenjivanju otpora. U sledećim situacijama se može reći da se radi o manifestaciji otpora: pasivno primenjivanje promena uz nepredviđena kašnjenja i odugovlačenja izvršavanja zadataka; konkretni postupci koji imaju za cilj sabotiranje promena pri čemu se umanjuju efekti promena kako bi se zadržalo postojeće stanje; potpuno ignorisanje izvršavanja zadataka koji spadaju pod promenama i uporno izvršavanje na stari način.

Kada se prepozna da pružanje otpora promenama zaista postoji, kroz bilo koji oblik, ono što menadžmentu i rukovodstvu preostaje jeste preduzimanje određenih mera kroz razne aktivnosti koje će otpor smanjiti, neutralisati, preusmeriti ili potpuno ukloniti u najbržem mogućem roku koji neće uticati na samo poslovanje i koji će pokazati zaposlenima koji pružaju otpor da postoji spreman plan rada i da će se promene uvesti, a da je rukovodstvo tu da im na razne načine to omogućí, olakša i pruži im neophodnu pomoć i podršku.

Određene promene rukovodstvo i menadžment može uvesti, unatoč otporu koji je prisutan, kroz primenu sledećih aktivnosti:

- Edukacija, komunikacija
- Podrška, aktivno učestvovanje u implementaciji
- Pregovaranje, nagodba (zajednička odluka)
- Pridobijanje, preobraćanje, kontrolisanje

4. ISTRAŽIVANJE

4.1. Problem istraživanja

Planiranje kao jedna od glavnih funkcija menadžmenta i kao proces, u savremenim uslovima poslovanja, prisutno je već dugu niz godina, planiranjem organizacija određuje, definiše, kuda želi ići u budućnosti, u kom pravcu želi da se njeno poslovanje razvija i na koji način će to postići. Planiranje se kao i svaki proces sastoji iz niza kontinuiranih i povezanih aktivnosti i svaka od tih aktivnosti nosi sa sobom moguće nepredviđene situacije, smetnje i izazove. Ovakve situacije dovode do problema kao što su moguće pojave otpora prema samom procesu planiranja, pojava otpora onih koji treba da primenjuju planove i otpori prema eventualnim izmenama planova. Ono što se javlja kao posledica jesu neusaglašene funkcije u sklopu jednog sistema, nepotrebnog trošenja resursa organizacije.

4.2. Predmet istraživanja

U skladu sa definisanim problemom, predmet istraživanja u ovom master radu je odnos menadžmenta preduzeća prema poslovnom planiranju, prema određenim smetnjama koje se javljaju tokom samog procesa planiranja i kako to utiče na pojavu pružanja otpora u procesu planiranja od strane menadžmenta i zaposlenih u odabranim malim i srednjim preduzećima u Srbiji.

4.3. Cilj istraživanja

Jedan od ciljeva istraživanja je da se istraži odnos menadžera prema sistemu planiranja poslovanja u preduzećima u kojima je on uveden, takođe, istražiti da li postoji otpor prema planiranju i koji su razlozi.

4.4. Hipoteze istraživanja

Opšta hipoteza istraživanja je postavljena u skladu sa predmetom, problemom i ciljem istraživanja i glasi: **“Neplanirane smetnje koje se javljaju u procesu planiranja u malim i srednjim preduzećima ne utiču na pružanje otpora u procesu planiranja”.**

Na osnovu opšte hipoteze, definisane su i sledeće pojedinačne hipoteze:

PH1 - “Značajne neplanirane smetnje se dešavaju u malim i srednjim preduzećima i poslovni plan nema veliku ulogu pri smanjenju negativnih uticaja”.

PH2 - “Menadžeri i zaposleni pružaju otpor prema procesu planiranja i prema izmenama plana”.

4.5. Instrument istraživanja

U saradnji sa mentorom master rada, kreiran je upitnik koji je korišćen prilikom istraživanja. Upitnik je sastavljen od tri celine odnosno poglavlja u kojem se nalaze pitanja u skladu kojoj celini pripada. U prvom delu upitnika - *Specifična pitanja iz oblasti planiranja* dato je 5 pitanja, koja se odnose na neplanirane smetnje u procesu planiranja i realizaciji planova.

U drugom delu upitnika koji je vezan za - *Otpore prema planiranju* dato je 10 pitanja koja imaju za cilj da daju odgovor na to da li se javlja otpor prema planiranju, realizovanju, ako da, od strane koga, koji su razlozi za njegovo postojanje itd.

4.6. Uzorak i tok istraživanja

Istraživanje je sprovedeno u 20 odabranih MSP (malih i srednjih preduzeća) tokom 2016. godine. Ovo istraživanje je bilo interdisciplinarnog karaktera i zasnivalo se na analiziranju poslovnih procesa iz oblasti Planiranje i analiza procesa rada.

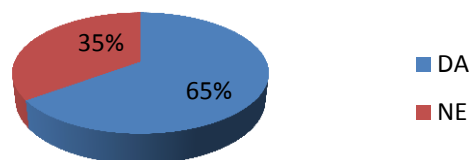
4.7. Rezultati istraživanja

Pitanje 4.1.

Tabela 1 – Prikaz rezultata za pitanje 4.1.

Odgovor	Broj odgovora	Procenat
Da	1	5
Delimično	9	45
Ne	10	50
Ukupno	20	100%

Da li su se desile značajne neplanirane smetnje u poslovanju preduzeća u poslednje dve godine?



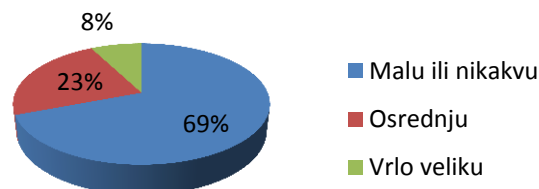
Grafikon 1 – Grafički prikaz rezultata za pitanje 4.1. (%)

Pitanje 4.2.

Tabela 2 – Prikaz rezultata za pitanje 4.2.

Odgovor	Broj odgovora	Procenat
Malu/nikakvu	9	69.23
Osrednje	3	23.08
Vrlo veliku	1	7.69
Ukupno	13	100%

Ukoliko jesu, koliku je ulogu imao poslovni plan za smanjenje negativnih uticaja i održavanje?



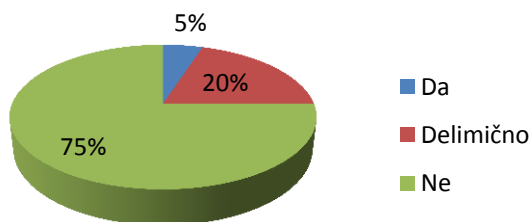
Grafikon 2 – Grafički prikaz rezultata za pitanje 4.2 (%)

Pitanje 5.2.

Tabela 3 – Prikaz rezultata za pitanje 5.2.

Odgovor	Broj odgovora	Procenat
Da	1	5
Delimično	4	20
Ne	15	75
Ukupno	20	100%

Da li postoji otpor onih koji treba da primenjuju planove?



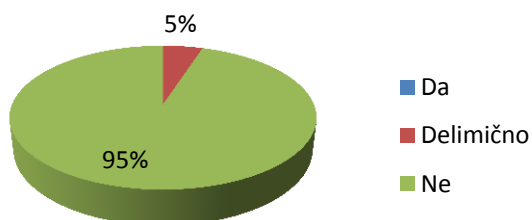
Grafikon 3 – Grafički prikaz rezultata za pitanje 5.2. (%)

Pitanje 5.3

Tabela 4 – Prikaz rezultata za pitanje 5.3

Odgovor	Broj odgovora	Procenat
Da	0	0
Delimično	1	5
Ne	19	95
Ukupno	20	100%

Da li postoji otpor menadžera prema procesu planiranja?

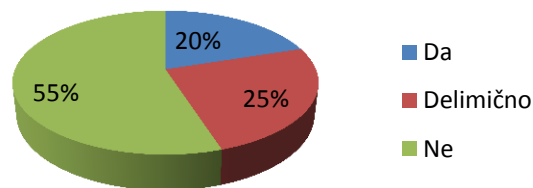


Grafikon 4 – Grafički prikaz rezultata za pitanje 5.3 (%)

Tabela 5 – Prikaz rezultata za pitanje 5.5.

Odgovor	Broj odgovora	Procenat
Da	4	20
Delimično	5	25
Ne	11	55
Ukupno	20	100%

Da li postoji otpor prema izmenama plana u toku tekuće godine?



Grafikon 5 – Grafički prikaz rezultata za pitanje 5.5. (%)

4.8. Diskusija rezultata istraživanja

Rezultati dobijeni analizom odgovora na pitanja 4.1, 4.2, 5.2, 5.3 i 5.5 pokazuju da su neplanirane smetnje dešavaju u organizacijama i da poslovni plan nema značajnu ulogu u otklanjanju tih smetnji, čime se PH1 potvrđuje. Takođe, na osnovu rezultata se može zaključiti da ne postoji otpor prema procesu planiranja od strane menadžera kao ni od strane onih koji treba da primenjuju planove. 55% preduzeća odgovorilo je da ne postoji otpor prema izmenama planova u toku tekuće godine, na osnovu čega se PH2 može opovrgnuti. Na osnovu prikazanih rezultata, može se izvesti zaključak da je postavljena opšta hipoteza istraživanja, "Neplanirane smetnje koje se javljaju u procesu planiranja u malim i srednjim preduzećima ne utiču na pružanje otpora u procesu planiranja" potvrđena.

5. ZAKLJUČAK

Svaka organizacija da bi opstala mora ispoštovati određeni proces planiranja, odabira odluka koje su značajne za poslovanje, izrade planova i pridržavanja odluka i aktivnosti koje su dogovorene da će se primeniti. U situacijama javljanja očekivanih ili neočekivanih smetnji bitno je reagovati pravovremeno i na način da ne ometa dosadašnje poslovanje organizacije kao i da ne remeti uvođenje novina koje su tu da bi poboljšale poslovanje kroz kvalitetnije procese, odnose, što dovodi do boljih rezultata.

6. LITERATURA

Jaško O. i Petović, D., "Upravljanje organizacionim promenama", FON, Beograd

Isaak Adižes, "Upravljanje promenama" ASEE

Kratka biografija:



Tamara Milić rođena je u Novom Sadu 1992. godine. Diplomski - bečelov rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Industrijsko inženjerstvo i menadžment – Tehno-ekonomska analiza industrijskog preduzeća sa praktičnim delom racio-analize na primeru preduzeća "Naftna industrija Srbije" odbranila je 2015. godine.

**УТИЦАЈ ПРИМАРНЕ ЕМИСИЈЕ АМЕРИЧКИХ ФЕДЕРАЛНИХ РЕЗЕРВИ
НА РАСТ ЦЕНА АКЦИЈА****THE IMPACT OF AMERICAN FEDERAL RESERVES PRIMARY EMISSION
ON STOCK PRICES GROWTH**

Горан Малетић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – ИНДУСТРИЈСКО ИНЖЕЊЕРСТВО И
МЕНАџМЕНТ**

Кратак садржај – Предмет рада обрађује теме бруто домаћег производа, централне банке и конвенционалних и неконвенционалних инструмената монетарне политике будући да су то основе које су неопходне за разумевање истраживачког дела рада.

Кључне речи: бруто домаћи производ, Федералне резерве, квантитативне олакшице, S&P 500

Abstract – This paper is describing the gross domestic product, the role of central bank, and the conventional and unconventional monetary policy instruments because those are key concepts needed for research work understanding.

Key words: Gross domestic product, Federal reserves, quantitative easing, S&P 500

1. УВОД

Глобална економска криза настала је у Сједињеним Америчким Државама и представља један од најтежих и најоштријих економских суноврата у историји. Иако се за њен званични почетак узима друга половина 2008. године корени глобалне економске кризе пружају се мало дубље те се зарад бољег разумевања њеног настанка враћамо који корак у назад. Све је почело пуцањем тзв. Dot-com балона почетком новог миленијума с обзиром на то да су се инвеститори услед кризе на тржишту капитала окренули улагањима у реални сектор. Имајући у виду да је континуирани експоненцијални раст цена некретнина у Сједињеним Америчким Државама започет још крајем деведесетих година те да је ниска референтна каматна стопа омогућила банкама давање повољних хипотекарних кредита, интересантно за инвестирање постало је тржиште некретнина. Систем куповине некретнина се као и свуда у свету одвијао узимањем хипотекарних кредита од финансијских посредника као што су пословне банке и друге кредитно-депозитне институције и као такав функционисао је веома добро све до појаве субпримарног хипотекарног тржишта. Његов настанак инициран је жељом кредитора да у условима константног раста цена некретнина остваре што већи профит будући да се оно за разлику од примарног хипотекарног тржишта одликовало слабијим степеном регулације те је као такво пружало могућност

пласирања повољних хипотекарних кредита чак и клијентима лошег бонитета. Узимајући у обзир поменуто може се назрети зашто се оно сматра проблемом, узрочником, првом домином у домино ефекту а узимајући у обзир оно што следи постаће јасно зашто се исто то „оно“ потпуно оправдано сматра одговорним како за кризу на тржишту некретнина тако и за уплитање финансијског сектора и настанак финансијске кризе чија се кулминација одразила на реални сектори и изазвала поменути економску кризу. Наиме, са субпримарног хипотекарног тржишта пласиран је огроман број ризичних хипотекарних кредита, тзв. субпрајм кредита, а будући да због регулативе пословне банке нису могле директно да позајмљују средства клијентима лошег бонитета оне су то радиле преко посредника у виду мањих кредитно-депозитних институција и на тај начин испуниле један од предуслова за потоње уплитање финансијског сектора са растућим балонем тржишта некретнина.

Откупљивањем субпрајм кредита пословне банке су приступиле експанзивном тржишту у циљу задовољавања сопствених интереса али су како се касније испоставило истовремено створили и основу за увлачење ширег финансијског сектора у већ надувани балон тржишта некретнина с обзиром на то да се откупљена актива одликовала ниским нивоом ликвидности и непознатим нивоом ризика. Нашавши се у таквој ситуацији пословне банке нису имале куд другде него да предузимањем сетова активности у потпуности заштите своје интересе. Оне су са једне стране у циљу обезбеђивања секундарне ликвидности вршиле секјуритизацију откупљене активе и тако омогућиле институционалним инвеститорима попут осигуравајућих компанија, инвестиционих, хеџ и пензионих фондова да индиректно приступе жељеном тржишту куповином MBS-а (енг. *Mortgage backed securities*) док су са друге у циљу преноса кредитног ризика куповале CDS-ове (енг. *Credit default swap*).

Тако пласирани деривати временом су се распрострањили и настанили чак и најситније бронхије финансијског система, њихова природа везала је судбину ширег финансијског сектора за судбину већ поменутог балона тржишта некретнина а нормално функционисање система при условима на којима је исти и изграђен није давало повода за било какву сумњу. Једноставно, чинило се да је све уреду, симптома тровања није било а заправо је владала пандемија. Контрадикторно звучи али тако је било, пандемија је била латентна, на „stand by“-у, само се чекало да неко притисне дугме и зада ударац темељима тадашњег

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Душан Добромиров, ван.проф.

система. Напуштајући релаксирајућу монетарну политику и то се десило, Систем федералних резерви (ФЕД; *Federal Reserve System* - FED) је као систем централног банкарства у Сједињеним Америчким Државама подизањем референтне каматне стопе иницирао разорни домино ефекат. Најпре је дошло до пораста броја клијената који нису били у стању да регулишу своје обавезе према банкама, потом су као последица тога банке активирале хипотеке да би на крају, услед превелике понуде некретнина од стране истих тих банака, дошло до пада цена некретнина и пуцања балона будући да банке са обезвређеним хипотекама нису могле надокнадити пласирана средства и покренути нови циклус вештачког надувавања. У тој лавини колапс тржишта некретнина захватио је најпре финансијски а недуго затим и реални сектор развијених земаља и земаља у развоју.

Очигледна финансијска и економска криза закуцали су на свачија врата неводећи притом бригу ни о називу државе, ни о њеној развијености, привредној структури нити о било чему другоме, последице су се осетиле у сваком сектору, погођени су били сви друштвени слојеви и сваки појединац. Ситуација је била алармантна, конвенционални инструменти монетарне политике били су исцрпљени а пад производње, извоза, животног стандарда као и повећање незапослености и сиромаштва нису уливали никакав оптимизам. Сва пажња била је усмерена ка центрима моћи, од њих се очекивало да неким иновативним решењима погурају деградирани систем ка висинама којима је некада припадао, да владајућој тами удахну мало светлости а меланхоличном окружењу подаре преко потребну наду.

Узимајући у обзир ретроспективу дојучерашњих збивања то се и догодило. Систем федералних резерви, Европска централна банка (*European Central Bank* - ECB), централна банка Уједињеног Краљевства (*Bank of England* - BOE) и централна банка Јапана (*Bank of Japan* - BOJ), четири најзначајније централне банке у свету, приступиле су борби за просперитет користећи се неконвенционалним инструментима монетарне политике а као главно оружје сваке од њих коришћене су квантитативне олакшице (енг. *quantitative easing* - QE).

Резултати су били добри, позитивна дешавања по питању макроекономских агрегата и других индикатора закупили су велику пажњу стручне јавности а једна атипична појава интерпретирана надмашеним очекивањима завредила је и нашу наметнувши се притом као изазов услед којег је дефинисана као проблем истраживања овога рада.

Занимајући се за дешавања на тржишту капитала у Сједињеним Америчким Државама и пратећи вредности берзанских индекса немогуће је било а неприметити изненађујуће брз опоравак овог тржишта након тешког удarca насталог пуцањем балона тржишта некретнина. Имајући у виду да су се први знаци опоравка тржишта капитала поклапали са почетком примене неконвенционалних инструмената монетарне политике, мислећи ту пре свега на квантитативне олакшице, заинтригирала нас је њихова евентуална повезаност те је из тог разлога као главни циљ овога

рада постављен задатак да се кроз аналитички део покуша доказати хипотеза да су квантитативне олакшице стварањем инфлаторног окружења утицале на повећање вредности акција што се у глобалу манифестовало рапидним јачањем берзанских индекса.

2. БРУТО ДОМАЋИ ПРОИЗВОД

Бруто домаћи производ дефинише се као монетарна вредност свих финалних добара и услуга које су произведене у земљи у одређеном временском периоду [1]. Сврха бруто домаћег производа као статистичког податка који једном бројком показује вредност економске активности одређене економске заједнице у одређеном временском периоду превасходно се огледа у сагледавању стања привреде будући да се на основу изведених закључака креира економска политика којом се привреда усмерава ка националним циљевима. За његово одређивање се према Европском систему рачуна користе производни, расходни и доходни приступ.

3. ЦЕНТРАЛНА БАНКА

Централна банка је јавна институција која управља валутом земље или групе земаља и контролише новчану понуду тј. износ новца у оптицају. Основна улога централне банке је да обезбеди монетарну и финансијску стабилност. „Монетарна стабилност подразумева ниску, стабилну и предвидиву инфлацију као и поверење у валуту а финансијска стабилност подразумева здрав финансијски систем у коме пословне банке и друге финансијске организације добро функционишу и одговорно чувају новац својих клијената“ [2].

3.1. Функције централне банке

Функционисање централних банака своди се на пет основних функција и то:

- функцију лиценцирања и контроле рада финансијских посредника
- функцију банке банака
- функцију банкара државе
- функцију чувања и управљања девизним резервама
- монетарну политику

3.2. Инструменти монетарне политике

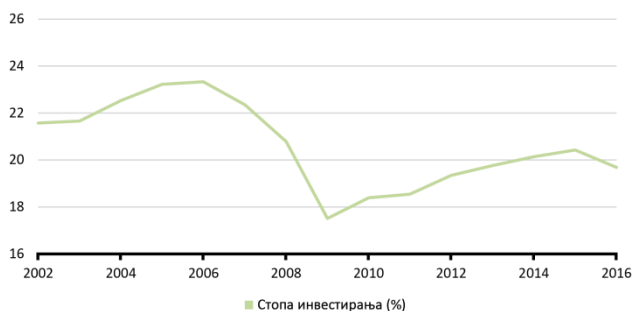
Сви инструменти монетарне политике подељени су на:

- конвенционалне инструменте монетарне политике
 - систем обавезних резерви
 - операције на девизном тржишту
 - операције на отвореном тржишту
 - референтна каматна стопа
- неконвенционалне инструменте монетарне политике
 - квантитативне олакшице
 - квалитативне олакшице
 - политика будућих смерница
 - политика негативне каматне стопе

4. ПРЕГЛЕД ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

У циљу поткрепљивања постављене хипотезе најпре следи приказивање резултата којима се настоји доказати да квантитативне олакшице нису утицале на економски опоравак Сједињених Америчких Држава у жељеној мери а затим и приказивање резултата којима се настоји доказати да је њихова имплементација стварањем инфлаторног окружење довела до раста цена акција.

- стопе инвестирања показују како се упркос поменутих мерама ФЕД-а оне још увек нису вратиле на ниво близак ономе пре кризе (слика 1).

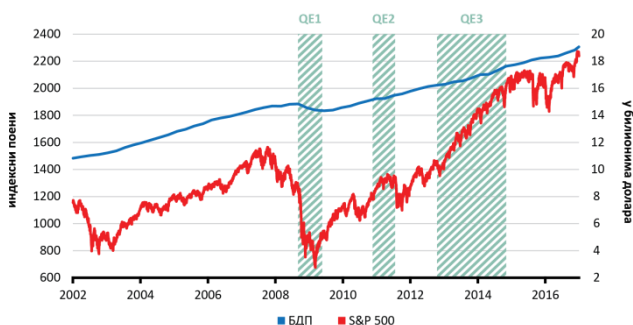


Слика 1: Кретање стопе инвестирања у посматраном периоду

- берзански индекс S&P 500 показује повезаност свог рапидног напретка са сваком фазом квантитативних олакшица за разлику од бруто домаћег производа који константно бележи спор раст (слика 2 и 3).



Слика 2: Кретање берзанског индекса S&P 500 у односу на промене у активи ФЕД-а



Слика 3: Разлика у реакцијама берзанског индекса S&P 500 и БДП-а током периода спровођења квантитативних олакшица

- волумен за берзански индекс S&P 500 показује изнад просечне вредности у периоду имплементације квантитативних олакшица што с обзиром на његов већ потврђени растући тренд значи да је повећање новчане масе изазвало тзв. „demand pull“ инфлацију. Тиме се јасно указује на то да је до повећања цена акција дошло стварањем инфлаторног окружења (табела 1).

Табела 1: Просечан волумен берзанског индекса S&P 500

период	просечан волумен у милионима
2002-2017	3265.16
QE1	6017.59
QE2	4017.62
QE3	3355.42

- P/E берзанског индекса S&P 500 потврђује раст цена акција будући да његов просек у посткризном периоду у односу на двадесетогодишњи предкризни упркос расту просечног EPS-а за 45,20% расте за чак 20,99% (табела 2).

Табела 2: Просечне вредности P/E и EPS-а берзанског индекса S&P 500 пре и после 2008. године

период	просечан P/E	просечан EPS
1988-2008	22.22	55.72\$
2008-2017	26.88	80.91\$

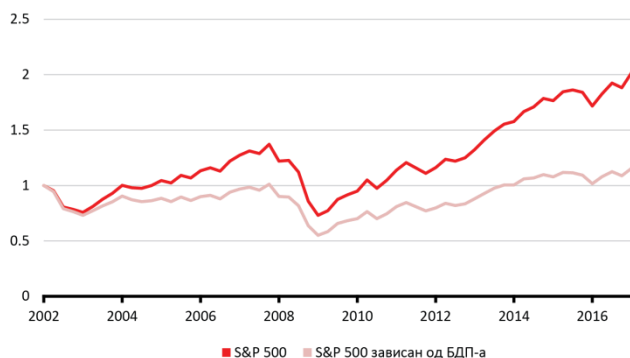
- PEG ратио потврђује прецењеност акција с тим да од свих посткризних година изузетак представљају 2009. и 2010. година будући да је у њима у склопу велике корекције која се вршила у односу на фамозну 2008. годину забележен изузетно висок раст добити по акцији (табела 3).

Табела 3: PEG ратио

година	PEG
2002	3.44
2003	0.31
2004	1.22
2005	1.18
2006	1.25
2007	-
2008	-
2009	0.09
2010	0.33
2011	1.62
2012	-
2013	1.29
2014	14.94
2015	-
2016	3.35

- креирани показатељ који у однос ставља S&P 500 и S&P 500 који је у потпуности зависан од БДП-а потврђује раст цена акција на основу све већег и већег јаза који се може видети на графикону на коме су приказане поменуте величине. Обе

величине сведене су на заједничку почетну вредност како би разлика у реакцији на повећање монетарне масе која је резултат спровођења програма квантитативних олакшица била што очигледнија (слика 4).



Слика 4: Кретање S&P 500 у односу на кретање S&P 500 зависног од кретања БДП-а

5. ЗАКЉУЧАК

Досадашњи ток историје прожет је разним идеологијама, облицима друштвеног и економског уређења, кризама и многим другим факторима који имају значајан утицај на доношење одлуке о томе којом се економском политиком треба водити.

Читавим њеним током избор одговарајуће економске политике није био нимало лак као што није ни дан данас будући да са једне стране економска наука обилује економским политикама међу којима има и оних које се одликују дијаметралним заговарањима док са друге економски системи захтевају флексибилније економске политике способне да одговоре на економске и друге поремећаје.

Таква атмосфера осетила се и пре непуну деценију када је највећа економска пошаст 21. века затекла све наметнувши притом питања:

- да ли је до тога уопште морало да дође?;
- да ли је дотадашња економска политика узрок кризе или је изазов у виду кризе узрок фијаску дотадашње економске политике?;
- да ли надаље заговарати монетаризам, кејнсијанизам или Хикс-Самјуелсонову синтезу?, ...

Имајући у виду да се глобална економска криза догодила у времену капитализма који почива на неолибералној економији, у неолиберализму као економском правцу проналазимо и главног кривца њеног настанка. Када је глобална економска криза узела свој данак и направила несагледиве последице по светску привреду, многе земље су увидевши немогућност одговора такозваном „невидљивом руком“ извршиле финансијски допинг користећи се неконвенционалним инструментима монетарне политике. Наравно, у првим борбеним редовима се том приликом нашао и највећи поборник екстремног неолиберализма, Сједињене Америчке Државе.

Сједињене Америчке Државе су програмом квантитативних олакшица упумпале енормне количине новца у финансијски систем како би подстакле кредитирање и последично извлачења сопствене економије из тешке економске драме у коју је запала. Многи индикатори указивали су на позитивну реакцију економије иако се напредак исте није одвијао очекиваним темпом. Сумњичавост је била присутна а након свега до сада наведеног може се рећи и оправдана будући да је резултатима приказаним у оквиру претходног поглавља хипотеза овога рада доказана.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Timothy Callen (2008), „Finance and development“, International Monetary Fund, vol 45, 48 стр.
- [2] Народна банка Србије [Online доступно на]: <https://www.nbs.rs/internet/cirilica/30/index.html> [Пристапљено: 27.1. 2018.]

Кратка биографија:



Горан Малетић рођен је 19.11.1991. године у Новом Саду. Средњу медицинску школу „7 април“, смер лабораторијски техничар, завршио је 2010. године. Основне студије уписује 2011. године на смеру индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент на Факултету техничких наука у Новом Саду и завршава их 2015. године када уписује мастер студије на усмерењу инвестициони менаџмент.

DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE U IT KOMPANIJAMA
CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY IN IT COMPANIESMilana Božičić, Ljubica Duđak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
MENADŽMENT**

Kratak sadržaj—Pored pregleda aktuelne literature o društveno odgovornom poslovanju uopšte i o odgovornosti IT kompanija prema zaposlenima, tržištu, životnoj okolini i zajednici, u radu će biti predstavljeni rezultati istraživanja odgovornosti kompanija koje se bave informacionim tehnologijama.

Abstract—Besides the review of the current literature on corporate responsible business generally and responsibility of IT companies by employees, the market, environment and local community, this paper will present the results of research about corporate social responsibility in information technology companies.

Ključne reči: društveno odgovorno poslovanje, IT kompanije, informacione tehnologije, zaposleni, tržište, životna sredina, zajednica.

1. UVOD

Koncept društveno odgovornog poslovanja je postao aktuelan prethodne dve decenije kada je kompanijama postalo jasno da sticanje profita i individualno delovanje nisu dovoljni da bi se opstalo na tržištu. Shodno tome, kompanije počinju da deo svojih sredstava usmeravaju ka svojim zaposlenima i lokalnoj zajednici u kojoj posluju.

Tema ovog rada je društveno odgovorno poslovanje kompanija koje se bave informacionim tehnologijama i kompanijama. Cilj master rada je dostizanje naučnih saznanja o ulozi i značaju vođenja društveno odgovornog poslovanja sa aspekta kompanija koje se bave informacionim tehnologijama (IT) koje posluju u Srbiji, kao i perspektivama njihovog budućeg razvoja i inkorporiranja u poslovanje većeg broja kompanija.

Za potrebe rada korišćena je domaća i strana literatura kako bi se predstavile činjenice i šta sve podrazumeva titula "biti društveno odgovoran" a praktičan deo rada je predstavljen istraživanjem sprovedenim u IT kompanijama ispitivanjem njihove odgovornosti prema zaposlenima, tržištu, životnoj sredini i lokalnoj zajednici.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Ljubica Duđak.

**2. POJAM I ZNAČAJ DRUŠTVENO
ODGOVORNOG POSLOVANJA**

Ovo poglavlje ima za cilj da definiše i detaljnije obrazloži pojam društveno odgovornog poslovanja (DOP), kao i da ukaže na njegov istorijski razvoj od šezdesetih godina prošlog veka do današnjih dana.

2.1. Pojam društveno odgovornog poslovanja

Najkraća formulacija pojma korporativne odgovornosti jeste da je to opredeljenje organizacije da čini dobra dela i da se odgovorno odnosi prema zajednici u kojoj posluje. Treba naglasiti da je opredeljenje organizacije da unapredi život društva i zajednice dobrovoljno i trajno [2].

2.2. Koncept društvene odgovornosti

Polazeći od stepena obuhvatnosti društvene odgovornosti ili dimenzija društvene odgovornosti, koncepti društvene odgovornosti preduzeća mogu biti:

- najuži,
- najširi (sveobuhvatni)
- kompromisni [4].

3. POSLOVNA ETIKA

Postojanje poslovne etike i korporativne kulture je obaveza za svaku kompaniju, ma koliko ona bila mala ili velika [6]. Kraj 20. i početak 21. veka karakteristični su po opširnim diskusijama o pitanjima moralnog poslovanja koje su se često vodile zbog stavljanje materijalne vrednosti ispred svake druge, zbog čega je bilo neophodno baviti se etikom [7].

Poslovna etika se odnosi na tri osnovne oblasti poslovnog odlučivanja, koja mogu biti u okviru: (1) zakonskih propisa; (2) širih ekonomskih i socijalnih pitanja izvan granica zakona; (3) davanja prednosti sopstvenom interesu [3].

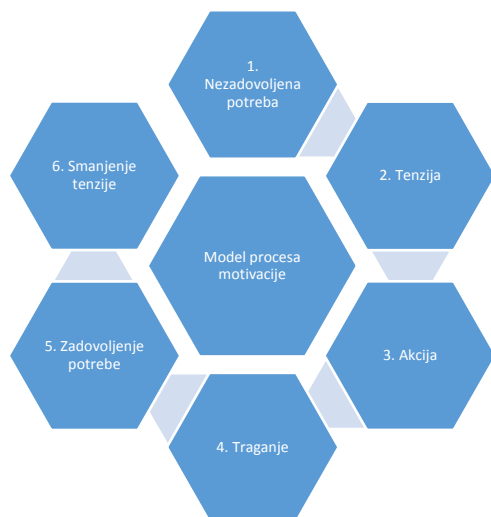
4. IT INDUSTRIJA U SRBIJI

IT kompanije u Srbiji se, po ugledu na svetske poznate kompanije, mnogo više od drugih kompanija ističu u društveno odgovornom poslovanju. Biti okarakterisan kao društveno odgovorna kompanija zahteva mnogo truda, rada i ulaganja, ali podrazumeva i materijalna ulaganja. Da bi ostvarenje društvene odgovornosti uspelo kao takvo, ta ulaganja moraju da budu okrenuta ka četiri smera: ulaganje u zaposlene, u lokalnu zajednicu, okolinu i tržište.

5. DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE PREMA ZAPOSLENIMA – UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA

Motivacija i zadovoljstvo zaposlenih postaju ključna pitanja menadžmenta ljudskih resursa i savremene organizacije. Bitan element upravljanja ljudskim resursima uspešnih organizacija je pre svega sistem motivisanja zaposlenih [1].

Mnogi autori su tumačili motivaciju kao proces zadovoljenja individualnih (ličnih) potreba zaposlenih sačinjenih iz šest koraka (slika 1.) [8]:



Slika 1. Model procesa motivacije

6. DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE PREMA TRŽIŠTU

Jedna dimenzija odgovornog ponašanja na tržištu podrazumeva promovisanje etičkog ponašanja u oblastima borbe protiv korupcije, zdrave konkurencije, odgovornog učešća u kreiranju javnih politika i slično. U sistemu tržišne ekonomije potrošači predstavljaju jednu od najvažnijih društvenih kategorija.

7. DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE PREMA ŽIVOTNOJ SREDINI

Delovali kao pojedinac ili kao grupa, ljudi svojim svakodnevnom delovanjem ostavljaju traga na životnu sredinu. Kompanije su te koje deluju kao grupa i one često, ne razmišljajući o posledicama i trećim stranama, obavljaju delatnosti koje donose dobrobit samo jednoj strani, a ta strana je sama kompanija. Da bi jedna kompanija ispunila uslove za društveno odgovornu, ona mora odgovorno da se odnosi prema životnoj sredini.

U svom poslovanju sve kompanije moraju da obrate pažnju i posluju sa empatijom prema: klimatskim promenama, na biljke i životinje, hidrosferu, pa ne zagađuju svoju okolinu i da imaju razvijen program reciklaže.

8. DRUŠTVENO ODGOVORNO POSLOVANJE PREMA ZAJEDNICI

Preduzeća koja se odluče na odgovorno poslovanje prema zajednici, neophodne je da dobro analiziraju potrebe svoje zajednice i da učine ono što je zaista neophodno zajednici u kojoj posluju. Najčešće mere koje se preduzimaju u

Srbiji i čije ćemo primere ove inicijative videti često u medijima, jesu volonterski rad i donacije.

8.1. Volonterski rad za zajednicu i donacije

Volonterski rad za zajednicu je inicijativa u okviru koje korporacija podržava i podstiče zaposlene, partnere iz trgovine ili korisnike franšize da dobrovoljno rade kako bi podržali lokalne humanitarne organizacije i društvene ciljeve. Volonterski rad predstavlja poklon u vidu stručnog znanja, sposobnosti, ideja ili fizičkog rada [5]. Donacije su oblik društvene odgovornosti koje su izuzetno česte u Srbiji, a mogu biti novčane ili pak neke druge vrste (materijalna dobra). Donatorstvo ne iziskuje ništa za uzvrat od primalaca donacije.

9. DRUŠTVENA ODGOVORNOST U IT SEKTORU

Veliko interesovanje javnosti za IT kompanije i sektor informacionih tehnologija uopšte, upravo su bili povod za proučavanje njihove korporativne društvene odgovornosti: da li su odgovorne, da li mogu poslužiti kao pozitivan primer drugim kompanijama, i prema kojim stavkama društvene odgovornosti (zaposleni, tržište, zajednica i životna sredina) su najodgovornije.

10. ISTRAŽIVANJE

Da bi zaposleni bili zadovoljniji i motivisaniji, da bi odnos prema klijentima i potrošačima bio na visokom nivou, da bi se ulagalo u lokalnu zajednicu u kojoj kompanija posluje i životnu sredinu, uočljivo je da koncept korporativne društvene odgovornosti mora da bude nužan koncept svake kompanije.

Predmet istraživanja se odnosi na analizu uloge i značaja koncepta korporativne društvene odgovornosti u okviru kompanija koje se bave informacionim tehnologijama ali i utvrđivanje njihove odgovornosti prema zaposlenima, tržištu, životnoj sredini i lokalnoj zajednici.

Ciljevi istraživanja zasnivaju se na prikupljanju saznanja o IT kompanijama kao društveno odgovornim. Korišćen je strukturirani upitnik od ukupno 42 pitanja koji je sastavljen na osnovu upitnika dr Ljubice Duđak za potrebe doktorske disertacije. Za potrebe istraživanja upotrebljena je Likertova skala, sa odgovorima od 1 do 5. Ispitanici (101 ispitanik) istraživanja bili su zaposleni u IT kompanijama. Upitnik je podeljen na sedam segmenata: sociodemografske karakteristike, korporativna društvena odgovornost, poslovna etika, upravljanje ljudskim resursima, odgovornost prema tržištu, odgovornost prema životnoj sredini i zajednici. *Rezultati* su predstavljeni deskriptivnom analizom i povezanošću zavisnih i nezavisnih varijabli. Kao konkluzija celog istraživanja izdvajaju se sledeće hipoteze:

H1: Kompanije koje se bave informacionim tehnologijama su pozitivan primer odgovornog poslovanja prema zaposlenima, tržištu, životnoj sredini i lokalnoj zajednici.

H2: Postoji pretpostavka da su IT kompanije koje imaju manji broj zaposlenih podjednako društveno odgovorne kao i velike kompanije.

H3: IT kompanije primenjuju standarde etičkog poslovanja.

H4: Motivacija zaposlenih je ključna stavka za postizanje obostranog zadovoljstva.

H5: Postoji pretpostavka da zaposleni u IT kompanijama imaju veće benefite u odnosu na druge kompanije.

H6: Kompanije su podjednako odgovorne prema potrošačima, klijentima, partnerima, dobavljačima i drugim partnerima.

H7: IT kompanije primenjuju različite oblike ulaganja u zajednicu u kojoj posluju.

Radi dobijanja relevantnih rezultata, za potvrđivanje/opovrgavanje hipoteza spojene su kategorije sasvim tačno i uglavnom tačno kao i uglavnom netačno i sasvim netačno. Na osnovu analiza i dobijenih rezultata, šest hipoteza je potvrđeno dok jedna hipoteza nije potvrđena.

Prva hipoteza, **Kompanije koje se bave informacionim tehnologijama su pozitivan primer odgovornog poslovanja prema zaposlenima, tržištu, životnoj sredini i lokalnoj zajednici** je potvrđena na osnovu svih tvrdnji, jer je više od 50% ispitanika označilo tvrdnju kao tačne.

Postoji pretpostavka da su IT kompanije koje imaju manji broj zaposlenih podjednako društveno odgovorne kao i velike kompanije je hipoteza koja je ispitana povezanošću nezavisne varijable *Veličina kompanije* i ostalih zavisnih varijabli. Veliki broj tvrdnji nije bio potvrđen od zaposlenih u malim kompanijama. Na primer tvrdnju

U kompaniji postoji koncept motivisanja zaposlenih od strane rukovodilaca 43,8% zaposlenih u malim kompanijama je smatralo tačnom; zatim tvrdnju *Kompanija ulaže u zaposlene tako što im pruža mogućnost plaćene obuke* potvrdilo je samo 37,5% zaposlenih u manjim kompanijama.

Poslodavci dobrovoljno organizuju jednogodišnje lekarske preglede kao vid brige o zaposlenima kao tačno je potvrdilo samo 25% zaposlenih u malim kompanijama.

Poslodavci podstiču bavljenje fizičkom aktivnošću je potvrđena tvrdnja od većine zaposlenih u velikim i srednjim preduzećima dok je samo 37% zaposlenih u malim preduzećima potvrdilo ovu tvrdnju.

Tvrdnju *Organizacija ima razvijen sistem upravljanja zaštitom životne sredine* je potvrdilo samo 19% zaposlenih u malim kompanijama.

U našem radu prisutni su inventivni i održivi oblici ulaganja u zajednicu (partnerstva, prenos znanja, ...) je tvrdnja koju je potvrdilo 37% zaposlenih u malim kompanijama. Postoji veliko odstupanje od odgovornosti prema zaposlenima, životnoj sredini i lokalnoj zajednici u malim kompanijama koje se bave informacionim tehnologijama u odnosu na kompanije srednje i velike veličine, stoga drugu hipotezu nije bilo moguće potvrditi.

IT kompanije primenjuju standarde etičkog poslovanja je treća postavljena hipoteza koja je ispitana sledećim tvrdnjama: *Obaveza kompanije u kojoj sam zaposlen/a i svih zaposlenih je da moralno posluju*, koju je kao sasvim

tačno okarakterisalo 60% ispitanika; *U kompaniji su bitni osnovni moralni standardi kao sto su: iskrenost, držanje reči, poštenje i slično* je potvrdilo 59% ispitanika; *Lične vrednosti i uverenja vlasnika i rukovodstva u velikoj meri određuju nivo etičnosti u kompaniji* je tvrdnja koju je potvrdilo više od pola ispitanika (56%); *Zaposleni imaju značajnu ulogu u utičanju na nivo etičnosti u poslovanju i ponašanju u kompaniji* kao sasvim tačno smatralo je 49% ispitanika i kao uglavnom tačno smatralo je 25% ispitanika. Ako spojimo ove dve kategorije, to znači da se 74% ispitanika slaže sa tvrdnjom. U kompaniji postoji etički kodeks kog se svi pridržavaju je potvrđena spajanjem kategorija jer je na nju pozitivno odgovorilo 66% ispitanika i time je treća hipoteza potvrđena.

Motivacija zaposlenih je ključna stavka za postizanje obostranog zadovoljstva je hipoteza koja se odnosi na oblast ljudskih resursa. H4 smo ispitivali tvrdnjama: *U kompaniji postoji koncept motivisanja zaposlenih od strane rukovodilaca*, koju je potvrdila tačno polovina ispitanika; *Kompaniji je stalo do njenih zaposlenih* je takođe potvrđena tvrdnja od 51% ispitanika (sasvim tačno) dok je njih 24% smatralo ovu tvrdnju kao uglavnom tačnu; *Motivacijom zaposlenih se ostvaruju njihovi lični ciljevi i ciljevi same kompanije* je tvrdnja koju su ispitanici (njih 61%) označili kao sasvim tačnu; *Zaposleni su upoznati sa vrstama materijalnog i nematerijalnog nagrađivanja u kompaniji* je tvrdnja koja je označena kao sasvim tačna (52%) i uglavnom tačna (28%) od većine ispitanika; *Zaposleni učestvuju (participiraju) u razvoju kompanije kroz davanje predloga i inovacija* je tvrdnja koju je potvrdilo (spajanjem kategorije sasvim tačno i uglavnom tačno) 78% ispitanika, što znači da je hipoteza **H4: Motivacija zaposlenih je ključna stavka za postizanje obostranog zadovoljstva** potvrđena.

Kada je reč o hipotezi **H5: Postoji pretpostavka da zaposleni u IT kompanijama imaju veće benefite u odnosu na druge kompanije:** postavljene su sledeće tvrdnje: *Fleksibilno radno vreme je jedan od benefita koji omogućava kompanija svojim zaposlenima*, *Kompanija ulaže u zaposlene tako sto im pruža mogućnost plaćene obuke*, *Poslodavci dobrovoljno organizuju jednogodišnje lekarske preglede kao vid brige o zaposlenima*, *Poslodavci podstiču bavljenje fizičkom aktivnošću*, *Poslodavci organizuju team building-e*, *Home office (rad od kuće) je tip benefita koji omogućava kompanija svojim zaposlenima*. Na sve tvrdnje više od 50% ispitanika je odgovorilo potvrdno, čime je i peta hipoteza potvrđena.

Kompanije su podjednako odgovorne prema potrošačima, klijentima, partnerima, dobavljačima i drugim partnerima je postavljena kao šesta hipoteza. Tokom istraživanja uočeno je da je odgovornost prema tržištu na izuzetno visokom nivou – najveći broj ispitanika na sve tvrdnje se odlučio za sasvim tačno, naročito za one tvrdnje koje su se odnosile na odgovorno poslovanje prema klijentima.

IT kompanije primenjuju različite oblike ulaganja u zajednicu u kojoj posluju je ispitana poslednjom oblašću upitnika. Za potrebe istraživanja i radi dobijanja

relevantnih rezultata spojene su kategorije sasvim tačno i uglavnom tačno i time je više od 50% ispitanika tvrdnje označilo kao tačne:

Kompanija daje podršku inicijativama i investira u razvoj lokalne zajednice u skladu sa društvenom odgovornošću (spajanjem ove dve kategorije 68% ispitanika je potvrdilo ovu tvrdnju);

Postoji program investiranja u lokalnu zajednicu u okviru organizacije (spajanjem ove dve kategorije 60% ispitanika je potvrdilo ovu tvrdnju);

Zapošljavanje lokalnog stanovništva je deo naše odgovornosti prema zajednici (66% ispitanika je potvrdilo ovu tvrdnju ukoliko uzmemo u obzir spajanje dve kategorije);

Angažovanje lokalnih dobavljača i partnera je deo naše odgovornosti prema zajednici (52% ispitanika je potvrdilo na ovaj način tvrdnju);

Volonterski rad zaposlenih je jedan od načina našeg delovanja u lokalnoj zajednici (tačno pola ispitanika je, spajanjem ove dve kategorije smatralo tačnom ovu tvrdnju, s tim da je 24% ispitanika smatralo ovu tvrdnju netačnom, dok je 26% ispitanika se izjasnilo kao da nisu sigurni, stoga i ovu tvrdnju možemo shvatiti kao tačnu);

U našem radu prisutni su inventivni i održivi oblici ulaganja u zajednicu (partnerstva, prenos znanja, ...) (njih 68% se izjasnilo da je ova tvrdnja tačna);

Naše donacije ne iziskuju uslugu od strane primalaca donacije je tvrdnja koja je potvrđena sa sasvim tačno od strane 59% ispitanika.

Time možemo da potvrdimo i hipotezu **H7: IT kompanije primenjuju različite oblike ulaganja u zajednicu u kojoj posluju.**

Dobijeni rezultati pokazuju društvenu odgovornost IT kompanija, ali je uočena razlika u odgovornosti u odnosu na veličinu kompanije: velike i srednje kompanije pokazale su pozitivan primer poslovanja za razliku od malih kompanija (koje broje do 15 zaposlenih). Na osnovu rezultata istraživanja predložene su mere koje mogu da slede IT kompanije, ali su od značaja i za druge kompanije bez obzira na delatnost poslovanja:

- Edukacija o značaju korporativne društvene odgovornosti,
- Povećanje motivacije zaposlenih, kao prvi korak, kroz nematerijalne i materijalne nagrade: fleksibilno radno vreme, mogućnost rada od kuće, podsticanje za bavljenje fizičkom aktivnošću (na primer obezbeđivanjem vaučera za teretanu, plivanje i slično) i organizovanjem timskih putovanja,
- Promovisati humanitarni i volonterski rad, kako same kompanije tako i svakog zaposlenog ponaosob,
- Konstantno planiranje novih strategija za unapređenje korporativne društvene odgovornosti,
- Čuvati poverenje stejkholdera i
- Odgovorno poslovati prema životnoj sredini.

11. ZAKLJUČAK

Budući da je istraživanjem potvrđeno šest hipoteza od sedam postavljenih, proizilazi činjenica da su IT kompanije u Srbiji odgovorne i prema svojim zaposlenima, tržištu, životnoj sredini i zajednici i da mogu da posluže kao pozitivan primer poslovanja kompanijama koje posluju u drugim sferama. Kako je istraživanje pokazalo da kompanije koje posluju sa manjim brojem zaposlenih nisu u velikoj meri društveno odgovorne, neophodno je probuditi svest i kod njih o značaju, ali i o implementiranju društveno odgovornog poslovanja.

12. LITERATURA

- [1] Babić, M., Međuljudski odnosi kao motivator za rad zaposlenih, *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka*, Edicija: Tehničke nauke – zbornici, Godina: XXVII, Broj 7/2012, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [2] Duđak, Lj., Korporativna društvena odgovornost, *skripta*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.
- [3] Đurić Kuzmanović, T., Poslovna etika i primene etičkih standarda u poslovanju, *Škola biznisa*, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Novi Sad, 2008.
- [4] Figar, N., *Društvena odgovornost preduzeća*, Ekonomski fakultet u Nišu, Niš, 2011.
- [5] Kotler, F., Li, N., *Korporativna društvena odgovornost – Učiniti najviše za svoju kompaniju i za izabrani društveni cilj*, Ekonomski fakultet u Beogradu i Hesperia, Beograd, 2008.
- [6] Miletić, D., Korporativna društvena odgovornost – traganje za novom dimenzijom, *Anali ekonomskog fakulteta u Subotici*, broj 21, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, 2009.
- [7] Miljević, M., *Poslovna etika i komuniciranje*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2011.
- [8] Petković, M., *Organizaciono ponašanje*, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet, Beograd, 2011., <http://bit.ly/2msfX3p>

Kratka biografija:

Milana Božičić je rođena u Novom Sadu 1991.godine. Osnovne studije završila na Filozofskom fakultetu 2014. godine, odsek žurnalistika. Iste godine upisala master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer menadžment ljudskih resursa.

Dr Ljubica Duđak je vanredni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu i bavi se tehnologijom organizacije preduzeća, menadžmentom i menadžmentom ljudskih resursa, odnosno problemima vezanim za zaposlene u organizacijama. Predaje predmete Ljudski resursi u ekonomiji znanja, Planiranje ljudskih resursa, Razvoj karijere i Korporativna društvena odgovornost

**NEUROMARKETING: UTICAJ VIZUELNIH ELEMENATA NA PODSVESNO U
ČOVEKU****NEUROMARKETING: THE INFLUENCE OF VISUAL ELEMENTS ON THE HUMAN
SUBCONSCIOUSNESS**

Nikola Učur, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I
MENADŽMENT**

Kratak sadržaj – Opšte poznata činjenica je da se raznorazne odluke donose svakodnevno, ali često nismo svesni zbog čega smo odabrali određen proizvod ili uslugu. Iako želimo da verujemo da je odluka donesena na potpuno racionalan način, jer ćemo naći izgovore koji idu nama u korist, vizuelni elementi su ti koji utiču na podsvesni deo razmišljanja. Upravo je taj, vizuelni, način manipulisanja, uz pomoć neuromarketinških istraživanja, prikazan u ovom radu.

Abstract – The commonly known fact is that various decisions are made on a daily basis, but often we are not aware of why we have chosen a particular product or service. Although we want to believe that the decision was made in a completely rational way, because we will find the excuses that go in favor, the visual elements are those that influence the human subconsciousness. This visual method of manipulation, with the help of neuromarket research, is presented in this paper.

Ključne reči: neuromarketing, vizuelni elementi, manipulacija, subliminalno komuniciranje, dizajn, psihologija

1. UVOD

Jezik je najveće manipulativno sredstvo koje je čovek razvio. Od antičkog vremena retorika se izučava kao veština lepog govorenja. U početku možda jeste bila u vezi sa demokratijom i pravosuđem, ali kako to navodi Filip Breton u knjizi *Izmanipulisana reč*:

- Čovek je jedina životinja koja zna da laže [1]

Oni koji ne poznaju marketing, veruju da je manipulacija jedini način kojim se marketari služe. Ali, pored *oratora*, čovek ima i naziv *homo symbolicus* – vizuelno biće, koje je razvilo poseban sistem znakova kako bi komuniciralo i time uticalo na drugu osobu. Ali, većina radova koja se bave neuromarketinškim istraživanjima su u vezi sa etičkim pitanjem korišćenja neuromarketinških tehnika i malo koje se bavi istraživanjem tog vizuelnog dela.

Treba napomenuti da razni radovi postoje, ali je većina zadržana unutar kompanija, jer je neuroistraživanje skupo, a prednost kompanije u odnosu na drugu je upravo u poznavanju boljih manipulativnih tehnika.

Pre nego što se predstavi istraživanje i tehnike uz pomoć kojih je moguće uticati na ljudsku podsvest, neophodno je razumeti neuromarketing.

2. ŠTA JE NEUROMARKETING

Tačna definicija neuromarketinga ne postoji. Ali, smatra se da on objedinjuje različita saznanja neuronauke, psihologije i ekonomije, sa već ustanovljenim tehnikama marketinga, kako bi se kreirale reklame koje su ljudskom umu dopadljive.

On je i proces posmatranja šablona na potrošačkom mozgu putem kojeg se posmatraju reakcije na određenu reklamu, proizvod ili uslugu pre nego što su pušteni na tržište [3].

Može se reći da je neuromarketing i novo polje istraživanja marketinga koje koristi medicinske tehnologije, kao što je *magnetna rezonanca* (MR), kako bi se proučio mozak i njegovo reagovanje na određene marketinške stimulanse. Istraživači se služe tim tehnologijama kako bi što bolje razumeli mozak, kako bi utvrdili kako i zašto se donose određene odluke, kao i koji delovi mozga govore šta treba da se uradi [4].

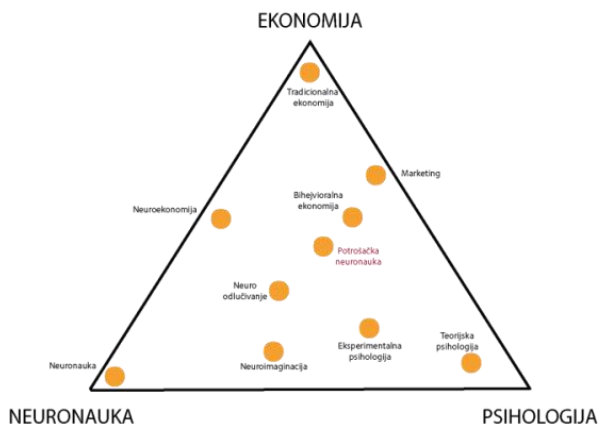
Možda je najbolju definiciju pružilo *Društvo za istraživanje neuromarketinga* koje navodi da *neuromarketing koristi moderna naučna istraživanja o ljudskom mozgu kako bi se izračunao uticaj marketinga i advertajzinga na potrošače. Dok su tehnike neuromarketinga zasnovane na naučnim principima... Koje uključuju korišćenje moždanih procesa za koje naš svesni um ne zna ni da postoje* [5].

Treba reći da se potrošačka neuronauka, kao i neuromarketing, nalaze između tri različite oblasti: *Neuronauke*, ekonomije i psihologije (videti sliku 1) koje su ključne za razumevanje ljudskog mozga, ponašanja i odluka [6].

Zahvaljujući neuronauci, a uz pomoć *elektroencefalograma* (EEG-a), *magnetne rezonance* (MR-a) i drugih tehnologija, moguće je posmatrati aktivnosti na mozgu. Raznim čulnim stimulansima prate se moždane, a beleže fizičke aktivnosti koje posmatrana osoba obavlja kada je izložena određenom čulnom nadražaju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čija mentorka je bila dr Danijela Lalić, vanredni profesor.



Slika 1. Odnos potrošačke neuronauke između tri naučne oblasti [6]

Čulni nadražaji i moždane aktivnosti bili bi beznačajni da ne postoji psihologija, kao nauka, koja se bavi njihovim proučavanjem. Jer kako se navodi u knjizi *Psihologija* Nikole Rota: *Psihologija je sistematsko izučavanje psihičkog života ljudi i životinja, a na osnovu proučavanja objektivnog ponašanja i neposrednog iskustva* [7]. Što znači da psihologija pruža uvid u psihološku stvarnost i odgovora na tri ključna pitanja: Šta? – poptunije opisuje psihičke pojave, Kako? – pokazuje kako se odvijaju psihički procesi, i pitanje Zašto? – otkriva uzroke pojedinih psihičkih pojava i objašnjava postupke ljudi [7].

Ekonomija, kao nauka u neuromarketingu, neophodna je kako bi se dobio odgovor na na četiri bitne teorije:

- **Intertemporalno odlučivanje** – Koje je ekonomski naziv koji treba da opiše kako odluke koje danas donese potrošač mogu da utiču na njegove kasnije odluke [8];
- **Teoriju igre** – Koja podrazumeva ponašanje čoveka u kompetitivnim situacijama različitih kompanija koje se bave istom delatnošću [8];
- **Donošenje odluke u strahu** – Koje bi moglo da se opiše kao brzo donošenje odluke ukoliko se potrošač boji da će propustiti priliku;
- **Donošenje odluka u neizvesnosti** – Koje podrazumeva dug proces razmišljanja i zahteva kritičko sagledavanje, od strane potrošača, ukoliko postoji nekoliko proizvoda koji koštaju isto.

3. ISTRAŽIVANJE

Na osnovu ekonomskih teorija, postojećih psiholoških istraživanja i drugih neuromarketinških radova, osmišljeno je eksperimentalno istraživanje i postavljena je hipoteza: *Odluke koje donosimo prilikom kupovine nekog proizvoda ili usluge ne moraju uvek biti naše, već lako mogu biti odluke stručnjaka iz oblasti marketinga.*

Rezultati istraživanja zasnovani su na osnovu odgovora učesnika u anketi koja je sprovedena na tri fokus grupe i putem onlajn istraživanja. Grupe su sačinjene od deset ispitanika (pet muških i pet ženskih), uzrasta od 18 do 30 godina, od 30 do 40 godina i od 40 i više godina. U onlajn istraživanju ispitanici su različite starosne dobi i pola. Ukupno je 32 osobe popunilo onlajn anketu, od čega je 11

njih muškog pola, dok 21 ženskog. Svako pitanje kreirano je na osnovu preporuka već postojećih istraživanja, ali i na osnovu znatiželje i dodatnih hipoteza nastalih istraživačkim procesom.

Problemi koje je trebalo prevazići prilikom kreiranja istraživanja:

- **Pažnja** – Problem sa pažnjom je taj što ona nije ista kod svake osobe, a nju je jedino moguće zadržati ukoliko često dolazi do oscilacija u promeni. *Promena u bilo kom svojstvu draži povećava verovatnoću da će privući pažnju. Na primer, kada buka na koju smo se već adaptirali naglo prestane, počinjemo da 'čujemo' tišinu* [9];
- **Subliminalna percepcija** – Ovo znači da je trebalo ispitanicima dati motivaciju za radom. Zbog toga je celo istraživanje osmišljeno kao kompetitivna igra u kojoj treba da pronađu razlike, prebroje određene elemente i napišu priču;
- **Nejednaka zastupljenost korišćenja obe strane mozga** – Osmišljene su igre koje za cilj imaju da pokrenu prvo desnu stranu mozga, zatim obe, pa levu – Iz razloga što je lakše zapamtiti vizuelne elemente nego reči, slova, brojeve i drugo.

Prvo pitanje u anketi glasi: *Za sam početak, na osnovu fotografije, treba da napišeš priču o ovom malom zeki. Ne brini, ne ocenjuju se stil i kvalitet, bitna je kreativnost. U kratkim crtama probaj što jasnije da mi objasniš – Ko je ovaj zeka i šta on radi?* Ovo pitanje osmišljeno je sa ciljem kako bi se pokrenuo podsvesni deo mozga ispitanika i kako bi se pripremio za pitanja koja slede. Svrha pitanja jeste da pokrene desnu stranu mozga koja je zadužena za kreativnost.

Drugo pitanje u anketi je trik pitanje koje za cilj ima da pokrene obe strane mozga, kako kreativnu tako i analitičku, ali i da potvrdi hipotezu da ljudi veruju u sve što im se kaže – Pogotovo kada to urade autoriteti [10]. Naime, u ovom pitanju ispitanicima su pokazane dve gotovo identične slike i rečeno je da treba da pronađu pet razlika. Prvu su odmah pronašli – Zvezde na jednoj slici gušće su u odnosu na drugu.

Iako mnogi nisu uspeali da pronađu svih pet razlika, jer one ni ne postoje, ovo pitanje kod fokus grupa oduzelo je najviše vremena. Nisu želeli da poveruju sebi da ne mogu da vide razlike koje ne postoje, već su verovali autoritetu, u ovom slučaju intervjueru, i nastavljali su da istražuju.

Treće pitanje u anketi poslednje je pitanje koje za cilj ima aktiviranje svih delova ljudskog mozga. Predstavljeno je u vidu videa i njegov cilj jeste da pokrene levu stranu mozga, zaduženu za brojanje i računanje, kao i da skrene pažnju sa skrivenih informacija i da pažnju usmeri prema nebitnom brojanju velikih slova B.¹ Ideja za ovo pitanje dobijena je od već postojećih istraživanja [11], samo je modifikovana i prilagođena novoj hipotezi: *Može li umetnuta fotografija među frejmovima biti opažena zahvaljujući subliminalnoj percepciji?*

Četvrto pitanje, koje se odmah nadovezuje na treće, je u stvari i prvo pitanje koje je bitno za istraživanje i koje treba da pokaže da subliminalna komunikacija zaista

¹ Video dostupan u dodatku i na sledećem linku: www.youtube.com/watch?v=ui3eHHIYMpk

deluje. Naime, tokom brojanja velikih slova B u videu, ljudska pažnja usmerena je na izvršenje zadatka, i očigledne stvari, koje su im pred očima, nisu uspele da primete. Reči, naizgled potpuno slučajno umetnute, sačinjene su od slova koje čine popularan brend čaja *Milford*. Pa je tako 90% ispitanika u fokus grupama odgovorilo da bi popilo *Milford*-ov čaj. Gledano prema fokus grupama, postoji nekoliko razlika. Od 18 do 30 godina, svi su odgovorili da bi popili *Milford*-ov čaj. Od 30 do 40 godina, devetoro njih odgovorilo je da bi popilo *Milford*-ov, dok je svega jedna osoba odgovorila da bi popila *Lipton*. Dve osobe uzrasta od 40 i više godina odgovorilo je da bi popilo *Lipton*-ov čaj. U onlajn anketi nije velika razlika, od 32 ispitanika, 27 osoba odgovorilo je da bi popilo *Milford*-ov čaj dok bi 5 njih popilo drugi brend.

Peto pitanje, takođe, nadovezuje se na treće. Pored usmeravanja pažnje sa teksta i slova, pažnja je usmerena i sa jedne uočljive stvari. Naime, među frejmovima u videu umetnuta je fotografija na kojoj dominiraju dve boje – Plava i žuta. Zatim je nakon videa, ista ta fotografija prikazana u monohromu i postavljeno je pitanje: *Ukoliko bi ova fotografija bila u boji, koje dve boje bi bile dominantne?* Ponuđen je izbor između Crvene i plave, Plave i žute, Žute i crvene. 70% ispitanika fokus grupe odgovorilo je da bi fotografija bila u kombinaciji Plavo – žuta. Gledano prema polu, 66,67% (10/15) muškaraca i 73,33% (11/15) žena odgovorilo je poželjno. U onlajn istraživanju 56,25% ispitanika odgovorilo je da bi fotografija bila Plavo – žute boje.

Šesto pitanje u anketi trebalo je da potvrdi tvrdnju psihologa i neurologa da ljudski mozak odbija da poveruje da je moguće da se na nekim od fotografija ispred njih nalaze perverzne i tabu stvari [12], a samim tim traže se izgovori kako bi se opravdao izbor. Od dve gotovo iste slike trebalo je da se opredele za jednu, po njima lepšu. Kako bi istraživanje bilo relevantno, intervjuer je sliku sa subliminalnom porukom, rečju *SEX*, držao u svojoj desnoj ruci (levoj za ispitanike) dok onu bez subliminalne poruke u suprotnoj. 76,67% ispitanika opredelilo se za onu sa subliminalnom porukom. U onlajn istraživanju, 65,63% ispitanika opredelilo se za sliku sa subliminalnom porukom.



Slika 2. Ilustracija sa subliminalnom porukom *SEX*

Sedmo pitanje dosta je slično šestom, ali pre izvođenja ilustracije postavljeno je pitanje: *Može li subliminalna komunikacija da deluje ukoliko ne postoje elementi koji izazivaju nadražaje?* Naime, u ilustraciji prvog pitanja ispitanici su imali priliku da vide zeca i elemente koji se nalaze na njoj. Na osnovu njih, trebalo je da napišu priču po sopstvenom izboru. Sada, u sedmom pitanju, trebalo je da se opredele za jednu od dva ponuđena izbora: *Od koga zeka beži, od lovca ili od vuka?*



Slika 3. Subliminalna poruka bez seksualnog nadražaja ili straha

U onlajn istraživanju, malo više od polovine njih opredelilo se za vuka (59,38%). Gledano prema polu, 81,82% muškaraca reklo je da zec beži od vuka, ali je 52,38% žena reklo da on beži od lovca.

Što se tiče fokus grupa situacija je malo drugačija. 66,67% njih opredelilo se za vuka. Od toga je 70% njih uzrasta od 18 do 30 i od 30 do 40 godina, a 60% njih je uzrasta iznad 40 godina.

4. ZAKLJUČAK

Istraživanje je potvrdilo hipotezu i moguće je da marketing stručnjaci donose odluku umesto korisnika, ali ograničeno. U internim istraživanjima došlo se do zaključka da, bez obzira koliko manipulativna tehnika bila moćna, bez ponuđenog izbora neće se moći postići željeni efekat. Jer bez poziva na akciju i ponuđenih izbora, neuromarketing, još uvek, nema nikakvih uticaja. Ali, sigurno je da će potreba za neuromarketiškim stručnjacima u svetu postajati sve veća, te bi trebalo ohrabriti i podržati dalja usavršavanja i istraživanja.

5. LITERATURA

- [1] F. Breton, "*Izmanipulisana reč*". Beograd: Clio. 2000.
- [2] Lj. S. Isaković, "Video igre – Mitologija novog milenijuma", In S. Sremac, N. Knežević, & D. Valić-Nedeljković, "*Mediji, religija i nasilje*", pp. 46-56. Novi Sad: Centar za istraživanje religije, politike i društva, 2013.
- [3] "*Neuromarketing*", (n.d.), Retrieved 8 5, 2017, from Collins English Dictionary – Complete & Unabridged 10th Edition: <http://www.-dictionary.com/browse/neuromarketing>, 2017.
- [4] R. Dooley, (n.d.). "*What Is Neuromarketing?*" Retrieved 8 5, 2017, from Neuroscience-marketing.com:

<https://www.neurosciencemarketing.com/blog/articles/what-is-neuromarketing.htm#>, 2017.

- [5] "What is Neuromarketing?" (n.d.), Retrieved 8 3, 2017, from neuromarketing-association.com: <http://www.neuromarketing-association.com/what-is-neuromarketing>, 2017.
- [6] T. Z. Ramsøy (Director), "Introduction course in neuromarketing and consumer neuroscience" [Motion Picture], 2014.
- [7] N. Rot, & S. Radonjić, "Psihologija za drugi razred gimnazije", Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 2005.
- [8] "Neuroeconomics" (n.d.), Retrieved 8 4, 2017, from Investopedia.com: <http://www.investopedia.com/terms/n/neuroeconomics.asp>, 2017.
- [9] N. Havelka, "Psihologija za drugi i treći razred medicinske škole", Beograd: Zavod za udžbenike, 2007.
- [10] N. Cialdini. "Changing Minds". Retrieved 1 2, 2018, from Authority principle: <http://changingminds.org/principles/authority.htm>, 1994.
- [11] A. Motluk, "Subliminal advertising may work after all". Retrieved 8 15, 2017, from New Scientist: <https://www.newscientist.com/article/mg19025494-400-subliminal-advertising-may-work-after-all/>, 2006.
- [12] E. Tejlor, "Programiranje uma", Beograd: Leo commerce, 2015.

Kratka biografija



Nikola Učur rođen je 12.09.1993. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Ivo Andrić“ u Budisavi završio je 2008. godine. Tehničku školu „Mileva Marić-Ajnštajn“ u Novom Sadu završio je 2012. godine i iste godine upisao je Filozofski fakultet u Novom Sadu, Odsek za medijske studije, smer Žurnalistika. Maja 2015. godine nagrađen je od strane Odseka za medijske studije za najbolji radijski prilog pod nazivom „Socijalna (ne)lagodnost“. Diplomirao je 29. juna 2016. godine, stekavši zvanje *Diplomirani novinar*. Septembra 2016. godine biva pohvaljen od strane Istraživačkog centra Kosmopolis na Interlink festivalu, a serijal fotografija pod nazivom „Hoće li i sa mnom biti tako?“ bivaju izložene u galeriji zgrade Beogradanka u Beogradu. Novembra 2016. upisuje master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Inženjerski menadžment, modul Industrijski marketing i inženjerstvo medija.

**ANALIZA UTICAJA STRANIH DIREKTNIH INVESTICIJA NA PLATNI BILANS
REPUBLIKE SRBIJE****ANALYSIS OF THE IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON THE
BALANCE OF PAYMENT OF THE REPUBLIC OF SERBIA**

Nemanja Stojanović, Veselin Perović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEĐUNARODNO POSLOVANJE

Kratak sadržaj – Predmet izučavanja ovog rada je platni bilans sa posebnim akcentom na platni bilans Republike Srbije. U radu je sa teorijskog aspekta analiziran platni bilans, makroekonomske performanse kao i uticaj stranih direktnih investicija na platni bilans Republike Srbije.

Abstract – The subject of this study is a balance of payments with a special emphasis on Serbian balance of payments. In the work analyzes the balance of payments, macroeconomic performance and the influence of foreign direct investments (FDI) on the balance of payments of the Republic of Serbia from the theoretical point of view.

Ključne reči: platni bilans, makroekonomske performanse, strane direktne investicije, Republika Srbija.

UVOD

Proces globalizacije nametnuo je nova pravila u poslovanju kompanija. Kompanije svoje poslovanje ne zasnivaju samo u okviru nacionalnih ekonomija već se ono širi van granica zemlje. Svet se menja, sve postaje dostupno i tržište postaje jedno veliko „globalno selo“. Na osnovu navedenog može se izvesti jedan kratak zaključak- značaj međunarodnog poslovanja danas je ogroman. Najveću korist od procesa globalizacije imaju razvijene zemlje kao što su SAD, države EU, Azijski tigrovi. Ostale manje razvijene zemlje, zemlje u razvoju, i tranziciji bore se u ovoj tržišnoj utakmici. Naša zemlja je jedna od njih. Republika Srbija je mala zemlja koja se nalazi na jugoistoku Evropskog kontinenta, preciznije, na zapadnom delu Balkanskog poluostrva. Nakon godina prosperiteta, ratnih sukoba krajem '90. godina prošlog veka koji su uticali na privredne aktivnosti u zemlji, početkom 2000. godine u Srbiji je usledio proces transformacije svojine kada je otpočela privatizacija privrednih društava. Danas, iako proces privatizacije još uvek traje, država se ne može pohvaliti njegovim dobrim postupkom sprovođenja. Država je privredno nerazvijena, mnoge fabrike ne rade, a zaposlenost je na niskom nivou. Podsticanje privredne aktivnosti je cilj i osnovni zadatak države. Ovo su samo neke od uvodnih konstatacija, a detaljnom analizom makroekonomskih pokazatelja, platnog bilansa i stranih direktnih investicija u Srbiji izveden je zaključak o tome zašto Srbija ostvaruje deficit u platnom bilansu i koji su osnovni uzroci toga.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Veselin Perović.

**1. POJAM, ELEMENTI I PRINCIPI IZRADE
PLATNOG BILANSA**

Platni bilans (eng. balance of payments) je sistematski prikaz svih ekonomskih transakcija koje zemlja obavi sa inostranstvom u toku jedne kalendarske godine. Stoga, platni bilans je jedan od osnovnih indikatora zdravlja privrede [1].

Jedan od glavnih ciljeva evidencije platnog bilansa jeste obaveštavanje vlade zemlje o stanju zaduženosti i pružanje pomoći pri formulisanju mera monetarne, fiskalne i spoljno trgovinske politike. Prilikom donošenja mera ekonomske politike vlade koriste podatke o platnom bilansu svojih spoljnotrgovinskih partnera. Ove informacije od velike su važnosti kako za pojedince tako i za preduzeća i banke koji su posredno ili neposredno uključeni u međunarodnu trgovinu ili međunarodne finansije. [2] Definicija platnog bilansa, prema metodologiji MMF-a glasi: „Platni bilans je statistički iskaz koji obuhvata transakcije između rezidenata i nerezidenata za određeni vremenski period. Čine ga račun robe i usluga; račun primarnog dohotka; račun sekundarnog dohotka, kapitalni račun i finansijski račun“ [3].

U standardnoj prezentaciji komponente platnog bilansa su klasifikovane na:

1. tekuće transakcije,
2. kapitalne transakcije i
3. finansijske transakcije [4].

Osnovni računovodstveni principi koji se koriste u sačinjavanju platnog bilansa jeste razumevanje i pravljenje osnovne razlike između potražne (eng. credit) i dugovne (eng. debit) pozicije u platnom bilansu, a zatim principi dvojnog knjigovodstva (eng. double entry bookkeeping), koji se koriste u evidentiranju platnobilansnih transakcija.

**2. ZNAČAJ I ULOGA PLATNOG BILANSA –
POVEZANOST PLATNOG BILANSA SA
MAKROEKONOMSKIM INDIKATORIMA**

Kako bi se sagledao značaj platnog bilansa i smisao relacija iz platnog bilansa koji uključuje sve transakcije sa inostranstvom (eksterni sektor), neophodno je analizirati vezu između platnog bilansa sa unutrašnjim sektorom koji čini realni, fiskalni i monetarni sektor. Sagledavanje odnosa vrši se preko osnovnih makroekonomskih agregata [4].

Dakle, kako bi se prikazala problematika platnog bilansa, može se ukazati na osnovne veze koje postoje između platnog bilansa i društvenog proizvoda. U hipotetičkom primeru, kada bi zemlja bila zatvorena u odnosu na inostranstvo, ostvareni društveni proizvod (Y) raspodeljivao bi se samo na potrošnju stanovništva (C), potrošnju države (G) i na investicije (I). Deo društvenog proizvoda niti bi se izvezio, niti bi se preko uvoza trošio deo društvenog proizvoda drugih zemalja. Tada bi važio [5]:

$$Y = C + G + I \quad (1)$$

Ova jednakost se remeti kada se uključe vrednosti izvoza i uvoza. Izvoz (X) predstavlja odricanje od dela sadašnje potrošnje (u korist buduće), dok uvoz (M) omogućava njen veći obim u sadašnjosti. Jednakost društvenog proizvoda i ukupne potrošnje tada je definisana kao:

$$Y = C + G + I + X - M \quad (2)$$

gde je [6]:

C- potrošnja domaćinstava, tj. svih građana (eng. consumption expenditure). Izvori ove potrošnje su prihodi ukupne populacije od zarada, kamata, profita, renti i dividendi i uzetih zajmova i kredita od banaka.

I- investiciona potrošnja (eng. investment expenditure). Ona obuhvata potrošnju koja nastaje na bazi ulaganja u fabričke zgrade, mašine, opremu i obrtna sredstva. U okviru ove potrošnje je takođe i deo uvozne komponente.

G- potrošnja vlade, tj. državnih organa (eng. government spending). Ona je izražena budžetskom potrošnjom. Nju ostvaruju vlada i lokalne samouprave. Ova potrošnja isto tako sadrži uvoznju robu i usluge. U okviru prikazane strukture ne podrazumevaju se, u ovom slučaju, investiciona ulaganja iz budžeta. Ona su obuhvaćena u okviru investicione potrošnje.

X- potrošnja radi ostvarivanja izvoza (eng. export). Simbolom X se prikazuje celokupna vrednost materijalne potrošnje ostvarene u toku proizvodnje roba za izvoz i pružanje izvoznih usluga, odnosno radi ostvarivanja vidljivog i nevidljivog izvoza. Očigledno je da potrošnja, koja je iskazana simbolima C, I, G i X uključuje i odgovarajući uvoz roba i usluga. Zbog toga se za označavanje uvoza koristi simbol M prema engleskoj reči „import“ (uvoz).

3. MAKROEKONOMSKE PERFORMANSE REPUBLIKE SRBIJE

3.1. Bruto domaći proizvod

Privredni rast jedne zemlje manifestuje se u povećanju svih kvantitativnih elemenata nacionalne privrede (agregatne ponude) u određenom vremenskom periodu u odnosu na prethodni. Meri se pomoću stope rasta osnovnih makroekonomskih agregata materijalne proizvodnje, dakle, odnos bruto domaćeg proizvoda- BDP (eng. gross domestic product – GDP) u jednoj godini u odnosu na BDP iz prethodne godine.

Bruto domaći proizvod (Gross domestic product- GDP) je važna agregatna ekonomska veličina zbog donošenja veoma značajnih odluka u makroekonomskoj analizi i ekonomskoj politici na nivou nacionalne ekonomije [7]. Naša zemlja je privredno dosta nerazvijena, pa je stoga i visina BDP-a znatno niža u odnosu na druge razvijene zemlje Evropske unije.

3.2. Inflacija, nezaposlenost i javni dug u Srbiji

Stopa inflacije u Srbiji u proseku je iznosila 6,25 % u periodu 2007-2017. godine kada je u junu 2008. dostigla najviši nivo od 14,9 %, dok je stopa inflacije najniža bila u januaru 2015. godine kada je iznosila 0,10%.

Stopa zaposlenosti pre nastupanja ekonomske krize bila je viša i ona je u 2007. godini iznosila 41,8%, dok je stopa nezaposlenosti bila 18,1 %. U 2013. i 2014. godini situacija je bila drugačija i stopa zaposlenosti je bila niža, u 2013. godini ona je iznosila svega 37,7%, dok je stopa nezaposlenosti bila viša u odnosu na stopu nezaposlenosti pre nastupanja ekonomske krize 22,1%, dok je stopa nezaposlenosti u 2014. godini bila 18,9%, a stopa zaposlenosti 39,7%. Prema poslednjim dostupnim podacima na web sajtu MMF-a stopa nezaposlenosti u našoj zemlji blago počela da opada kada je ona u 2015. godini iznosila 18,5% i u 2016. godini 18,7%. Prema dostupnim podacima na web sajtu Trading Economics zabeležena stopa nezaposlenosti u januaru 2017. godine bila je 14,6%. Stopa nezaposlenosti u Srbiji u proseku je iznosila 18,37 % u periodu 2008-2017. godine, kada je najveću stopu dostigla u prvom kvartalu 2012. godine sa 25,50 % i rekordno najniže stope od 13% u četvrtom kvartalu 2016. godine.

Preliminarno stanje duga opšte države na dan 31.12.2016. godine iznosi 24.822 miliona eura, dok je stanje duga opšte države na dan 31.12.2017. bio niži kada je iznosio 23.539.049.411 evra.

4. PLATNI BILANS SRBIJE

4.1. Analiza platnog bilansa Srbije

Srbija godinama unazad beleži visok deficit tekućeg računa platnog bilansa koji vuče korene u deficitu spoljnotrgovinske razmene. Osnovni uzrok spoljnotrgovinskog deficita je, pre svega, u visokoj javnoj potrošnji (visok uvoz) i nedostatku strukturnih reformi (nizak izvoz) [4].

Deficit tekućeg računa finansira se prilivom stranog kapitala, ali kako je usled svetske ekonomske krize došlo do pada priliva po osnovu proizvodnih i portfolio investicija, na dalje se otvara pitanje njegovog finansiranja. Pored smanjenog priliva po osnovu SDI, na pad ponude deviza je uticao manji priliv po osnovu međubankarskog kreditiranja (zaduživanje kod inobanaka), pad prihoda od privatizacije, smanjeni izvozni prihodi, povlačenje depozita iz bankarskog sistema, smanjen priliv doznaka iz inostranstva, i dr.

Paralelno sa padom deviznog priliva, nakon eskalacije globalne ekonomske krize raste tražnja za devizama. Do rasta tražnje došlo je usled povlačenja dela stranih i portfolio investitora (koji su konvertovali dinarske hartije od vrednosti u stranu valutu i nakon toga povlačili sredstva) i ubrzanog oslobađanja viška dinara stanovništva i privrede. Isto tako, globalna kriza je dovela do nepoverenja na međunarodnom tržištu, tako da se ranija plaćanja na odloženo sada rade trenutno ili u vrlo kratkim rokovima i zato uvoznici traže veću količinu deviza. U uslovima fleksibilnog deviznog kursa koji se formira na osnovu ponude i tražnje, deprecijacija kursa dinara bila je neminovna.

Platni bilans je tokom 2008. godine doživeo nepovoljne promene. Prvo je došlo do rasta deficita u tekućim transakcijama, tako da je 2008. godine deficit tekućih transakcija, u odnosu na prethodnu godinu, porastao sa 5 na 7 mlrd. evra. U narednim godinama situacija se popravila, kada je defiti tekućeg računa smanjen sa 7 mlrd eura iz 2008. godine na 2 mlrd eura u 2009. godini. Situacija je bila slična i u narednoj 2010. godini, ali je u 2011. godini došlo do rasta deficita na 3,6 mlrd eura što se održalo i u narednoj 2012. godini. U narednim godinama dolazi do pada deficita i prema podacima iz 2016. godine deficit tekućeg računa iznosio je milijardu evra [8].

4.2. Trgovinski bilans i trgovinska razmena Srbije

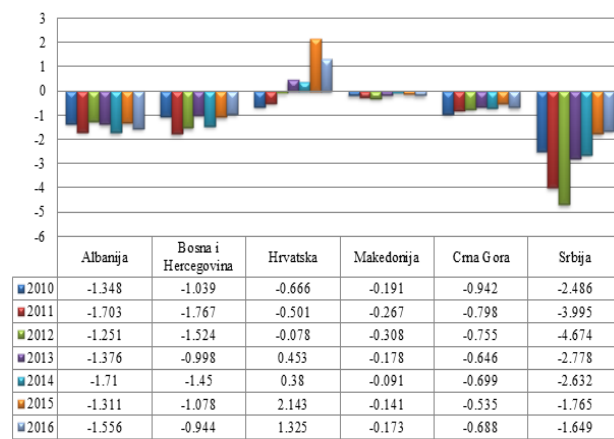
Privredna aktivnost u Srbiji je na niskom nivou. Ovom se u prilog dađaje i to da je sve manji broj fabrika i sve se manje proizvodi, te je samim tim i nizak izvoz zemlje. Dolazak stranih investitora u našu zemlju- njihovog investiranja, rezultirao je podsticanju kako stare, tako i nove proizvodnje. Otvorene su nove fabrike, ali oživele su i stare. Dobar primer jeste i fabrika Zastava iz Kragujevca koju je kupila kompanija FIAT iz Italije. Zahvaljujući ulagaju u ovu fabriku, Zastavu, ona je oživela i unapredila- modernizovala svoju proizvodnu liniju što je uticalo na proizvodnju novih automobila koji su danas konkurentni na tržištu i izvoze se čak u Ameriku.

Iako ima pomaka u razvoju Srpske privrede, to je sve nedovoljno. Potrebni su ogromni napor u sređivanju privrednog ambijenta i u oživljavanju domaće privrede, privlačenju novih, kako krupnih tako i sitnih, stranih investicija da bi privredni ambijent u Srbiji bio bolji. Samo otvaranjem novih i oživljavanjem starih fabrika moguće je povećanje bruto domaćeg proizvoda zemlje, pa samim tim i rast izvoza zemlje.

Takođe, samo konkurentan proizvod može da se proda bilo u Srbiji ili u svetu. Ako Srbija bude proizvodila kvalitetne proizvode i pružala kvalitetne usluge (na primer u turizmu) moguće je unaprediti izvoz zemlje. Srbija pored izvoza proizvoda iz automobilske industrije vrši izvoz proizvoda iz oblasti agroindustrije. Ovo je značajna oblast u koju treba ulagati i podsticati dalji razvoj poljoprivrede kako bi uticaj na izvoz bio još veći. Srbija jeste mala zemlja, ali ima ogroman potencijal!

Kako bismo dobili jasniju sliku o trgovinskoj razmeni napraviće se kratka komparativna analiza izvoza zemalja Zapadnog Balkana na osnovu čega će se doći do zaključka da države Zapadnog Balkana već duži niz godina ostvaruju deficit u međunarodnoj razmeni. Trgovinski bilans zemalja Zapadnog Balkana prezentovan je na grafikonu br. 1.

Sve analizirane zemlje, osim Hrvatske koja ima suficit, ostvaruju deficit u međunarodnoj razmeni. Najveći deficit ima upravo naša zemlja. Kao predlog mera unapređenja međunarodne saradnje i podsticanja izvoza jeste regionalno povezivanje država koje je omogućeno kroz ekonomsku organizaciju Central European Free Trade Association- CEFTA, države imaju mogućnost da koriste sve prednosti ekonomije obima i tako privlače strane investitore što stvara dobru osnovu za podsticanje izvoza i samim tim smanjenja deficita platnog bilansa.



Grafikon br. 1. Pokazatelji trgovinske razmene, platni bilans u mlrd. \$US

Izvor:

5. UTICAJ STRANIH DIREKTNIH INVESTICIJA NA PLATNI BILANS SRBIJE

Strane direktne investicije - SDI (eng. Foreign Direct Investment - FDI) moguće je definisati na sledeći način (definisane od strane Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj- OECD): kao kategoriju prekogranične investicije od strane rezidenta jedne ekonomije (direktni investitor) sa ciljem uspostavljanja trajnog interesa u kompaniji u koju se investira, a koja ima sedište u drugoj zemlji u odnosu na zemlju porekla direktnog investitora. Motiv direktnog investitora je da uspostavi strateški dugoročni odnos u cilju obezbeđenja značajnog stepena uticaja u upravljanju kompanije direktne investicije [4].

Strane direktne investicije ostvaruju se na sledeće načine [9]:

- *Greenfield investicije* – direktne investicije u potpuno novi proizvodni pogon na inostranom tržištu.
- *Prekogranične akvizicije* – preuzimanje ili pripajanje postojećih organizacija u drugoj državi.
- *Akvizicija* predstavlja preuzimanje kontrole nad drugom kompanijom. Takođe, može značiti preuzimanje većinskog paketa glasačkog potencijala (majority acquisition) ili kupovinu manjinskog dela kompanije (minority acquisition)
- *Prekogranični merđžeri* – spajanje dva jednaka partnera. Mogu biti horizontalni, kad se povezuju dve kompanije iz istog sektora, i vertikalni, kad se povezuju kompanije iz različitih vertikalnih faza proizvodnog procesa.
- *Brownfield investicije* – hibridni model koji kombinuje akviziciju i Greenfield investiciju. Formalno se radi o akvizicijama, ali suštinski one više liče na Greenfield investicije, jer investitor gotovo u potpunosti zamenjuje proizvodne pogone, opremu i proizvodnu liniju.
- *Joint venture* – zajednička ulaganja odnosno sporazum između dve ili više strana da rade zajedno na projektu, odnosno stvaraju entitet koji zajednički kontrolišu.

Glavni nosioci stranih direktnih investicija su razvijene ekonomije kao što su SAD, Francuska, Belgija, Luksemburg, Holandija, Nemačka, Velika Britanija, Japan, Kanada, Španija i Italija,

Na priliv SDI u Srbiju, prema izveštaju NBS, utiče makroekonomska stabilnost i poboljšanje poslovnog i investicionog okruženja. Za razliku od prvog talasa SDI, koji je bio koncentrisan na mali broj projekata, drugi talas SDI ostvaren u periodu 2014-2016. godine (6 mlrd evra neto) bio je raznovrsniji sa stanovišta sektorske strukture i obuhvatao je veliki broj manjih projekata. Najviše priliva ostvareno je u sektoru prerađivačke industrije (oko 35%).

Kako bi se stimulisao veći priliv SDI u zemlju neophodno je jačati jedinstveni ekonomski prostor i očuvati makroekonomsku stabilnost kroz pojednostavljenje birokratskog sistema i izradu strategije za privlačenje SDI koje bi se prevashodno odnosile na definisanje sektora u kojima Srbija ima najveće komparativne i konkurentske prednosti za strane investicije i koje mogu doneti najviše ekonomske koristi privredi zemlje.

Osim toga, neophodno je raditi na izgradnji pozitivnog imidža zemlje u svetu. Isto tako, spor proces privatizacije, destimulativan poreski sistem i visina poreskog opterećenja, rezultirali su nižim nivoima u privlačenju stranih investicija.

6. ZAKLJUČAK

Globalizacija pruža niz prednosti, ali čini se samo visoko razvijenim zemljama, one manje razvijene, kao što je slučaj i sa našoj zemljom, postaju zavisnici razvijenih ekonomija- zavisnici njihovih proizvoda (usled visokog uvoza robe i usluga), investicija (potreba za prilivom SDI) i sl. Države i njihove kompanije rastu, naprosto „jedu jedne druge“, ali šta se dešava sa srpskom privrednom i da li ima mesta u razvoju domaće privrede u sopstenoj zemlji ili je ipak sve prepušteno globalnim kompanijama koje samo zbog povoljnih uslova poslovanja (poreske olakšice, subvencije, niske cene rada) deluju na našem tržištu?

Ovo pitanje može da pokrene sam značaj međunarodnog poslovanja, i da li je možda došlo vreme da se ekonomije zatvore i prevashodno posvete sebi samima. Šta se dešava sa potrošačima i domaćim kompanijama, da li Srbija ume da proizvede konkurentan proizvod koji će zadovoljiti potrebe savremenih potrošača- svakako ne, bar za sad.

Ovo su neka od pitanja i odgovor koji može da posluži kao osnova i doprinos daljem istraživanju iz oblasti međunarodnog poslovanja. I dalje, značaj međunarodnog poslovanja je izrazito velik i ogleda se u otvorenosti privrede i rastu konkurentnosti. Zadatak Srbije jeste da pronađe svoje „mesto pod suncem“!

Iako pomaka u razvoju Srpske privrede ima i dalje je naša ekonomija na niskom stupnju razvoja. U skladu sa predmetom i ciljom istraživanja analizirane su makroekonomske performanse, platni bilans, strane direktne investicije i ustanovljeno je da one pristižu, raste privredna aktivnost, shodno tome i zaposlenost, ali i dalje u platnom bilansu se registruje deficit koji je uglavnom produkt deficita u trgovinskom bilansu. Srbija treba da uloži velike napore kako bi se privredni ambijent prilagodio međunarodnim okvirima. Neophodno je, pre svega, motivisati stanovništvo, pokrenuti ga, jer je čovek najveći resurs i samo uz „prave ljude“ i njihovu veliku angažovanost, kao i upotrebom drugih resursa (zemlje i kapitala) je moguć prosperitet zemlje. U narednom periodu naša zemlja treba da sledi primer ekonomija iz našeg okruženja, kao što je na primer Češka, Rumunija ili Slovačka u kojima je visok priliv SDI, rast BDP-a i ostalih makroekonomskih indikatora pozitivno uticao na privredni rast i razvoj što se takođe pozitivno odrazilo na sve segmente ekonomije, društva, obrazovanja, politike, tehnologije, medicine...

7. LITERATURA

- [1] Filipović S, Petrović S, *Pozicioniranje privrede u globalnom ekonomskom okruženju*, Ekonomski institut, Beograd, 2015.
- [2] Salvatore D, *Međunarodna ekonomija*, Ekonomski fakultet, Beograd, 2014.
- [3] International Monetary Fund, Balance of Payments and International Investment Position Manual, six Edition, p. 9, <https://www.imf.org/external/pubs/ft/bop/2007/pdf/bpm6.pdf>, 19.02.2018.
- [4] Filipović S, Petrović S, *Pozicioniranje privrede u globalnom ekonomskom okruženju*, Ekonomski institut, Beograd, 2015.
- [5] Kovač O, *Međunarodne finansije*, Ekonomski fakultet, Beograd, 2003.
- [6] Ugrin S, *Porobljavanje, glad i misija MMF-a: Put u laburizam*, Institut za ekonomsko pravne ekspertize, Beograd, 2016.
- [7] Jednak J, *Ekonomija*, Beogradska poslovna škola, Beograd, 2009.
- [8] Narodna banka Srbije, https://www.nbs.rs/internet/latinica/80/platni_bilans.html, 15.02.2018.
- [9] Žugčić J., *Strane direktne investicije: u praksi tranzicijskih država*, Univerzitet Mediteran, Podgorica, 2012.

Kratka biografija:



Nemanja Stojanović je rođen je 02.01.1984. godine u Užicu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti investicioni menadžment – međunarodno poslovanje odbranio je 2018. godine.

ANALIZA STRUKTURE TROŠKOVA NA PRIMERU 32 IKT PREDUZEĆA U SRBIJI

ANALYSIS OF THE COST STRUCTURE BASED ON THE EXAMPLES OF SELECTED 32 ICT COMPANIES IN SERBIA

Dragana Đajić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Glavni predmet rada su preduzeća u Srbiji koja se bave informaciono-komunikacionim tehnologijama i struktura njihovih troškova, sa posebnim naglaskom na troškove zarada i troškove proizvodnih usluga, kao potencijalno najvećim troškovima jednog preduzeća iz IKT industrije.

Abstract – The main subjects of this paper are companies in Serbia that deal with information and communication technologies and the structure of their costs, with a special emphasis on the costs of wages and production services, potentially the highest costs of an ICT company.

Ključne reči: Informaciono-komunikacione tehnologije, troškovi zarada, troškovi proizvodnih usluga

1. UVOD

Aktuelna tema kako u svetu, tako i u Republici Srbiji jesu informaciono-komunikacione tehnologije i njihov revolucionarni razvoj. Uzimajući upravo taj brz rast i razvoj IKT preduzeća u obzir, gde se od pojave prvog računara nastalog iz čovekove potrebe da sebi olakša proces računanja, obrade podataka i na taj način ubrza posao kojim se bavi, došlo do pojave Cloud Computinga (računarstva u oblaku), gde ne postoji proizvod u fizičkom smislu što izuzima veliki broj troškova (pakovanja, skladišta, transporta itd.), pretpostavka je da trošak zaposlenih čini najveći trošak (preko 50%) jednog IKT preduzeća. Osnovni cilj ovog rada je da se bliže predstavi IKT industrija, njen značaj, odnosno razlog zbog koga se upravo ona istakla od ostalih industrija za analizu i da se prouči procentualni udeo određenih stavki u rashodnoj strukturi IKT preduzeća. Iz tog razloga, u radu će se prikazati i analizirati troškovi zarada i troškovi proizvodnih usluga, na primeru 32 IKT preduzeća u periodu od 2014-2016.godine.

2. INFORMACIONO-KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE

Pod pojmom informacione i komunikacione tehnologije podrazumevaju se sva tehnička sredstva koja se upotrebljavaju u svrhu rukovanja informacijama i omogućavanja komunikacije uključujući računare, mrežni hardver, komunikacione vodove i sav potreban softver [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mladen Radišić, vanr.prof.

Primena IKT-a može se videti na mnogim primerima: u preduzećima, u bankama, u zdravstvu, turističkim agencijama, prodavnicama pa i u domaćinstvima. Dakle, u bilo kom preduzeću nezavisno od njegove osnovne delatnosti. Informaciono-komunikacione tehnologije su tokom samo jedne ljudske generacije revolucionarno promenile način života, učenja, rada i zabave i sve dublje transformišu način interakcije ljudi, preduzeća i javnih institucija. Računarstvo u oblaku, poznato i kao računanstvo na zahtev (eng. on-demand computing), predstavlja koncept baziran na Internetu koji omogućava računarima i drugim uređajima pristup deljenim resursima i podacima. Cloud je već uveliko prisutan u oblicima koji veliki broj ljudi svakodnevno koristi, kao što su npr. brojne društvene mreže, e-mail servisi ili tzv. pametni telefoni itd. Iako već dugo prisutna na tržištu, ovo je tek početak ere IKT industrije. IKT danas u toj meri utiču na svaki segment društva i života i rada pojedinca da postaju sinonim za informatičko društvo. IKT neosporno predstavljaju jednu od ključnih inovacija poslednjeg veka. Danas, IT predstavlja centar pažnje srpske javnosti kao sektor ogromnih kapaciteta zapošljavanja i potencijalnog povećanja prihoda. Kompanije koje su članice Vojvodina IKT klastera (VOICT) su ostavile veliki utisak na svetskom tržištu, postavljajući Srbiju na mapi kao vrlo interesantnu alternativnu lokaciju za razvoj sofisticiranih proizvoda [2].

3. FINANSIJSKI IZVEŠTAJI

Analiza finansijskih izveštaja obuhvata detaljno posmatranje finansijskih pokazatelja koje preduzeće ostvaruje tokom svog redovnog poslovanja. Finansijski izveštaji predstavljaju takvu vrstu poslovnih izveštaja iz kojih preduzeće crpi osnovne indikatore uspeha svojih poslovnih procesa. Upravo iz tog razloga njihovo pažljivo kreiranje i kasnija analiza pomažu donosiocima odluka da adekvatno planiraju i sprovedu svoje poslovanje [3]. Postoje tri glavna finansijska izveštaja: bilans stanja, bilans uspeha i izveštaj o novčanim tokovima.

Bilans je formalni, vrednosno iskazan, dvostrani pregled, međusobno uravnoteženih brojčanih veličina stanja i rezultata preduzeća. Bilans stanja prikazuje ukupna sredstva i izvore sredstava, bilans uspeha prikazuje prihode koje je ostvarilo i rashode koje je napravilo preduzeće u toku jedne godine a izveštaj o novčanim tokovima prikazuje priliv i odliv gotovine.

4. TROŠKOVI PREDUZEĆA

Troškovi predstavljaju vrednosni izraz utrošenih elemenata procesa proizvodnje u preduzeću. Troškovi predstavljaju centralni problem u poslovnoj politici savremenih, tržišno orjentisanih preduzeća. Njihova veličina uslovljava poslovni uspeh tih organizacija. Cilj preduzeća nije samo proizvodnja što većeg obima proizvoda/usluga već i težnja ka snižavanju troškova. Postoji nekoliko vrsta troškova u preduzeću, ali najinteresantiji za izradu ovog rada su troškovi zarada i troškovi proizvodnih usluga. Troškovi zarada (plata) predstavljaju jednu od najvećih stavki ukupnih troškova nekog privrednog društva. Kao troškovi zarada obuhvataju se bruto zarade, odnosno neto zarade (i naknade zarada) uvećane za iznos obaveza po osnovu zarada (i naknada zarada). U troškove proizvodnih usluga spadaju: troškovi usluga na izradi učinka, troškovi transporta, troškovi popravki, troškovi reklame i propaganda, troškovi zakupnina itd.

5. ANALIZA TROŠKOVA PREDUZEĆA

Klasifikacija preduzeća u daljem radu izvršena je shodno Zakonu o računovodstvu [4] na:

- Mikro – preduzeća do 10 zaposlenih
- Mala – preduzeća do 50 zaposlenih
- Srednja – preduzeća do 250 zaposlenih
- Velika – preduzeća preko 250 zaposlenih

U okviru praktičnog dela rada i same analize, utvrđen je procentualni udeo određene stavke (troškova zarada ili troškova proizvodnih usluga) rashodne strukture u ukupnim poslovnim rashodima.

5.1 Udeo troškova zarada

Analiza troškova zarada i utvrđivanje prisutnog trenda u ukupnim troškovima IKT preduzeća, po osnovu klasifikacije na mikro, mala, srednja i velika preduzeća je sledeća:

Tabela 1. Procentualni udeo troškova zarada-mikro preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Array Studio	34	37	30	
2	Communis ddb	3	4	4	Rast
3	E-CAPS	68	44	6	Pad
4	Green soft	71	25	24	Pad
5	Inosens	-	0	24	Rast
6	MINECO Computers	25	22	30	
7	Orange Iceberg	7	14	7	
8	ProkomSoft	29	30	31	Rast
9	Runa Media	64	27	38	Pad
10	TO-Net	26	35	40	Rast
11	TotalObserver	65	69	51	Pad

Tabela 2. Procentualni udeo troškova zarada-mala preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Coing	55	42	37	Pad
2	EXLRT (HINTTECH)	73	79	74	
3	HiTeam	18	18	17	Pad
4	Homepage	33	35	31	
5	Intens	61	58	57	Pad
6	Navigator	32	41	47	Rast

7	Positive	10	7	14	
8	Prozone	43	44	40	Pad
9	Techicom Solutions	62	54	39	Pad
10	TIAC	39	34	33	Pad
11	Typhoon HIL	42	71	30	
12	ZESIUM mobile	72	67	60	Pad

Tabela 3. Procentualni udeo troškova zarada-srednja preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Execom	33	27	25	Pad
2	Informatika JKP	52	55	51	
3	Infostud	54	56	55	
4	M&i Systems, Co.	53	53	32	Pad
5	TMNS	76	75	76	
6	VEGA IT Sourcing	58	52	45	Pad

Tabela 4. Procentualni udeo troškova zarada-velika preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Eipix Entertainment	61	61	60	Pad
2	Levi9 IT Services	64	60	57	Pad
3	RT-RK	72	67	61	Pad

5.2 Udeo troškova proizvodnih usluga

Analiza troškova proizvodnih usluga i utvrđivanje trenda u ukupnim troškovima IKT preduzeća, po osnovu klasifikacije na mikro, mala, srednja i velika preduzeća je sledeća:

Tabela 5. Procentualni udeo troškova proizvodnih usluga-mikro preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Array Studio	56	54	58	
2	Communis ddb	96	95	95	
3	E-CAPS	3	10	8	
4	Green soft	12	60	59	Rast
5	Inosens	-	0	2	Rast
6	MINECO Computers	54	56	54	
7	Orange Iceberg	79	72	83	Rast
8	ProkomSoft	4	4	3	
9	Runa Media	3	12	29	Rast
10	TO-Net	2	3	4	Rast
11	TotalObserver	17	14	24	Rast

Tabela 6. Procentualni udeo troškova proizvodnih usluga-mala preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Coing	32	35	46	Rast
2	EXLRT (HINTTECH)	20	14	18	
3	HiTeam	7	7	8	Rast
4	Homepage	7	12	54	Rast
5	Intens	28	31	32	Rast
6	Navigator	24	27	25	
7	Positive	11	6	8	
8	Prozone	31	26	21	Pad
9	Techicom Solutions	3	5	7	Rast
10	TIAC	4	4	6	Rast
11	Typhoon HIL	40	32	19	Pad
12	ZESIUM mobile	8	8	26	Rast

Tabela 7. Procentualni udeo troškova proizvodnih usluga-srednja preduzeća

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Execom	5	5	7	Rast
2	Informatika JKP	12	9	10	
3	Infostud	24	21	19	Pad

4	M&i Systems, Co.	4	3	2	Pad
5	TMNS	7	10	8	
6	VEGA IT Sourcing	26	36	40	Rast

Tabela 8. *Procentualni udeo troškova proizvodnih usluga-velika preduzeća*

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Trend
1	Eipix Entertainment	15	13	17	Rast
2	Levi9 IT Services	30	33	35	Rast
3	RT-RK	6	5	5	

6. IKT PREDUZEĆA KOJA BELEŽE PAD TROŠKOVA ZARADA I UTVRĐIVANJE PRISUTNOG TRENDA

Na osnovu prethodno prikazanih tabela, uočeno je da 17 od 32 IKT preduzeća beleže pad troškova zarada u ukupnim troškovima tokom posmatranih godina, te su upravo ona bila zanimljiva i korišćena za dalju, dublju analizu. Analizom 17 preduzeća koja su beležila pad udela troškova zarada u ukupnim troškovima, njih 13 je potvrdilo trend koji se ogleda u rastu troškova proizvodnih usluga. S obzirom da dobijeni rezultati predstavljaju 76% čitavog uzorka, smatra se da je trend potvrđen i iz tog razloga za krajnju analizu biće korišćeni zbirni udeo troškova zarada i troškova proizvodnih usluga u ukupnim poslovnim rashodima.

Tabela 9. *Dokazivanje hipoteze-mikro preduzeća*

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Preko 50%
1	Array Studio	90.2	91.0	88.8	DA
2	Communis ddb	98.6	99.1	98.8	DA
3	E-CAPS	70.8	54.1	13.6	NE
4	Green soft	83.7	85.6	83.5	DA
5	Inosens	-	0.1	25.8	NE
6	MINECO Computers	78.4	78.5	84.5	DA
7	Orange Iceberg	86.4	85.6	89.3	DA
8	ProkomSoft	33.0	34.1	33.8	NE
9	Runa Media	67.2	39.1	67.0	DA
10	TO-Net	28.2	37.4	43.5	NE
11	TotalObserver	81.6	82.5	74.1	DA

Tabela 10. *Dokazivanje hipoteze-mala preduzeća*

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Preko 50%
1	Coing	87.2	77.3	83.5	DA
2	EXLRT	92.7	92.8	92.3	DA
3	HiTeam	24.8	24.8	25.1	NE
4	Homepage	40.5	47.1	84.8	DA
5	Intens	88.7	89.0	89.3	DA
6	Navigator	55.5	68.0	72.8	DA
7	Positive	21.5	12.8	21.8	NE
8	Prozone	74.0	69.8	60.8	DA
9	Techicom Solut.	65.2	59.1	45.4	NE
10	TIAC	43.1	37.8	38.7	NE
11	Typhoon HIL	81.5	103.2	28.2	NE
12	ZESIUM mobile	80.4	74.3	85.9	DA

Tabela 11. *Dokazivanje hipoteze-srednja preduzeća*

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Preko 50%
1	Execom	37.5	32.2	31.5	NE
2	Informatika JKP	63.2	64.4	61.2	DA
3	Infostud	78.2	77.0	73.9	DA
4	M&i Systems, Co.	56.1	56.1	34.5	NE
5	TMNS	83.0	85.1	86.2	DA
6	VEGA IT Sourcing	84.5	87.2	85.4	DA

Tabela 12. *Dokazivanje hipoteze-velika preduzeća*

Red.br.	Preduzeće	2014	2015	2016	Preko 50%
1	Eipix Entert.	76.1	74.6	77.2	DA
2	Levi9 IT Services	94.2	92.9	91.9	DA
3	RT-RK	125.4	102.7	66.4	DA

Na primeru od 32 IKT preduzeća, 21 preduzeće, tokom godina ima preko 50% udela troškova zarada i troškova proizvodnih usluga u ukupnim poslovnim rashodima. Kako to predstavlja 66% od uzorka, smatra se da je postavljena hipoteza potvrđena.

7. ZAKLJUČAK

Hipoteza postavljena na početku rada bazirala se na nameri da se dokaže kako preko 50% troškova jednog IKT preduzeća predstavljaju upravo troškovi zaposlenih, odnosno troškovi zarada. Bazirajući se isključivo na tržište Republike Srbije, među najveći trošak IKT preduzeća pored troškova zarada uključeni su i troškovi proizvodnih usluga.

Dobijeni rezultati su sledeći: u 2014. godini 75% uzorka je potvrdilo trend, u 2015. godini 72% uzorka je potvrdilo trend a u 2016. godini 66% uzorka je potvrdilo trend.

Činjenica je da trošak zaposlenih predstavlja najveći trošak u IKT industriji a pretpostavka je da će njegovo učešće u ukupnim poslovnim rashodima biti praćeno trendom rasta. Industrija informaciono-komunikacionih tehnologija je godinama na samom vrhu svih industrija i predstavlja budućnost, svugde u svetu a možda ponajviše u Srbiji s'obzirom da njeno širenje predstavlja prekretnicu za ekonomski razvoj naše zemlje.

8. LITERATURA

- [1] Gorana Čelebić, Dario Ilija Rendulić, Zagreb 2012, "Osnovni pojmovi informacione i komunikacione tehnologije"
- [2] Vojvodina IKT klaster, 215 (<https://vojvodinaictcluster.org/wp-content/uploads/2014/08/ICT-in-Serbia-At-a-Glance-2015.pdf>)
- [3] D. Dobromirov, M. Radišić, „Finansiranje inovativnih preduzeća“, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2015.
- [4] Zakon o računovodstvu, "Službeni glasnik RS", br. 62/2013, član 6, dostupno na: http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_racunovodstvu.html

Kratka biografija:



Dragana Đajić rođena je 20.05.1992. godine u Novom Sadu. Ekonomsku školu „Svetozar Miletić“, na smeru Ekonomski tehničar završila je 2011. godine u Novom Sadu. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Inženjerski menadžment. Osnovne studije, na usmerenju Investicioni menadžment završava 2015. godine. Master studije upisuje 2016. godine na istom usmerenju, Investicioni menadžment.

UNAPREĐENJE POSLOVANJA U SZTR „KOVAČEVIĆ“ BUSINESS IMPROVEMENT IN SZTR “KOVAČEVIĆ”

Marina Rehak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj- U ovom radu analizirano je poslovanje preduzeća “Kovačević” koje se bavi proizvodnjom pločastog nameštaja, kao i mere unapređenja poslovanja. Preduzeće uspešno posluje već sedamnaest godina, ali da bi unapredilo svoje poslovanje i opstalo na tržištu mora više da se orijentise ka praćenju savremenijih trendova i da radi na uvođenju promena u preduzeću. U radu je dat prikaz sistema cnc mašine, marketinga, asortimana robe, skladištenja i promocije.

Ključne reči: Unapređenje poslovanja, tržište, trendovi, cnc mašine, marketing, asortiman, skladište, promocija.

Abstract – This paper analyzes the business of the company “Kovačević” which deals with the production of flat furniture, as well as the measures for improving the business. The company has been operating successfully for seventeen years, but in order to improve its business and survive on the market, it has to focus more on tracking modern trends and to make changes in the company. The paper presents the system of CNC machines, marketing, goods assortment, storage and promotion.

Keywords: Business improvement, market, trends, CNC machines, marketing, assortment, warehouse, promotion.

1. UVOD

Visok kvalitet proizvoda i orijentisanost ka potrošaču je ono što mora da karakteriše svako proizvodno preduzeće, ako želi da u budućnosti napreduje na tržištu i da svoje poslovanje unapređuje. Upravljanje kvalitetom je efikasan alat za rešavanje svih zahteva kvaliteta i uspostavljanje modernijeg i inovativnijeg preduzeća. Kupac je taj koji određuje kvalitet, a ne proizvođač. Orijentacija na kupca ukazuje da je koncept kvaliteta marketinški zasnovan [1].

2. ISTORIJAT LOGISTIKE I OPŠTA PRIČA O LOGISTICI

2.1 Pojam logistike

Logistika je interdisciplinarna oblast sistema nauka koja obuhvata organizaciona rešenja, infrastrukturu, resurse, procese i ekonomsku podršku, radi realizacije zadatih ciljeva, kroz celokupni životni ciklus proizvoda. Logistika je povezana sa obavljanjem niza fizičko - distributivnih aktivnosti kao što su transport, skladištenje, držanje određenih zaliha, manipulisanje rezervama,...

2.2 Poslovna logistika

U ekonomskim disciplinama šezdesetih godina XX veka, logistika dobija puni značaj, postaje predmet naučnih istraživanja i dobija atribut “poslovna”.

NAPOMENA:

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

2.3 Podela logistike prema područjima delovanja

Prema područjima delovanja, logistički sistem se može podeliti na: megalogistika, globalna logistika, makro - mikro – metalogistika, interlogistika i intralogistika, servisna logistika, informatička logistika, menadžment logistika, logistika održivog razvoja.

2.4 Logistička usmerenja

Sa aspekta usmerenja logistika se deli kao: industrijska logistika, inženjerska logistika, integralna logistika i logistički menadžment.

2.5 Logistika kao uslužni sistem

Proizvodni i uslužni -logistički sistemi kao procesi se razlikuju, međutim njihov output je zajednički – proizvod [2].

3. MARKETING

3.1 Pojam marketinga

Neposredni prevod na srpski bi mogao biti : "stavljanje na tržište" ili "stvaranje tržišta". Marketing je jedna od najstarijih ljudskih aktivnosti, a opet relativno mlada naučna disciplina.

3.2 Istorijski razvoj marketinga

Potreba za nastankom marketinga se javila u uslovima kada su odnosi ponude i tražnje postali veoma kompleksni. Marketing je nastao kao izraz večite težnje proizvođača da se unapred zna za koga proizvodi i čije potrebe zadovoljava njegov proizvod [3].

3.3 Značenja marketinga

Marketing ima sledeća značenja: ekonomski proces, poslovna funkcija, poslovna koncepcija, naučna disciplina [4].

4. ASORTIMAN

Politikom asortimana obezbeđuju se potrebne informacije za ostale marketing aktivnosti u trgovini. Planiranje asortimana jeste kontinualan proces prilagođavanja brzim i čestim promenama koje nastaju u fazi proizvodnje i potrošnje. Sam kupac ceni će ponudu prvenstveno sa tri ključna elementa: kvaliteta proizvoda, ponude i kvaliteta usluga i primerenosti ponuđene cene [5].

5. SKLADIŠTENJE

Skladište je prostor za uskladištenje robe u rasutom stanju ili u ambalaži sa namerom da posle određenog vremena roba bude uključena u daljnji transport, proizvodnju, distribuciju ili potrošnju. Skladištar je odgovoran za pravilno slaganje tereta u svom skladištu.

5.1 Vrste skladišta

Od tvrdog materijala (beton, cigla, kamen), od čelika (cisterne, kontejneri), od plastičnih materijala (cisterne, hladnjače, kontejneri, burad, posude), od drveta (kace, burad, cisterne).

5.2 Organizacija skladišta

Sa makro-aspekt, skladišna služba organizaciono može da bude: u sastavu nabavne službe, u sastavu prodajne službe, u okviru tehničko-tehnološkog sektora, posebna organizaciona jedinica. Sa mikro-aspekta, skladišna služba može biti organizovana kao centralizovano, decentralizovano, kombinovano skladište.

5.3. Korišćenje skladišta

Skladišni prostor se uglavnom može koristiti za više namena. To je važna karakteristika jer se tako efikasnije koristi ukupna površina skladišta, racionalnije se koristi skladišna oprema, smanjuje se radna snaga.

5.4. Skladišna evidencija

Količina robe u skladištu se stalno menja i svaki dan se neka količina određene roba izdaje i prima. Do razlike između stvarnog i knjigovodstvenog stanja dolazi usled nepreciznog brojanja, kaliranja robe, rastura i loma robe, krađa... [6]

6. PROMOCIJA

Promocija je jedan od četiri instrumenta marketing miksa (proizvod, cena, kanali distribucije, promocija). Predstavlja komunikacionu vezu između kupaca i prodavaca, čiji je cilj uticaj, informisanje i ubeđivanje potencijalnog kupca na čin kupovine.

6.1. Instrumenti promocije

Promocija ima pet instrumenata koji kreiraju tzv. promotivni miks ili plan promocije. Ti instrumenti su: ekonomska propaganda, lična prodaja, oglašavanje, unapređenje prodaje, odnosi sa javnošću-PR.

6.2. Komercijalni efekti promocije

Ako se bilo koji promocioni oblik koristi izolovano, očekivani efekti primene će biti manji nego ako se koristi sa drugim elementima marketing miksa. Ako se od promocije očekuju komercijalni efekti, mora se pristupiti planskoj pripremi akcije.

6.3. Sredstva i mediji promocije

Sredstva promocije su nosioci informacija (poruka). Mediji promocije su prenosnici informacija (poruka): dnevna štampa, časopisi, revije, tv, radio, razglas, sajmovi, pošta, internet...

6.4. Veb sajt (website) i društvene mreže

Veb-sajt (engl. website ili web site) je skup veb-stranica koje mogu da sadrže tekst, slike, video-snimke i drugi multimedijalan sadržaj sastavljen u jednu celinu. Sajt može biti smešten na lokalnom računaru ili na internet ili veb-serveru (računaru poslužiocu) [7].

7. NOVE TEHNOLOGIJE

Svet se brzo menja, i svake se godine nove tehnologije predstavljaju tržištu. Neke od tih tehnologija moći će stvarno transformirati naše živote, standard življenja, način na koji komuniciramo u društvu. Tehnološki napredak sada direktno utiče na sve ostale ključne trendove u svakoj industriji i kompaniji. Unapređenje poslovanja je sistem rada prema ciljevima kojima preduzeće teži. Iz godine u godinu očekivanja su veća i vezana su uz zadovoljstvo korisnika, ali i samih preduzetnika. Potrebna je konstantna prisutnost razmišljanja o potrebama ljudi, ali i o promenama u skladu sa zahtevima i izazovima tržišta.

7.1. CNC MAŠINE

Za njih je karakteristično da su izražene kroz automatsko upravljanje geometrijskim i tehnološkim informacijama, kraće vreme obrade, visok nivo dimenzionalne i površinske tačnosti kao i visok nivo ekonomičnosti i fleksibilnosti. Svaka CNC mašina čita program, napisan u G-kodu, koji kreira korisnik. Bitna razlika je dodatak kontrolne (CNC) jedinice i servo motora na sve osovine. CNC u prevodu znači kompjutersko numeričko upravljanje mašinama, tj programiranje mašina kao sto su glodalice, strugovi, obradni centri pomoću računara. Svaka CNC mašina sadrži u sebi softver uz pomoć koga se vrši programiranje kretanje alata.

7.2. Numeričko upravljanje računarom(CNC)

Nedostaci NC alatnih mašina sa fiksnom logikom, te stalni zahtev za većom fleksibilnošću upravljanja potpomognut stalnim napretkom u elektronici dovelo je do razvoja računarom numerički upravljanih alatnih mašina. Da bi proizvod bio što kvalitetniji neophodno je da preduzeće zapošljava radnike tek nakon položene obuke za određen posao, pogotovo ako je kompleksan posao, kao rad na CNC mašinama

7.3. Trenutno stanje u oblasti

Srbija mora da se novo industrijalizuje da bi u godinama koje dolaze, imala visoke stope rasta i opstala u sve surovijoj tržišnoj utakmici u svetu. Ako znamo da digitalna pismenost i kompetencija više nisu stvar izbora već neophodne veštine u današnjem svetu, jasno je da stvari treba menjati i u samom obrazovnom sistemu.

7.4. Holzmaster mašina za obradu drveta

Holzmaster serija CNC mašina je namenjena pre svega drvoprerađivačkoj industriji. Njena konstrukcija izvedena je tako da zadovolji i najrigoroznije uslove eksploatacije. Zahvaljujući razvijenoj industriji alata, koji su dostupni i na našem tržištu, paleta materijala koji se mogu obrađivati na HOLZMASTER seriji je velika. Primarno, ova serija je namenjena obradi masiva i pločastih materijala kao što su medijapan (MDF), lesanit (HDF), sirova i oplemenjena iverica, šper... Osim materijala na bazi drveta, mogu se obrađivati i materijali kao što su: akrilne ploče (plexiglas, klirit), pune ili sačaste polikarbonatne ploče (Lexan), kompozitni Alubond (Dibond) paneli, trespa, poliuretanske ploče kao sto su Forex i karton pene kao i elastični PVC materijali kao što je juvidor [8].

8. SNIMAK STANJA U PREDUZEĆU SZTR „KOVAČEVIĆ“

Samostalna zanatska tapetarska radnja “ Kovačević” je osnovana 26.06.2001.godine. Njeno sedište je u Rusinskoj ulici, u selu Ruski Krstur, opština Kula. Pripada zapadnobačkom okrugu autonomne pokrajine Vojvodine. Vlasnik preduzeća “Kovačević” je Siniša Kovačević. U početku preduzeće je bilo osnovano kao manje zanatsko preduzeće, sa samo nekoliko radnika. Osnovna delatnost sztr “Kovačević” iz Ruskog Krstura je proizvodnja ostalog nameštaja. Radi se o tapaciranom nameštaju (presvučen nameštaj). Njihova delatnost se odnosi na proizvodnju za maloprodavce širom Srbije. Svojim dugogodišnjim radom stekli su veliki broj poslovnih partnera sa kojima održavaju veoma uspešnu saradnju punih 17 godina.

8.1. Organizaciona šema

U preduzeću "Kovačević" iz Ruskog Krstura direktor je i osnivač samog preduzeća. To je Siniša Kovačević. Osnovni sektori u preduzeću su: komercijalni sektor, tehnički sektor, opšti, kadrovski i finansijski sektor.

8.2. Poslovni prostor preduzeća i mašine

U okviru preduzeća "Kovačević" nalaze se prostorije sa specijalnim industrijskim mašinama za ovu delatnost. Najveća hala je 400m² i u njoj su smeštene industrijske mašine za šivenje i mašina za štepanje (povezivanje materijala i sundera). U drugoj prostoriji se nalazi cirkular. U manjoj prostoriji je smešten kompresor zajedno sa vazдушnim pištoljima jer je njihova funkcija povezana. Vazdušni pištolji se koriste kako prilikom sklapanja drvene konstrukcije, tako i povezivanja štepanog materijala za samu konstrukciju.

8.3. Repromaterijal

Preduzeće "Kovačević" iz Ruskog Krstura za proizvodnju svog nameštaja koristi sledeće repromaterijale: tekstilni materijal (mebl štof i eko koža), lesanit, daska, sunder, žičano jezgro. Oni su smešteni u jedno veće skladište u okviru samog preduzeća (30x20m).

8.4. Proizvodnja po fazama

Faze koje se obavljaju svaki dan za sve proizvode su sledeće: formiranje drvene konstrukcije, oblaganje sunderom, oblaganje materijala na postavljen sunder, dodavanje lesanita, ukrasnih delova i nogara.

9. METODE ZA ANALIZU STANJA U PREDUZEĆU

Swot analiza

SWOT analiza je efikasan alat za razumevanje i donošenje odluka u najrazličitijim situacijama u radu preduzeća. Tvorac SWOT analize je A. S. Humphrey. SWOT analiza, predstavlja skraćenicu od četiri engleske reči, koje u prevodu znače:

- Strengths – snage
- Weaknesses – slabosti
- Opportunities – mogućnosti (šanse, prilike)
- Threats – pretnje (opasnosti).

Tabela 1- Swot analiza

Snage	Slabosti
Iskustvo na tržištu	Složenost proizvodnje
Čvrsto upravljanje	Stara tehnologija
Kompetentni kadrovi	Slaba motivisanost zaposlenih
Mogućnosti	Pretnje
Povećanje nivoa zadovoljstva kupaca	Otpor prema promenama
Life style trendovi	Pojava konkurencije sa modernijom tehnologijom
Promovisanje ka širem tržištu	Niska kupovna moć

Ishikawa dijagram

Ishikawa dijagram (Fishbone-riblja kost dijagram) poznat je i kao dijagram uzroka i posledice zato što na grafički krajnje jednostavan način prikazuje odnos uzroka i posledice.

Na osnovu urađenog Ishikawa dijagrama mogu se ustanoviti koji su najveći problemi koji sprečavaju preduzeće „Kovačević“ da uspešno napreduje i da se bolje plasira na tržištu. Postoji pet glavnih segmenata. A to su:

Marketing- U preduzeću „Kovačević“ dosta je zapostavljen, budući da su punih šesnaest godina uspešno poslovali sa postojećom politikom rada. Savremeno i promen-

ljivo tržište zahteva da se u što kraćem vremenskom periodu deluje na ovaj aspekt i preduzmu mere unapređenja. Poslovni prostor- je jedna od kritičnijih tačaka jer manjak prostora dosta otežava samu proizvodnju i kretanja u toku radnog dana. U pitanju su dve prostorije, a to su skladište i kancelarija.

Okruženje- Budući da preduzeće ne posvećuje dovoljno pažnje na promociju i distribuciju svojih proizvoda, konkurencija lako može da osvoji tržište i tu preduzeću zavisiti i sam opstanak. U okruženju preduzeće mora da analizira sledeće uzroke problema, a to su kupci i konkurencija.

Oprema- Osnovne industrijske mašine preduzeće "Kovačević" je nabavilo pre 16 godina u Beogradu kada je i osnovano, a kapacitet njihove iskorišćenosti je 10h dnevno. Ponekad se dešava da proizvodnja zastane baš zbog nefunkcionisanja samih mašina, a to je i najveći problem. Mora se poraditi na nabavci novijih mašina.

Ljudi- U preduzeću „Kovačević“ je neophodno da se sprovedu određene obuke za sve zaposlene, ali i za rukovodioce kako bi se približili savremenijem poslovanju i lakšem funkcionisanju same proizvodnje nameštaja. Promene su neophodne kako na asortimanu preduzeća tako i na samim kadrovima u preduzeću.

10. PREDLOG MERA UNAPREĐENJA

Preduzeće "Kovačević" punih 17 godina uspešno posluje na teritoriji Vojvodine. Zadovoljstvo dugogodišnjih partnera i kupaca pokazuje da su na pravom putu i da polako, ali sigurno osvajaju tržište svojom proizvodnjom tapaciranog nameštaja.

10.1 Veća orijentisanost na proširivanje svog asortimana

Veoma je važno da prodavac u potpunosti poznaje svoj asortiman proizvoda koji nudi kupcima. Konkurentnost nije u onome što preduzeća proizvode u svojim postrojenjima već u onome što izlazi iz tih postrojenja u obliku pakovanja, usluga, oglašavanja, savetovanja klijenata, finansiranja, poštovanja ugovora, skladištenja i svih onih drugih stvari koje ljudi cene. Ono se mora orijentisati na savremenije stilove uređenja enterijera, koji su pritom funkcionalni, udobni i kvalitetni. Radna snaga za ovaj poduhvat već postoji u preduzeću. Kao prvi korak, ka postizanju ovog cilja, je da rukovodioci budu u potpunosti upoznati sa svim proizvodima koje preduzeće trenutno ima. Važno je da postoji iskrena posvećenost profesionalnim ciljevima i poštovanju tržišnih pravila.

Širok asortiman proizvoda, izuzetan odnos cena i optimalan rok isporuke atributi su kompanije koja mora svakog trenutka da pruža idealnu saradnju i izlazi u susret zahtevima kupaca i u svakom smislu stoji iza svojih proizvoda. Uz dobru organizaciju i profesionalnu orijentisanost rukovodioca, ali i svih radnika ova mera unapređenja bi se u kratkom vremenskom periodu ostvarila i dostigla željeni cilj.

10.1.1. Finansijska analiza

Za angažovanje stručnog lica za analizu stanja asortimana preduzeće će snositi troškove od 40.000 dinara za mesec dana. Što se tiče nabavke ukrasnih repromaterijala, najbolje bi bilo da se ovaj trošak razmatra nakon sprovedene analize stanja u preduzeću. Za ovaj korak preduzeće bi u početku trebalo da odvoji oko 59.500 dinara. Stanje na tržištu je promenljivo i potrebno je redovno voditi evidenciju o dešavanjima. Za ovu evidenciju preduzeće će za ovaj poduhvat izdvojiti 40.000 dinara.

10.2. Proširenje skladišta za smeštaj materijala

Preduzeće može da se pohvali da u svojoj ponudi ima veliki broj različitih materijala od kojih se izrađuje sam nameštaj. Saraduje sa više dobavljača širom Srbije i skoro svake nedelje naručuju se novi modeli materijala. Taj materijal se zove mebl štof i eko koža.

Dešavalo se često da kad pristigne veći broj rolni materijala, dostavljači nemaju gde da smeste materijale, pa ih ostavljaju na ulazu u skladište ili na razna druga mesta u proizvodnoj hali. Jedna od mera unapređenja bila je da se skladište, gde se trenutno nalazi materijal, proširi jer postoji prostor oko njega koji nije iskorišćen. Taj neiskorišćen prostor bi veoma dobro došao za skladištenje materijala. Ulaz u skladište bi se nalazio sa strane gde pristižu vozila dostavljača materijala. Takođe, ovo bi bilo veoma pogodno jer bi materijali bili preglednije smešteni i radnici bi lakše dolazi do željene rolne. Smanjilo bi se vreme traženja određenog materijala i sprečila moguća oštećenja koja stvaraju za preduzeće velike gubitke jer njihova cena nije mala [9].

10.2.1. Finansijska analiza

Za ovaj poduhvat preduzeće bi moralo da odvoji malo veću svotu novca jer je u pitanju proširivanje objekta. Na osnovu prikupljenih podataka i na osnovu plana proširenja skladišta svota novca koja bi trebala da se odvoji za ovaj poduhvat je od 200.000 do 300.000 rsd.

10.3. Izrada Veb sajta (website) i pokretanje radio reklame

Preduzeće „Kovačević“ posluje već 17 godina, ali da bi svoje poslovanje unapredili još više i privukli veći broj kupaca njima je neophodno da naprave svoju web stranicu. Trenutno je nemaju, imaju samo profil na društvenoj mreži Facebook, koji takođe nije u potpunosti aktivan i nema najvažnije informacije koje se tiču preduzeća. Web stranica bi omogućila svim zainteresovanim kupcima da saznaju najvažnije informacije o preduzeću, o njenim proizvodima, o cenama proizvoda, načinu plaćanja, i da saznaju na koji način mogu da ih kontaktiraju.

10.3.1. Finansijska analiza

Ove mere unapređenja ne snose velike troškove, i preduzeće bi moglo da ih ostvari i veoma kratkom periodu samo je bitno da angažuju profesionalne ljude i da redovno prate napredak, kao i da održavaju svoje kvalitete. Uz veću orijentaciju ka ovim segmentima preduzeće uspešno može da povрати uložena novčana sredstva u kratkom vremenskom periodu, a rezultati će biti brzo uočljivi.

10.4. Proizvodnja-novije tehnologije u proizvodnoj hali

Mera unapređenja za ovaj problem bi bila da se rukovodioci preduzeća orijentišu ka nabavci mašina novije generacije sa primenom digitalnih tehnologija i CNC upravljanja, što obezbeđuje stalnost kvaliteta i visoku produktivnost, čime se garantuje spremnost preduzeća da odgovori na sve zahteve veoma promenljivog tržišta. Preduzeće „Kovačević“ se opredelilo za nabavku mašine HolZmaster iz serije CNC mašina. Ona je namenjena drvoprerađivačkoj industriji jer u preduzeću trenutno najveći problem pravi mašina koja obrađuje drvo za proizvodnju nameštaja. Preduzeće bi nabavilo ovu mašinu iz Nemačke i za to im je potrebno mesec dana od dana naručivanja do dana kad bi mašina stigla u preduzeće. Ovo je potrebno vreme da se preduzeće „Kovačević“ u potpunosti pripremi za novonastalu situaciju i da se

okrene nekim novijim trendovima kako bi unapredilo svoje poslovanje u potpunosti i u svim segmentima.

10.4.1. Finansijska analiza

Iako će preduzeće ovaj poduhvat mere unapređenja koštati malo više nego ostale mere, a to je oko 530.000,00 dinara, ovo se može smatrati jednim novim početkom savremenog poslovanja preduzeća „Kovačević“.

Preduzeće će svoje poslovanje dovesti na neki viši nivo i napredak će biti vidljiv u veoma kratkom periodu. Svoje ciljeve preduzeće će moći da ostvari u kratkom vremenskom periodu i ovim poduhvatom će uspeti da se razlikuje od svoje konkurencije.

11. ZAKLJUČAK

Koristi od unapređenja poslovanja su višestruke. Preduzeće ovim jednostavnim poduhvatima ostvaruje povećanje dobiti i lakši pristup na sve zahtevnije tržište. Nije potrebno puno vremena da preduzeće sprovede sve četiri mere unapređenja. Potrebno je da se dobro organizuju rukovodeći kadrovi i da se donesu odgovarajuće poslovne odluke. Mora dobro da se razmisli o raspodeli troškova za predstojeće poduhvate. Troškovi za ove poduhvate se ispoljavaju kao trošenje radne snage, trošenje materijala i trošenje sredstva za rad. Planiranje je nezaobilazni element u svim ovim poduhvatima, kao i upravljanja promenama koje imaju strategijski karakter. Tako i preduzeće „Kovačević“ svoju poslovnu politiku okreće savremenijem pristupu kupcima. Osnovni zadatak savremene organizacije jeste odgovornost za produktivnost, prevashodno znanja, a ona je osnovni preduslov za unapređivanje kvaliteta poslovanja preduzeća i tržišni uspeh.

12. LITERATURA

- [1] Prof.dr M. Bulatović, Logistika, Inženjerska komora Crne Gore, Podgorica, 2013
- [2] D. Regodić, Uvod u logistiku, prezentacija, Univerzitet Singidunum, Beograd, šk. 2012/2013.
- [3] Doc. dr Nenad Brkić, Upravljanje marketingom komuniciranjem, Ekonomski fakultet, Sarajevo, 2003
- [4] Doc. Dr. Marko Laketa, Istraživanje marketinga, Fakultet za preduzetnički marketing, Beograd, 2007.
- [5] Dr Saša Veljković, Marketing ili prodaja, Ekonomski fakultet, Beogradu, 2015
- [6] <http://www.vps.ns.ac.rs/Materijal/mat10952.pdf> (poseta: 26.09.2017)
- [7] <https://sr.wikipedia.org/sr/Promocija> (poseta: 05.10.2017)
- [8] <http://www.cnc-srbijaportal.net> (poseta: 16.10.2017)
- [9] Dr Slobodan Zečević, mr Snežana Tadić „City logistika“, Beograd, 2006.

Kratka biografija:



Marina Rehak rođena je 1992. godine u Vrbasu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Inženjerskog menadžmenta, odbranila je 2018.godine.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2017. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Dušan Gvozdenc	Milan Trifković	Slavko Đurić
Aleksandar	Dušan Kovačević	Milan Trivunić	Slobodan Dudić
Erdeljan	Dušan Uzelac	Milan Vidaković	Slobodan Krnjetin
Aleksandar Ristić	Duško Bekut	Milena Krklješ	Slobodan Morača
Bato Kamberović	Đorđe Ćosić	Milica Kostreš	Sonja Ristić
Biljana Njegovan	Đorđe Lađinović	Milica Miličić	Srđan Kolaković
Bogdan	Đorđe Obradović	Milinko Vasić	Srđan Popov
Kuzmanović	Đorđe Vukelić	Miloš Slankamenac	Srđan Vukmirović
Bojan Batinić	Đura Oros	Milovan Lazarević	Staniša Dautović
Bojan Lalić	Đurđica Stojanović	Miodrag	Stevan Milisavljević
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Hadžistević	Stevan Stankovski
Bojana Beronja	Goran Sladić	Miodrag Zuković	Strahil Gušavac
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Mirjana	Svetlana Nikoličić
Branislav Nerandžić	Gordana	Damnjanović	Tanja Kočetov
Branislav Veselinov	Milosavljević	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Mirjana Radeka	Turukalo
Branislava	Igor Budak	Mirko Borisov	Todor Bačkalić
Novaković	Igor Dejanović	Miro Govedarica	Toša Ninkov
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Miroslav	Uroš Nedeljković
Branko	Ivan Beker	Hajduković	Valentina Basarić
Milosavljević	Ivana Katić	Miroslav Plančak	Velimir Čongradec
Branko Škorić	Ivana Kovačić	Miroslav Popović	Velimir Todić
Cvijan Krsmanović	Jasmina Dražić	Mitar Jocanović	Veran Vasić
Damir Đaković	Jelena Atanacković	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Danijela Lalić	Jeličić	Mladen Radišić	Veselin Perović
Darko Čapko	Jelena Borocki	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Darko Marčetić	Jelena Kiurski	Nađa Kurtović	Vladimir
Darko Reba	Jelena Radonić	Nebojša Pjevalica	Radenković
Dejan Ubavin	Jovan Petrović	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Ivanović	Jovan Vladić	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Ivetić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Jovanović	Karl Mičkei	Nenad Katić	Vlastimir
Dragan Kukolj	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragan Mrkšić	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Dragan Pejić	Laslo Nađ	Nikola	Zdravko Tešić
Dragan Šešlija	Leposava Grubić	Jorgovanović	Zoran Anišić
Dragana Bajić	Nešić	Nikola Radaković	Zoran Brujić
Dragana	Livija Cvetičanin	Ninoslav Zuber	Zoran Jeličić
Konstantinović	Ljiljana Vukajlov	Ognjen Lužanin	Zoran Mijatović
Dragana Šarac	Ljiljana Cvetković	Pavel Kovač	Zoran Milojević
Dragana Štrbac	Ljubica Duđak	Peđa Atanasković	Zoran Mitrović
Dragiša Vilotić	Maja Turk Sekulić	Petar Malešev	Zoran Papić
Dragoljub	Maša Bukurov	Predrag Šiđanin	Željen Trpovski
Novaković	Matija Stipić	Radivoje Dinulović	Željko Jakšić
Dragoljub Šević	Milan Rackov	Radovan Štulić	
Dubravka Bojanić	Milan Rapajić	Rastislav Šostakov	
Dušan Dobromirov	Milan Simeunović	Slavica Mitrović	

