



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXIII

Број: 1/2018

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXIII

Свеска: 1

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 прва 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 15.09.2017. до 09.10.2017. год., а који се промовишу 27.01.2018. 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 три свеске.

У овој свесци, са редним бројем 1., објављени су радови из области:

- машинства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- архитектуре и
- мехатронике.

У свесци са редним бројем 2. објављени су радови из области:

- електротехнике и рачунарства.

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

- графичког инжењерства и дизајна,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- математике у техници,
- геодезије и геоматике,
- инжењерства третмана и заштите вода (TEMPUS),
- инжењерства информационих система 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: Mašinstvo

1. Saša Tešić, Milan Zeljković, Cvijetin Mladenović, STRATEGIJE OBRADE SLOŽENIH POVRŠINA	1-4
2. Stefan Pajević, OPTIMIZACIJA REŽIMA RADA VIJČANOG KOMPRESORA SA KLIZNIM VENTILOM	5-8
3. Sonja Biševac, Branko Štrbac, Miodrag Hadžistević, MEĐULABORATORIJSKO POREĐENJE REZULTATA MERENJA NA KOORDINATNOJ MERNOJ MAŠINI	9-12
4. Танасије Јојић, Јован Владић, Радомир Ђокић, СПЕЦИФИЧНЕ МАШИНЕ И УРЕЂАЈИ СА ХОРИЗОНТАЛНИМ УЖЕТОМ КАО НОСЕЋИМ ЕЛЕМЕНТОМ – ZIPLINE	13-16
5. Bojana Despotović, PRIMENA OJLEROVOG VIŠEFAZNOG MODELA ZA ISTRAŽIVANJE NANOFLUIDA	17-20
6. Бојан Ботић, Себастиан Балаш, ОРБИТАЛНО ЗАВАРИВАЊЕ УЗ ПРИСУСТВО ОКСИДНИХ ПРЕМАЗА ЗА ПОВЕЋАЊЕ ДУБИНЕ УВАРА НА НЕРЂАЈУЋЕМ ЧЕЛИКУ	21-24
7. Stevica Koledin, Dejan Lukić, UNAPREĐENJE TEHNIČKE PRIPREME PROIZVODNJE HIDRAULIČNIH CILINDARA U PREDUZEĆU „AGROFEROCOOP D.O.O.“	25-28
8. Ljiljana Stefanović, Mladomir Milutinović, IDEJNO REŠENJE ALATA ZA IZRADU ZUPČASTE SPOJNICE INJEKCIJOM PRESOVANJEM ..	29-32
9. Milan Pećanac, Sebastian Baloš, UTICAJ GEOMETRIJE RAMENA ALATA NA OSOBINE ZAVARENIH SPOJEVA DOBIJENIH ZAVARIVANJEM TRENJEM SA MEŠANJEM	33-36

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Srbslav Babić, PROCENA STANJA I DOGRADNJA ARMIRANO BETONSKE GARAŽE U NOVOM SADU	37-40
2. Marko Ivić, Andrija Rašeta, UTICAJI OD VERTIKALNOG SAOBRAĆAJNOG OPTEREĆENJA NA BETONSKOM GREDNOM MOSTU NA DVA POLJA	41-44

	STRANA
3. Sava Puškar, PROJEKAT KONSTRUKCIJE STAMBENE ZGRADE Su+P+5 I ANALIZA EFEKATA TEORIJE DRUGOG REDA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA	45-48
4. Ana Blagovčanin, Jasmina Dražić, VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA U IZBORU FASADNOG ZIDA STAMBENOG OBJEKTA U NOVOM SADU	49-52

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Branka Rkman, PROCENA LOGISTIČKE KOMPETITIVNOSTI SA ASPEKTA POSLOVNIH MODELA	53-56
2. Ana Vujičić, ANALIZA LOGISTIČKE IGRE NA TEMU UPRAVLJANJA RIZICIMA U LANCIMA SNABDEVANJA	57-60
3. Teodora Dakić, KANBAN: PRINCIPI, METODOLOGIJA I PRIMER PRIMENE	61-64
4. Vladimir Takov, Pavle Gladović, ANALIZA RADA I PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE PROIZVODNO-EKONOMSKIH REZULTATA RADA PREDUZEĆA „AB TRANSPORT“ D.O.O. – ZRENJANIN	65-68
5. Јелена Цветић, МЕТОДЕ ЗА ПРЕДВИЂАЊЕ ФРЕКВЕНЦИЈЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА.....	69-72
6. Nevena Pavlović, VREDNOVANJE PREDLOGA REŠENJA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOB. NA RASKRSNICI D.T.-K.-B I M.O U UŽICU	73-76
7. Dražena Čopić, Valentina Basarić, INDIKATORI MOBILNOSTI NA TERITORIJI NOVOG SADA U FUNKCIJI OBRAZOVNE STRUKTURE	77-80
8. Nikola Stanković, Željko Trpovski, Dejan Nemec, PRIMENA CISCO TEHNOLOGIJE U RAČUNARSKOJ MREŽI POŠTE	81-84

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Marija Čačić, Igor Maraš, NARATIVI PATOLOŠKOG URBANOG ARTEFAKTA	85-88
2. Jasmina Vojnić Zelić, UPOREDNA ANALIZA PRISTUPA ARHITEKTONSKOJ VIZUALIZACIJI	89-91
3. Nemanja Jaćimovski, INTERAKTIVNI PROJEKAT ARHITEKTONSKE VIZUALIZACIJE ENTERIJERA	92-95
4. Božana Petrović, PRIMENA PRINCIPA MASOVNE KASTOMIZACIJE U ARHITEKTURI NA PRIMERU ADAPTIVNE FASADE	96-99
5. Nina Rašević, INTERAKTIVNI MODEL PARAMETARSKOG DIZAJNA NAMEŠTAJA	100-103
6. Jovan Jeftić, PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE JEDNOPORODIČNIH STAMBENIH OBJEKATA U NIZU ..	104-107
7. Jovan Grujić, NOVI SAD DO 2030. GODINE: STUDIJA RAZVOJA I PROŠIRENJA PRIOBALNIH PROSTORA..	108-111
8. Jelena Lončović, CROSSFIT BOX NA JAZ POLJU U BUDVI	112-115
9. Ksenija Radović, STRATEGIJA RAZVOJA NAUTIČKOG TURIZMA I AMBIJENTALNIH CJELINA PARKA PRIRODE TIKVARA	116-119

	STRANA
10. Milica Gukić, Milena Krklješ, ISTRAŽIVANJE STAVOVA, MIŠLJENJA I ZAHTEVA POTENCIJALNIH KORISNIKA ŽIČARE U BEOGRADU	120-123
11. Nenad Ivković, Milena Krklješ, ARHITEKTONSKA STUDIJA PREDŠKOLSKE USTANOVE U BEOGRADU	124-127
12. Nevena Mijušković, Igor Maraš, TRANZICIONI PROSTORI KAO TRANSFORMATORI URBANOG TKIVA	128-131
13. Radiša Kostadinović, Slobodan Jović, ARHITEKTONSKA ANALIZA ODNOSA PROSTORA I PROGRAMA: SLUČAJ TRGA PARTIZANA U (TITOVOM) UŽICU	132-135
14. Vojislav Ninković, Dragana Konstatinović, Slobodan Jović, CENTAR ZA STIMULACIJU PRAVILNOG RAZVOJA I NEFORMALNOG OBRAZOVANJA	136-138
15. Čedomir Salatić, MODEL STANOVANJA ZA NOMADE	139-142

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Nenad Ilićić, PROJEKTOVANJE HIDRAULIČNOG SISTEMA MAKAZA ZA SEČENJE	143-146
--	---------

STRATEGIJE OBRADE SLOŽENIH POVRŠINA

MACHINIG STRATEGIES FOR FREEFORM SURFACES

Saša Tešić, Milan Zeljković, Cvijetin Mladenović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – PROIZVODNO MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljen proces generisanja putanje alata pri obradi složenih površina. Za obradu složenih površina predstavljene su najčešće korištene strategije putanje alata. Analiziran je uticaj različitih strategija obrade na kvalitet obrađene površine. Izvršeno je i poređenje dva različita CAM softvera na osnovu dobijenog kvaliteta površine nakon obrade, CATIA i SolidCAM.

Abstract – In this paper is presented the process of generating tool paths on FreeForm Surfaces. For machining of FreeForm Surfaces are presented the most frequently used tool path strategies. The influence of different tool path strategies on the quality of machined surface are analyzed. Two different software are compared from the aspect of the quality machined surface, CATIA and SolidCAM.

Ključne reči: složena površina, strategije obrade, hrapavost, CATIA, SolidCAM

1. UVOD

Pod složenom površinom se smatraju površinama koje se ne mogu predstaviti klasom površina tipa ravan ili prirodne površine. Složene površine nemaju krute radijalne dimenzije za razliku od pravilnih površina kao što su ravan, cilindar i konusne površine. Za složene površine se koriste i mnogi drugi sinonimi od kojih su najčešći „skulpturne površine“ ili „slobodne površine“, dok se u stranoj literaturi za složene površine koristi naziv „Free Form Surfaces“.

Složene površine se nalaze na proizvodima kao što su lopatice turbina, karoserije automobila, delovi brodova i sl. U početku je razvijana za automobilsku i vazduhoplovnu industriju, a danas se koriste od kosmičke industrije pa sve do proizvoda široke potrošnje. Proizvodi sa složenim površinama se javljaju iz više razloga, ali glavni su obično funkcionalnost proizvoda ili estetski izgled. Kako su to elementi koji najviše utiču na prodaju i reputaciju proizvoda, vršena su mnoga istraživanja na temu optimizacije obrade složenih površina.

U ovom radu će biti analizirane mogućnosti različitih strategija obrade u komercijalnim CAM sistemima za obradu složenih površina. Sa stanovišta kvaliteta izrade složene površine, najznačajniji parametri su tačnost obrade i hrapavost obrađene površine, pa će se iz tih razloga i posmatrati uticaj različitih strategija obrade i korištenih softvera na ove parametre.

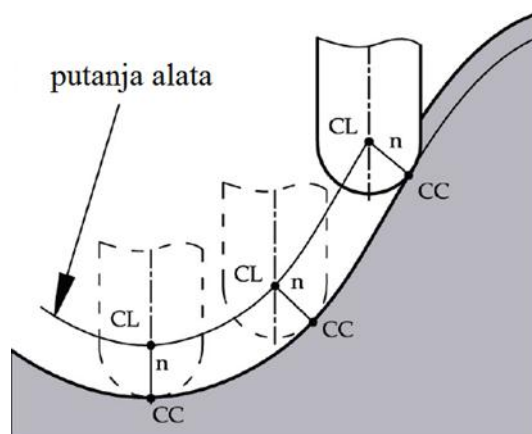
NAPOMENA:

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

2. GENERISANJE PUTANJE ALATA KOD OBRADE SLOŽENIH POVRŠINA

Generisanje putanje po složenoj, parametarski definisanoj površini se sastoji iz: planiranja putanje, generisanja CC putanje, generisanja CL putanje, kreiranja CL datoteke, postprocesiranja i na kraju kao rezultat se dobija upravljački program za upravljanje putanjom alata. CC putanja alata predstavlja putanju glodala, koja je definisana tačkama dodira glodala i obrađivane površine, a tačke su međusobno povezane pravolinijskim segmentima. Veličina segmenata, ili rastojanja između dvije susjedne definisane tačke dodira alata i obrađene površine će zavisi od zahtijevanog kvaliteta obrađene površine.

CL predstavlja putanju alata koja ima identičan oblik CC putanji alata, ali je izmeštena u radijalnom pravcu sa tačke dodira glodala i obrađivane površine za veličinu radijusa glodala u telo alata, tj. CC putanja je pomeren u centar luka loptastog glodala kako bi putanja bila definisana centrom glodala. Nakon što se CC putanja aproksimira pomoću linearnih segmenata u CAM sistemu, isto kao i CC putanja, prebacuje se na upravljačku jedinicu, gdje interpolatori u upravljačkoj jedinici pretvaraju CL putanju u kretanje izvršnih organa mašine alatke. CC i CL putanje alata prikazane su na slici 1.



Slika 1. CC i CL putanja alata [3]

Odstupanje stvarne putanje alata od idealnog oblika nastaje iz dva osnovna razloga: prilikom preračunavanja CC putanje u CL putanju i prilikom dubljeg prodiranja u materijal zbog pravolinijske putanje između dvije definisane tačke dodira.

Do sada je razvijeno nekoliko metoda po kojem principu CAM sistemi generišu putanju alata. Te metode su:

- izoparametarsko glodanje,
- izohrapavo glodanje,
- izoravansko glodanje.

3. STRATEGIJE GENERISANJA PUTANJE ALATA PRI OBRADI SLOŽENIH POVRŠINA

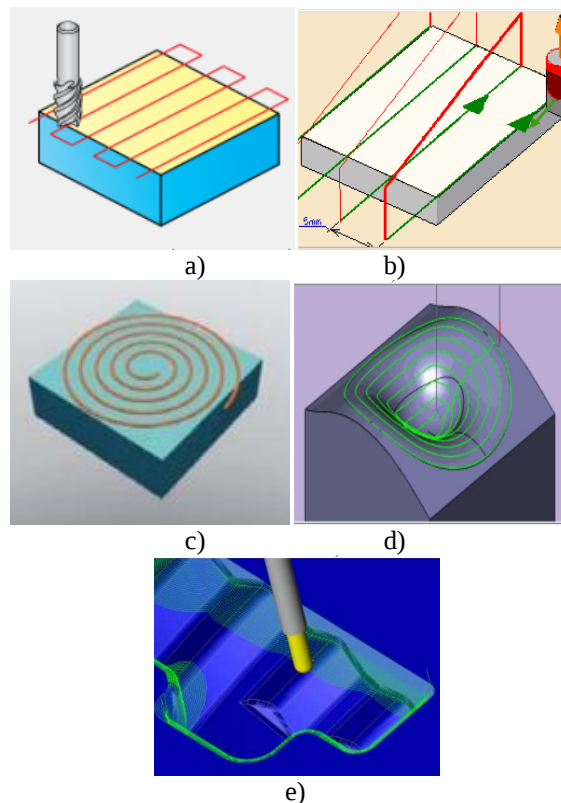
Strategija obrade predstavlja putanju alata, tj. načina na koji se alat kreće pri obradi. Pored oblika putanje, strategija obrade predstavlja i način povezivanja putanja alata tokom obrade. Za potpuno definisanje putanje alata u radnom hodu potrebno je odrediti način ulaza i izlaza alata iz zahvata, način kretanja alata tokom obrade, rastojanje između prolaza i prelazne putanje, a pored radnih potrebno je odrediti i pomoćne putanje alata kao što su definisanje brzih hodova, sigurnosne ravni, način prilaza i odmicanja alata.

U zavisnosti od samog oblika složenih površina, zahtevanog kvaliteta, zahtevanih tolerancija, ugovoreni vremena obrade, materijala alata i radnog predmeta, raspoloživih mogućnosti NUMA i namene površine koje se obrađuje, prilikom programiranja u CAM sistemima mogu se birati različite strategije oblika putanje alata. Teško je izabrati strategiju koja je najbolja za sve prethodno navedene parametre, ali se uvijek teži optimalnijem rešenju.

Sa izborom adekvatne ili optimalne strategije obrade obezbeđuju se mnogi benefiti, a neki od njih su : bolji kvalitet obrađene površine, kreiranje neprekidnih i glatkih površina, veća postojanost alata, veća proizvodnost, izbegavanje kolizije itd. Postoji više strategija za određivanje putanje alata, a u ovdje će biti prikazane neke od najčešće korištenih strategije završne obrade složenih površina [1, 2, 4, 5, 6]:

- **ZIG-ZAG ili rasterska strategija** (slika 2a) je najčešće korišćena strategija za putanju alata, zahvaljujući jednostavnom algoritmu uključenom u izračunavaju raspona elemenata površine. Putanje alata su na jednakom rastojanju i paralelne su sa jednom osom koordinantnog sistema mašine alatke, a obrada se izvodi i u jednom i u drugom smeru kretanja
- **One direction strategija** (slika 2b) je pored svojih loših osobina ipak uspjela da se zadrži u upotrebi zbog svoje jednostavnosti i sigurnosti. Alat ulazi u zahvat obrade sa jedne strane i vrši obradu dok ne dođe na drugi kraj radnog predmeta. Nakon toga se odmiče od radnog predmeta po Z –osi i vraća se u brzom hodu na stranu sa koje vrši obradu. Dakle, obrada se vrši samo u jednom smeru.
- Kod **spiralne strategije** (slika 2c) ako se radi o horizontalnom glodanju, alat se kreće po spiralnoj putanji iz centra obrađivane površine sa prethodno definisanim preklapanjem putanje alata. Međutim, spiralna strategija se široko koristi i kod vertikalnog glodanja za izradu džepova, žljebova i otvora.
- **Constant Z Machining strategija** (slika 2d) ili obrada sa konstantnom visinom koraka u pravcu Z –ose, se posebno koristi za završnu obradu gde putanju alata prati konstantan pomak po koracima duž Z ose, a putanja se odvija oko profila koji se obrađuje. Sa ovom strategijom putanje alata dobija se kvalitetna površina zbog jednakih visina stepenika po prolazima.
- **3D ofset strategija** (slika 2e) omogućuje kretanje alata konstantnim korakom po definisanim putanjama koje prate konturu i oblik površine koja se obrađuje. Primjenjuje se za završne obrade delova složenog oblika.

4. UTICAJ STRATEGIJE OBRADE U RAZLIČITIM CAM SOFTVERIMA NA KVALITET OBRADENE POVRŠINE



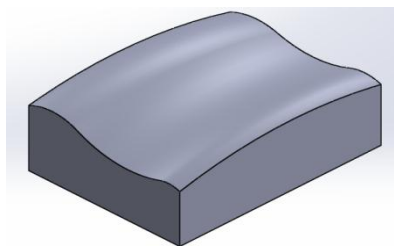
Slika 2 . Najčešće korištene strategije završne obrade

Kvalitet obrađene površine spada u izlazne karakteristike obrade na koji se posebno mora obratiti pažnja. To je parametar koji direktno određuje funkcionalnost obrađene površine. Od kvaliteta obrađene površine će zavisiti mogućnost otpora tih površina na razna mehanička, toplotna i hemijska opterećenja. Obradene površine nikada ne mogu biti idealno glatke, nego su to, mikroskopski gledano, hrapave površine sa nizom nepravilno raspoređenih neravnina u obliku bregova i talasa nastale kao posledica obrade. Kvalitet obrađene površine se iskazuje preko veličine hrapavosti i tačnosti postignutog oblika. Veličina hrapavosti utiče na veličinu trenja kod kliznih površina, dinamičku izdržljivost, pojavu koncentracije napona, otpornost na koroziju, hermetičnost i estetski izgled.

Hrapavost obrađene površine se najčešće izražava pomoću srednje aritmetičko odstupanja profila R_a , srednje visine neravnina R_z i maksimalne visine profila R_t . Srednje aritmetičko odstupanje profila je srednja aritmetička vrednost apsolutnih vrednosti visine profila neravnina na referentnoj dužini. Srednja visina neravnina je srednja vrednost elemenata profila, najnižih 5 tačaka i najviših 5 tačaka profila na referentnoj dužini. Maksimalna visina profila je udaljenost između dve linije koje su paralelne srednjoj liniji profila, od kojih je jedna tangenta u najvišoj tački a druga u najnižoj tački profila na referentnoj dužini. Referentna dužina L ili dužina uzorkovanja je dužina koja se koristi za utvrđivanje nepravilnosti koje karakterišu profile površina koji se mere.

Na složenoj površini predmeta iz eksperimenta (slika 3), pravac merenja hrapavosti je bio normalan na pravac putanje alata tokom obrade. Softveri koji su korišteni za

izradu upravljačkog programa su CATIA i SolidCAM, a poređene strategije obrade su ZIG-ZAG i Spiral.



Slika 3. Model predmeta iz eksperimenta

Vrednost referentne dužine je 2,5mm. Merenje hrapavosti je izvršeno na HOMMEL ETAMIC W5 uređaju. Na ovom uređaju je vršeno merenje srednjeg aritmetičkog odstupanja profila i srednje visine neravnina. Za svaki primerak hrapavost je merena na dva različita mesta. Rezultati hrapavosti su dati u tabelama 1 i 2.

Tabela 1. Hrapavost obrađene površine – srednje aritmetičko odstupanje profila

Softver	Strategija obrade	Ra ₁ [μm]	Ra ₂ [μm]	Ra _{sr} [μm]
CATIA	ZIG-ZAG	6,636	4,815	5,726
	Spiral	4,411	8,309	6,360
SolidCAM	ZIG-ZAG	5,764	7,429	6,597
	Spiral	11,452	3,551	7,502

Tabela 2. Hrapavost obrađene površine – srednja visina neravnina

Softver	Strategija obrade	Rz ₁ [μm]	Rz ₂ [μm]	Rz _{sr} [μm]
CATIA	ZIG-ZAG	43,631	27,167	32,904
	Spiral	30,325	41,541	35,933
SolidCAM	ZIG-ZAG	48,305	37,377	42,841
	Spiral	68,787	22,270	45,529

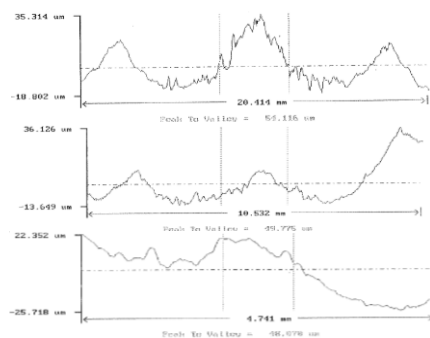
Na osnovu analiziranja tabele 1 i 2, jasno se može zaključiti da različite strategije obrade i različiti korišteni softveri za generisanje upravljačkog koda daju različite rezultate hrapavosti.

Kako za srednje aritmetičko odstupanje profila, tako i za srednju visinu neravnina, najbolje rezultate je dala strategija obrade ZIG-ZAG i to pri korištenju CATIA softvera.

Za postizanje manje hrapavosti obrađene površine ZIG-ZAG strategija se pokazala kao bolje rešenje u odnosu na spiralnu strategiju obrade i u jednom i u drugom softveru. U poređenju istih strategija obrade, u softverima CATIA i SolidCAM, uočava se da manje vrednosti hrapavosti daju obrađene površine čija se obrada vršila upravljačkim programom generisanim u softveru CATIA.

Maksimalna visina neravnina i oblik profila je meren uz pomoć uređaja za merenje hrapavosti i oblika profila Taylor – Hobson, Form Talysurf.

Uzorkovanje hrapavosti je vršeno na tri različita položaja na obrađenoj površini. Prvi uzorak je sa udubljenja, drugi sa ispupčenja na većem radijusu i treći sa ispupčenja na manjem radijusu. Dijagrami skeniranih površina dobijenih strategijom ZIG-ZAG, uz korištenje softvera CATIA za izradu upravljačkog programa prikazano je na slici 4.



Slika 4. Dijagrami hrapavosti obrađene površine, CATIA i ZIG-ZAG

I za ostale primere obrade je izvršena ista procedura merenja. Rezultati merenja su prikazani u tabeli 3.

Tabela 3. Hrapavost obrađene površine – maksimalna visina neravnina

Softver	Strat. Obr.	Rt ₁ [μm]	Rt ₂ [μm]	Rt ₃ [μm]	Rt _{sr} [μm]
CATIA	Zig-Zag	54,116	49,775	48,07	50,654
	Spiral	72,414	84,978	40,331	65,908
S.CAM	Zig-Zag	58,062	38,875	91,224	62,720
	Spiral	71,830	118,109	/	94,969

Analiziranjem maksimalne visine profila hrapavosti, dobijaju se slični zaključci kao i pri analiziranju prethodna dva parametra hrapavosti. Ponovo je ZIG-ZAG strategija pri korištenju CATIA softvera dala najniže vrednosti u poređenju sva četiri slučaja. U odnosu na ZIG-ZAG strategiju, a spiralnom strategijom su postignuti lošiji rezultati, a softver CATIA je dao bolje rezultate na maksimalnu visinu profila hrapavosti u odnosu na SolidCAM. Pri trećem merenju površine obrađene spiralnom strategijom u softveru SolidCAM, nisu dobijeni verodostojni rezultati, te je to merenje izuzeto iz daljih analiza. Kako nema vidljivih oštećenja na površini, pretpostavljeno je da prilikom merenja došlo do nekog neplaniranog spoljnog uticaja koji se odrazio na rezultat merenja.

Odstupanja od nominalnog oblika poprečne linije profila je prikazano u tabelama 4, 5 i 6. Poprečni profil linije modela iz eksperimenta sačinjavaju tri radijusa, i to dva ispupčenja i jedno udubljenje. Merenja poprečnog oblika profila linije površine su vršena na udaljenosti 35 mm od više strane obratka.

Uzdružni profil je iz jednog luka, nominalnog poluprečnika 125 mm, a pdstupanja od nominalne veličine su prikazana u tabeli 7.

Tabela 4. Poređenje stvarne veličine radijusa i nominalne mere na udubljenju

Softver	Strategija obrade	Stvarna veličina R [μm]	Nominalna veličina R _n [μm]
CATIA	ZIG-ZAG	30,211	30
	Spiral	29,695	30
SolidCAM	ZIG-ZAG	30,205	30
	Spiral	29,761	30

Tabela 5. Poređenje stvarne veličine radijusa i nominalne mere na ispupčenju sa većim radijusom

Softver	Strategija obrade	Stvarna veličina R [μm]	Nominalna veličina R _n [μm]
CATIA	ZIG-ZAG	15,756	16,20
	Spiral	16,066	16,20
SolidCAM	ZIG-ZAG	15,733	16,20
	Spiral	16,253	16,20

Tabela 6. Poređenje stvarne veličine radijusa i nominalne mere na ispupčenju sa manjim radijusom

Softver	Strategija obrade	Stvarna veličina R [μm]	Nominalna veličina R _n [μm]
CATIA	ZIG-ZAG	9,911	9,90
	Spiral	9,892	9,90
SolidCAM	ZIG-ZAG	10,060	9,90
	Spiral	/	9,90

Tabela 7. Poređenje stvarne veličine radijusa i nominalne mere na uzdužnoj liniji profila

Softver	Strategija obrade	Stvarna veličina R [μm]	Nominalna veličina R _n [μm]
CATIA	ZIG-ZAG	125,231	125
	Spiral	124,900	125
SolidCAM	ZIG-ZAG	124,574	125
	Spiral	124,911	125

Na osnovu prikazanih dijagrama i rezultata u tabelama možemo uočiti da su različite strategije obrade dale različite rezultate, a da su različiti korišteni softveri za generisanje putanje alata dali približno iste rezultate za iste strategije obrade. Tako su na analiziranoj konkavnoj površini ZIG-ZAG strategije dale odstupanja realne mere od nominalne mere radijusa u plus, dok su kod spiralnih strategija te vrednosti u minusu.

Merenjem radijusa po uzdužnoj liniji profila javila su se odstupanja u vrednosti do najviše ±0,5 mm i bila su slična za sve primere.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršena analiza uticaja strategija obrade, i korišćenih softvera za izradu upravljačkog programa, na kvalitet obrađene površine pri obradi složenih površina. Na osnovu ove analize zaključeno je da su različiti softveri i različite strategije obrade dale i različite rezultate. Kod posmatranja hrapavosti obrađene površine, na sva tri analizirana parametra, softver CATIA, koristeći strategiju obrade ZIG-ZAG, je ostvario najniže vrednosti. Sa ovim se može zaključiti da se adekvatnim izborom strategije obrade, za dati oblik složene površine, može dobiti površina sa nižim vrednostima hrapavosti. Takođe treba naglasiti da su ovi rezultati odgovarajući za površine kao što je površina dela iz eksperimenta i za površine slične njima.

Analizirajući odstupanja od nominalnog oblika profila, uočavamo da koristeći strategije ZIG-ZAG u oba softvera, dobijamo takve rezultate da na konkavnim površinama vrednosti radijusa idu u plus u odnosu na nominalnu veličinu radijusa, dok kod strategije Spiral te vrednosti idu u minus.

Kako postoji veliki broj CAM softvera i različitih strategija obrade složenih površina, ovom istraživanju ovde ne bi trebalo biti kraj. Kako bi se dale sigurnije i bolje preporuke koju od ponuđenih alternativa koristiti, potrebno je analizirati još vodećih CAM softvera, kao i značajniji broj različitih strategija obrade.

Pored toga, mogu se analizirati i upotrebe različitih strategija sa različitim režimima obrade, pa i za takve različite uslove dati odgovarajuće preporuke za korišćenje. Sa ovim dodatnim analizama, istraživanja bi bila potpunija, a dobijeni rezultati i preporuke adekvatniji.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.bdeinc.com/blogs/different-tool-path-strategies-optimizing-cnc-machining/>, pristupljeno: 05.06.2017.
- [2] <http://www.cnccookbook.com/CCCAMToolpaths.htm>, pristupljeno: 05.06.2017.
- [3] Mladenović, G.: Optimizacija putanje alata pri obradi skulptorskih površina glodanjem, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 2015.
- [4] Mladenović, C., Kalentić, N., Blanuša, V., Bojanić, M., Živković, A.: *Strategije obrade u CAD/CAM programskim sistemima*, Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA, Zbornik radova, CD ROM, Vol. 12, 20-22 mart 2013, Jahorina, Bosna i Hercegovina, str. 509-513, ISBN: 978-99955-763-1-8.
- [5] Wang, J.: Global Finish Curvature Matched Machining, Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, Brigham Young University, Decembar 2005.
- [6] Young, Keun, C.: Tool Path Generation and 3D Tolerance Analysis for Free-Form Surfaces, Doctoral dissertation, A&M University, Texas, Maj 2004.

Kratka biografija:



Saša Tešić, rođen je u Tesliću, Republika Srpska, 1994. god. Zvanje diplomiranog inženjera mašinstva stekao je 2016. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva odbranio je 2017. godine.



Milan Zeljković, dipl. inženjer mašinstva, doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1996. god. U zvanje redovni profesor je izabran 2007 godine. Naučna oblast proizvodno mašinstvo/mašine alatke, fleksibilni tehnološki sistemi i automatizacija postupka projektovanja.



Cvijetin Mladenović, rođen je u Bijeljini, 1986.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva, odbranio je 2010. god. U zvanje asistenta izabran je 2014. godine.

OPTIMIZACIJA REŽIMA RADA VIJČANOG KOMPRESORA SA KLIZNIM VENTILOM**OPTIMIZATION OF WORKING MODES OF A SCREW COMPRESSOR WITH A SLIDE VALVE**

Stefan Pajević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada razmatran je vijčani kompresor sa ubrizgavanjem ulja i kliznim ventilom za podešavanje odnosa zapremine gasa na ulazu i izlazu kompresora. Cilj je bio eksperimentalnom metodom utvrditi uticaj kliznog ventila na parametre rada kompresora. Parametri koji su praćeni su bili adijabatska efikasnost, zapreminska efikasnost i specifična snaga. Merenja su vršena za različite vrednosti izlaznog pritiska, brzine obrtaja, temperature ulja koje se ubrizgava i različite odnose zapremine na ulazu i izlazu. Pokazane su prednosti i mane svake kombinacije parametara, a takođe i najpogodniji režimi, tj režimi sa najvećim efikasnostima.

Abstract – The subject of this paper was an oil-injected screw compressor with a slide valve which was used to set the ratio of inlet to outlet volume of gas. The goal was to examine the influence of a slide valve on compressor working parameters, via experiment. The parameters which were considered were adiabatic efficiency, volumetric efficiency and specific power. Measurements were done for different values of discharge pressure, shaft speed and injected oil temperatures. In conclusion, for every combination of pre-set parameters both advantages and disadvantages were shown, as well as the most efficient working modes.

Ključne reči: *Vijčani kompresor, klizni ventil, efikasnost*

1. UVOD

Vijčani kompresori su pouzdane, kompaktne i veoma rasprostranjene zapreminske mašine. Vijčani su kompresori našli primenu u procesima hlađenja, prehrambenoj industriji, naftnoj i gasnoj industriji i mnogim drugim procesnim industrijama. Koriste se za komprimovanje vazduha, tj povećavanje njegovog pritiska do željenih vrednosti. U okviru master rada razmatran je jedan vijčani kompresor sa ubrizgavanjem ulja i kliznim ventilom za podešavanje odnosa zapremine gasa na ulazu i izlazu kompresora. Cilj rada bio je da se odredi uticaj kliznog ventila na parametre rada kompresora pri određenim odnosima zapremine (V_r), kako bi se došlo do najoptimalnijeg režima rada vijčanog kompresora. Za potrebe ostvarivanja cilja korišćena je eksperimentalna metoda. Eksperimenti su urađeni na Univerzitetu Grada Londona ("City University") u centru za kompresore.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Siniša Bikić.

2. PREGLED STANJA U OBLASTI

Vijčani kompresori, kao jedan od najzastupljenijih tipova kompresora su predmet velikog broja istraživanja. Povećavanjem njihove efikasnosti mogu profitirati razne industrije, od prehrambene do industrije nafte i gasa, tako da ulaganja u istraživanja rastu. Istraživanja se odvijaju u više pravaca: povećanje termodinamičke efikasnosti, razvoj kliznih ventila, profila rotora i geometrije kompresora i dr.

Razvoj računara i softvera za projektovanje i proizvodnju doprineo je detaljnijem proračunu geometrije rotora, tj profila rotora, čime se bavi Centar za kompresore Univerziteta Grada Londona ("City University London Centre for compressor technology"). Svojim „N“ profilom rotora istraživači centra su uspjeli da postignu znatno smanjenje gubitaka pri kompresiji i omogućili bolji rad vijčanog kompresora [1]. Takođe, oni su jedni od lidera na svetskoj sceni po pitanju softvera za simulacije rada vijčanih kompresora. Softverska simulacija rada, nakon predhodnog unošenja geometrijskih karakteristika rotora daje dovoljno tačne parametre rada vijčanog kompresora [2].

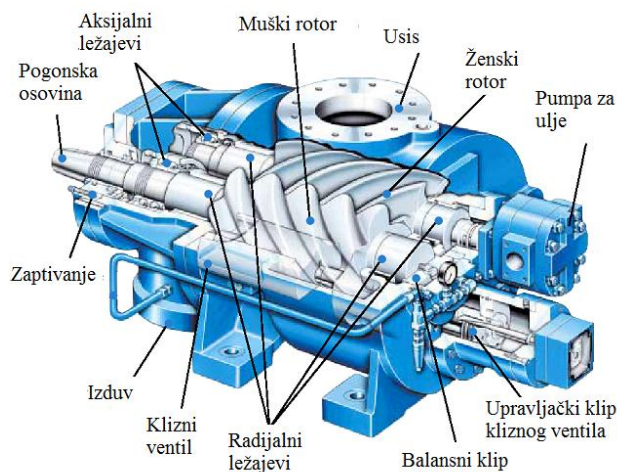
Analiza uticaja kliznog ventila je takođe vrlo popularna, s obzirom da se klizni ventili često koriste za regulisanje kapaciteta kompresora. Radovi se bave upoređivanjem eksperimentalnih sa simulacionim podacima [3] i na taj način se dobijaju korisni podaci za potrebe projektovanja kliznog ventila, npr. dužina ventila, ugao instalacije i slično. Kod kliznog ventila je važno to što kompresor radi pod delimičnim opterećenjem, i bitno je odrediti karakteristike tih međufaza, kako bi se mogli odrediti najefikasniji režimi rada, za željene izlazne vrednosti pritiska.

Takođe, vrše se eksperimenti sa različitim fluidima [4], kako bi se sagledao eventualni način korišćenja kompresora za vazduh u drugim industrijama, gde se koriste različiti fluidi, u cilju uštede u pogledu kapitalnih i pogonskih troškova.

3. TEORIJSKE OSNOVE

Vijčani kompresori se koriste za komprimovanje raznih fluida. Neki od tih fluida su gasovi, suva para, pa čak i višefazne smeše kod kojih se promena faza dešava unutar mašine. U procesima kompresije i ekspanzije, moguće je vršiti ubrizgavanje ulja ili sličnih tečnosti koje se koriste u svrhu podmazivanja i zaptivanja, ali se koriste i mašine kod kojih uopšte ne podmazuje unutrašnjost. Geometrija ovih mašina zavisi od broja zubaca na svakom rotoru, profila rotora i relativnih dimenzija rotora.

Glavni delovi ovih mašina su dva vijka koja se rotiraju u suprotnim pravcima. Rotacijom se menja zapremina između navoja dva vijka, a sa promenom zapremine, tačnije njenim smanjenjem, dolazi do kompresije gasa koji se nalazi u njoj. Osnovni elementi vijčanog kompresora su prikazani na slici 1.

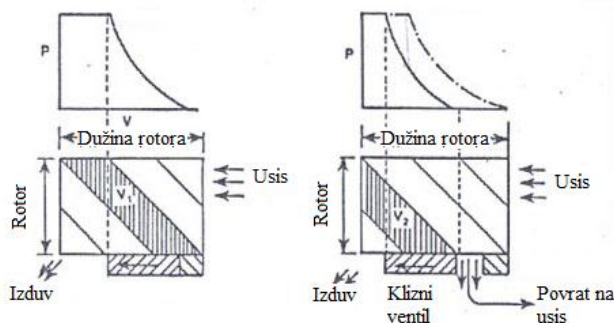


Slika 1. Vijčani kompresor [5]

Svaki od dva rotora kompresora ima posebnu funkciju i zbog toga, specifičan dizajn. Prvi rotor se naziva pogonski rotor ili „muški“ rotor. On je povezan preko osovine za pogonski motor i time mu je omogućena rotacija. Drugi rotor je gonjeni rotor ili „ženski“ i on se pokreće samo preko pogonskog rotora. Ovaj proces se odvija unutar kućišta, najčešće čeličnog, koje ima dva otvora: jedan za usis vazduha a drugi za izbacivanje kompresovanog vazduha nakon proces sabijanja u kompresoru.

3.1. Klizni ventil

Klizni ventil omogućava kontinualnu kontrolu kapaciteta kompresora podešavajući količinu vazduha zarobljenu pri ulazu u kompresor. Otvaranjem kliznog ventila se jedan deo vazduha zarobljenog u kompresoru ispušta i šalje ponovo na ulaz u kompresor. Količina vazduha koja se vraća na usis zavisi od pozicije, tj otvorenosti kliznog ventila. Na ovaj način ventil kontroliše zapreminu vazduha koja se kompresuje, a samim tim i količinu komprimovanog vazduha na izlazu iz kompresora. Iako se uz pomoć kliznog ventila može uspešno izvršiti regulacija protoka gasa, on takođe ima i svojih mana. Jedna od najvećih mana je smanjenje efikasnosti kompresora pri smanjivanju protoka gasa. Ovakav vid regulacije dovodi do značajnog pada odnosa zapremina (V_r), što prouzrokuje pad i odnosa pritisaka. Ilustracija funkcionisanja kliznog ventila je prikazana na slici 2.



Slika 2. Ilustracija procesa kliznog ventila [6]

3.2. Pokazatelji rada kompresora

Rad vijčanih kompresora izražava se velikim brojem pokazatelja, a u nastavku će biti detaljno objašnjeni pokazatelji analizirani na vijčanom kompresoru u okviru ovog rada.

Specifična snaga predstavlja potrebnu snagu za kompresiju, po jedinici protoka vazduha. Ovaj parametar je izuzetno koristan jer je na neki način, indikator efikasnosti kompresora, koji dovodi na isti nivo veće snage kompresora i pokazuje koliko snage troši određeni režim rada. Specifična snaga se izračunava tako što se ukupna snaga podeli sa masenim protokom gasa i formula za njeno izračunavanje je prikazana u nastavku:

$$P_{spec} = \frac{c_p \cdot T_1}{\eta} \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right],$$

gde su:

P_{spec} – specifična snaga kompresora [W];

p_2 – pritisak gasa na kraju procesa [Pa];

p_1 – pritisak gasa na početku procesa [Pa];

T_1 – temperatura gasa na početku procesa [K];

κ – adijabatski eksponent [-];

c_p – specifična toplota [J/kgK] i

η – efikasnost kompresora [%].

Efikasnost kompresora se može izraziti na dva načina: zapreminskom efikasnošću i adijabatskom efikasnošću. Zapreminska efikasnost kompresora predstavlja efikasnost kompresora u prosleđivanju protoka od ulaza do izlaza kompresora.

$$\eta_v = \frac{Q_s}{Q_t},$$

gde su:

Q_s – stvarni zapreminski protok gasa [m³/s];

Q_t – teorijski zapreminski protok gasa [m³/s] i

η_v – zapreminska efikasnost kompresora [-].

Efikasnost zapreminskih kompresora se uglavnom iskazuje preko adijabatske efikasnosti. Adijabatska efikasnost predstavlja odnos teorijski potrebnog rada za kompresiju i stvarno potrebnog rada. Takođe, može se na isti način izraziti i preko odnosa teorijske i stvarne snage:

$$\eta_A = \frac{c_p \cdot T_1}{P_{spec}} \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right],$$

gde je η_A – adijabatska efikasnost kompresora [-]

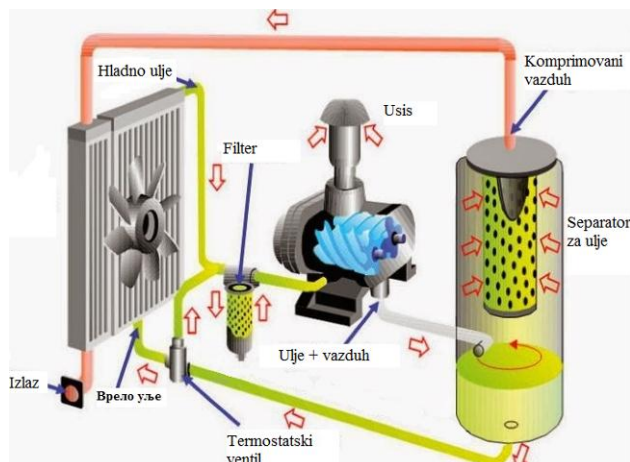
4. METODOLOGIJA EKSPERIMENTA

Za potrebe rada, vršena su ispitivanja na vijčanom kompresoru sa ubrizgavanjem ulja. Osnovne karakteristike kompresora (maksimalni pritisak, protok, snaga i broj obrtaja) su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Osnovni pokazatelji ispitivanog kompresora

p_{max}	22
$\dot{V}_{max}$	9,8
P_{max}	166
n_{max}	6000

Korišćeni vijčani kompresor je sa injektovanjem ulja, pa je ceo kompresor kompleksniji nego što bi bilo u slučaju kompresora bez injekcije ulja. Šema jednog takvog sistema je prikazana na slici 3, dok je izgled laboratorijskog postrojenja sa ispitivanim vijčanim kompresorom prikazan na slici 4.



Slika 3. Šematski prikaz kompresora sa ubrizgavanjem ulja [7]



Slika 4. Izgled laboratorijskog postrojenja sa ispitivanim vijčanim kompresorom

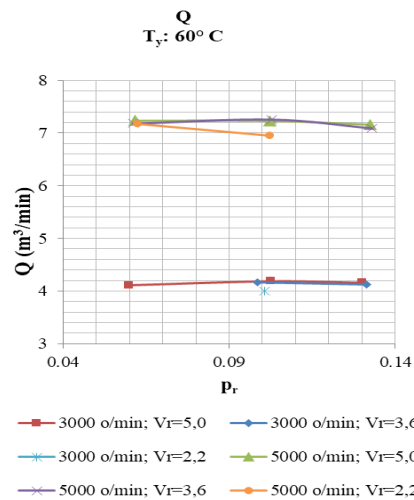
Podaci dobijeni merenjem su prikazivani na računaru putem softvera specijalizovanog za praćenje radnih pokazatelja kompresora, a zatim su bili izvezeni u "Excel" fajl (.xlsx format), kako bi se dalje obrađivali.

Cilj rada bio je da se utvrdi uticaj odnosa zapremina vazduha, temperature ulja, broja obrtaja i izlaznog pritiska vazduha na snagu, protok, adijabatsku efikasnost i zapreminsku efikasnost. Eksperiment je izvršen na sledeći način.

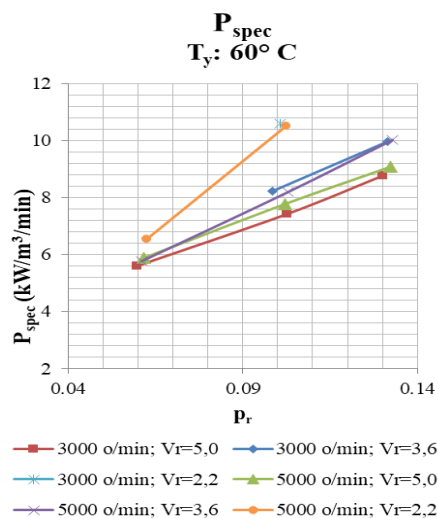
Pre pokretanja kompresora, ručno je podešen klizni ventil na željeni odnos ulazne i izlazne zapremine. Fabrička podešavanja u konstrukciji kliznog ventila su bila takva da se mogu odabrati tri različite pozicije, tj tri različita odnosa zapremina: 2,2, 3,6, i 5,0. Temperatura ulja koje se ubrizgava podešavana je uz pomoć grejača sa termostatom, na 3 vrednosti: 50 °C, 60 °C i 70 °C. Nakon toga, brzina motora je bila podešavana na 3000 min⁻¹ i 5000 min⁻¹. Podešavanje vrednosti pritiska se vršilo uz pomoć ručnog regulacionog ventila postavljenog na izduvni vod kompresora. Pritisci pri kojima su se vršila merenja su bili 6 bara, 10 bara i 13 bara.

5. REZULTATI

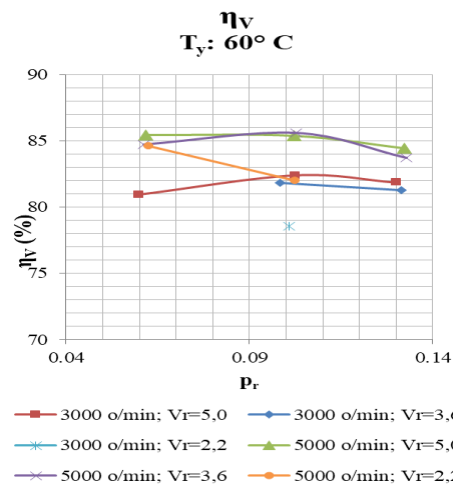
Kako bi se što bolje mogli odrediti uticaji gore navednih parametara, rezultati su grafički prikazivani i upoređivani. Na slikama 5, 6, 7 i 8 prikazane su vrednosti zapreminskog protoka, specifične snage, zapreminske efikasnosti i adijabatske efikasnosti u funkciji odnosa pritiska, brzine obrtaja za slučaj temperature ulja od 60 °C.



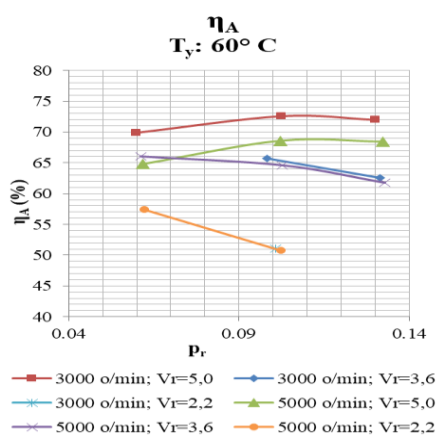
Slika 5. Zapreminski protok pri $T_u=60^\circ\text{C}$



Slika 6. Specifična snaga pri $T_u=60^\circ\text{C}$



Slika 7. Zapreminska efikasnost pri $T_u=60^\circ\text{C}$



Slika 8. Adijabatska efikasnost pri $T_u=60^\circ\text{C}$

Analizom podataka dobijenih eksperimentalnim putem određen je optimalan režim rada vijčanog kompresora kod koga se regulisanje protoka vazduha realizuje kliznim ventilom. Uopšteno gledajući, klizni ventil značajno utiče na efikasnosti kompresora, pogotovo pri niskim odnosima zapremine, gde dovodi do smanjenja efikasnosti. Ipak, ovo može biti pogodno, ukoliko postoji preveliki protok i snaga, a potrebno je da se izlazni pritisak održava na nižem nivou. Za minimalna podešavanja, tj. držanjem izlazne zapremine na minimumu kliznog ventila, klizni ventil se pokazao kao odličan način regulacije, pošto uspešno održava kontinuitet protoka pri minimalnim gubicima snage. Takođe, može se zaključiti da temperatura ulja ne utiče značajno na pokazatelje rada kompresora, ali ukoliko je potrebna visoka preciznost i mali opseg greške pri merenju pokazatelja, treba voditi računa i o njoj, gde je za velike brzine obrtaja pogodnija niža temperatura ulja, a za velike niska. Gledajući sve analizirane slučajeve, dva režima su se izdvojila kao najefikasnija (najviša vrednost zapreminske i adijabatske efikasnosti η_v i η_A):

- $p_r=10$, $V_r=5,0$, $n=3000 \text{ min}^{-1}$ i $T_u=60^\circ\text{C}$

- $p_r=10$, $V_r=3,6$, $n=5000 \text{ min}^{-1}$ i $T_u=60^\circ\text{C}$

Tabela 2 pokazuje preporučene režime za željene parametre i preporuke za najefikasnije dostizanje željenih vrednosti izabranog/potrebnog radnog parametra.

Tabela 1. Komentar na pojedine režime rada

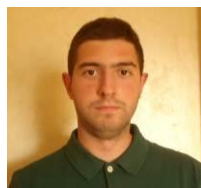
	Željeni radni parametar	Komentar
p_r	6	Za ovo stanje preporučeni režim je $V_r = 3,6$.
	10	Bolje je koristiti niže temperature ulja i u tim slučajevima se preporučuje $V_r = 3,6$. Ukoliko su veće temperature ulja, bolje se pokazao režim $V_r = 5,0$.
	13	Za visoke izlazne pritiske, preporučuje se režim $V_r = 5,0$. Nešto niže efikasnosti se mogu dostići sa režimom $V_r = 3,6$.
n	3000 o/min	Pri ovoj brzini se postiže veće iskorišćenje snage.
	5000 o/min	Za ove brzine treba izbegavati režim rada $V_r = 2,2$.

V_r	2,2	Ovaj režim rada se pokazao kao izuzetno neefikasan i treba ga izbegavati. Jedini slučajevi kada je prihvatljiv je kada su potrebni niski izlazni pritisci.
	3,6	Pokazao se kao prosečno najprihvatljiviji za sve uslove, a najbolje rezultate pokazuje pri srednjim izlaznim pritiscima.
	5	Visok V_r treba koristiti ukoliko su potrebni visoki izlazni pritisci i visoka zapreminska efikasnost.
T_y	50 °C	Najbolje je koristiti ovu temperaturu za veće brzine obrtaja.
	60 °C	Pokazala se kao generalno najbolja.
	70 °C	Ovu temperaturu treba koristiti za niske V_r i manje brzine.

4. REFERENCE

- [1] N. Stosic, I.K. Smith, A. Kovacevic, (2005). "Screw Compressors Mathematical Modeling and Performance Calculation", ISBN 978-3-540-26228-2.
- [2] N. Stosic, I.K. Smith, A. Kovacevic, E. Mujic, (2011). "Review of Mathematical Models in Performance of Screw Compressors", International Journal of Fluid Machinery and Systems Vol.4, No.2, April-June 2011
- [3] Wenqing Chen, Ziwen Xing, Hao Tang, Huagen Wu, (2011). "Theoretical and experimental investigation on the performance of screw refrigeration compressor under part-load conditions" International Journal of refrigeration Vol.34, Issue 4, June 2011, Pages 1141-1150
- [4] N. Seshiaiah, R.K. Sahoo, S.K. Sarangi, (2010). "Theoretical and experimental studies on oil injected twin-screw air compressor when compressing different light and heavy gases", Applied Thermal Engineering, Volume 30, Issue 4, March 2010, Pages 327-339.
- [5] https://www.researchgate.net/publication/37394215_Experimental_and_Computational_Studies_on_Oil_Injected_Twin-Screw_Compressor (Februar, 2017.)
- [6] www.markcompressors.co.uk/learning-space/control-a-regulation/compressors/slide-inlet-valve-principle (Februar, 2017.)
- [7] <http://www.aircompressorworks.com/blog/index.php?mode=post&id=20> (Februar, 2017.)

Kratka biografija:



Stefan Pajević rođen je u Novom Sadu 1990. god, gde je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 2013.god na Fakultetu tehničkih nauka, studijski program Mašinstvo, smer Energetika i procesna tehnika. Zaposlen je u kompaniji "Naftna Industrija Srbije".

**MEĐULABORATORIJSKO POREĐENJE REZULTATA MERENJA NA
KOORDINATNOJ MERNOJ MAŠINI****INTER-LABORATORY COMPARISON OF MEASUREMENT RESULTS ON
COORDINATE MEASURING MACHINE**

Sonja Biševac, Branko Štrbac, Miodrag Hadžistević *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – PROIZVODNO MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U cilju provere sposobnosti mernih laboratorija postoji potreba da laboratorije učestvuju u međulaboratorijskim poređenjima. Sposobnost laboratorije se iskazuje preko E_n broja koji poredi rezultate merenja i merne nesigurnosti ispitane laboratorije sa referentnom. U ovom radu izvršeno je međulaboratorijsko poređenje Laboratorije za metrologiju na FTN-u i Laboratorije za dimenzionalnu metrologiju u Mariboru koja je nosilac nacionalnog etalona Republike Slovenije.

Abstract – In order to check the capability of measuring laboratories, there is a need for laboratories to participate in inter-laboratory comparisons. The laboratory's capability is expressed through a E_n number that compares the measurement results and measurement uncertainty of the examined laboratory with the reference. In this paper an inter-laboratory comparison of the Laboratory for Metrology at the FTN and the Laboratory for Dimensional Metrology in Maribor, which is the holder of the national standard of the Republic of Slovenia, was carried out.

Ključne reči: međulaboratorijsko poređenje, merna nesigurnost, DoE , KMM

1. UVOD

Povećanje sofisticiranosti proizvoda i uspostavljanje novih restriktivnih standarda koji se odnose na osiguranje kvaliteta nameću se strogi uslovi u kontroli industrijskih procesa u pogledu tačnosti i preciznosti. U prvi plan, zbog svoje fleksibilnosti i različite uloge u lancu osiguranja kvaliteta u industrijskim preduzećima, ističu se koordinate merne mašine (KMM). KMM su u stanju da izvrše inspekciju skoro svih geometrijskih karakteristika na radnom predmetu ubrajajući makrogeometrijske tolerancije i složene površine. Rezultati dobijeni na KMM su često osnova za donošenje odluka sa velikim ekonomskim posledicama. Iz toga razloga merenja koja se sprovode na KMM moraju biti sledljiva i navedena sa mernom nesigurnosti u cilju dobijanja zadovoljavajućih osnova za donošenje odluke. Međutim, zbog složenosti KMM i njihove široke upotrebe kod različitih mernih zadataka, održanje sledljivosti i procena merne nesigurnosti je dosta komplikovana. Dokumentovanje rezultata dobijenih od KMM može biti dobijeno učestvovanjem u uporednom merenju. U cilju procene performansi različitih metroloških laboratorija, od nacionalnih metroloških instituta do tržišno-orijentisanih laboratorija, koristi se

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miodrag Hadžistević, red.prof.

računski metrološki alat – međulaboratorijsko poređenje. Međulaboratorijska poređenja su takođe veoma bitna za dokazivanje kvaliteta merenja gde je mernu nesigurnost teško odrediti [1,2]. Prema ISO/IEC 17043:2010, međulaboratorijsko poređenje podrazumeva organizaciju, izvođenje i evaluaciju merenja ili testova na istim ili sličnim predmetima od strane dve ili više laboratorija ili inspeksijskih organa u skladu sa unapred utvrđenim uslovima [3]. U ovom radu eksperimentalna istraživanja, prema definisanom dizajnu eksperimenta, sprovedena su u dve metrološke laboratorije i njihovi rezultati su omogućili sprovođenje studije međulaboratorijskog poređenja.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Da bi se ocenio učinak učesnika u međulaboratorijskom poređenju, podaci merenja se prikupljaju od svih učesnika i ocenjuju sredstvima dogovorenog statističkog pristupa. Jedinствене izmerene veličine koje prijavljuju učesnici se upoređuju sa dogovorenom referentnom vrednošću uzimajući u obzir prijavljene nesigurnosti merenja i nesigurnost referentne vrednosti. E_n broj predstavlja faktor slaganja rezultata, i računa se u svrhu ocene kompatibilnosti rezultata merenja laboratorija koji učestvuju u uporednom merenju prema referentnom rezultatu. E_n brojevi se koriste u upoređivanjima, u kojima laboratorije učesnice prijavljuju mernu nesigurnost u skladu sa Vodičem za procenu merne nesigurnosti (GUM). Kada se nesigurnosti procenjuju na način koji je u skladu sa GUM-om, E_n brojevi izražavaju validnost proširene procene nesigurnosti koja je povezana sa svakim rezultatom. Vrednost $|E_n| < 1$ daje objektivne dokaze da je procena nesigurnosti u skladu sa definisanom proširenim nesigurnošću datom u GUM-u. E_n broj računa se prema izrazu (1):

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 - U_{ref}^2}}, \quad (1)$$

gde je:

x_{lab} – rezultat merenja laboratorije učesnice,

x_{ref} – rezultat merenja referentne laboratorije,

u_{lab} – proširena nesigurnost laboratorije učesnice,

u_{ref} – proširena nesigurnost referentne laboratorije.

Iz izraza (1) se može primetiti da za uspešno sprovođenje međulaboratorijskog poređenja mora se odrediti proširena nesigurnost KMM merenja. Za procenu merne nesigurnosti KMM merenja treba uzeti u obzir mnogo faktora koji utiču na mernu nesigurnost. Faktori uticaja na

mernu nesigurnost mogu se klasifikovati u pet kategorija: hardver KMM, radno okruženje, radni predmet, strategija uzorkovanja i evaluaciona strategija. Nemoguće je uključiti sve uticajne faktore u proračun merne nesigurnosti u trenutno korišćene metode za procenu [4]. Upustvo za procenu merne nesigurnosti (GUM) može da se koristi, mada je u priličnoj meri ograničeno. U poslednje dve decenije uloženo je dosta napora u području procene merne nesigurnosti kod KMM. Štaviše, svakom mernom zadatku iako se koristi ista KMM, pripada različita merna nesigurnost tako da je u literaturi uveden pojam „nesigurnost specifičnog mernog zadatka”. Rezultat dugogodišnjeg istraživanja u ovoj oblasti je uvođenje standardnih metoda pod okriljem ISO 15530, što podrazumeva korišćenje kalibriranih radnih predmeta. (ISO 15530-3) i računarske simulacije (ISO 15530-4). Upotreba dizajna eksperimenta (DoE) daje mogućnost uključivanja velikog broja faktora i utvrđivanje uticaja svakog faktora i njihovih interakcija na mernu nesigurnost. Preko ponovljenih merenja za svaku opservaciju izražava se standardna devijacija koja predstavlja osnovu za izražavanje merne nesigurnosti koja se računa preko izraza (2) [5]:

$$U = k \times \sqrt{u_{obj}^2 + u_{proc}^2 + u_{AT}^2}, \quad (2)$$

gde je:

U – proširena merna nesigurnost,

k – faktor pokrivanja,

u_{obj} – standardna nesigurnost kalibracije predmeta merenja,

u_{proc} – standardna nesigurnost merne procedure,

u_{AT} – standardna nesigurnost temperaturnog uticaja.

2.1. Dizajn eksperimenta

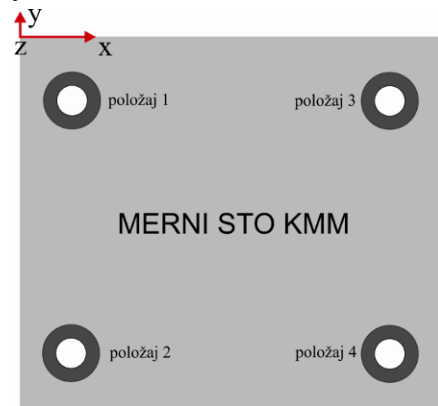
Dizajn eksperimenta se koristi u mnogim aplikacijama da pomogne u razumevanju ponašanja određenog procesa ili varijable. U cilju uključivanja najuticajnijih faktora na mernu nesigurnost pri merenju karakteristika otvora na KMM (kružnost i prečnik) razmatrani su sledeći faktori sa njima pripadajućim nivoima (tabela 1).

Tabela 1. Analizirani faktori i nivoi

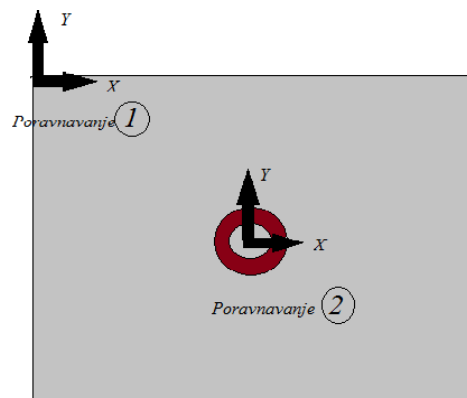
Faktor	Nivo			
Položaj radnog predmeta	1	2	3	4
Poravnavanje	KMM		Radni predmet	
Prečnik vrha mernog pipka	5mm		15mm	
Broj tačaka u mernoj strategiji	15		150	

Faktor „položaj radnog predmeta“ u mernoj zapremini KMM uključuje uticaj hadvera na mernu nesigurnost i to su: slučajne i sistematske greške mernog senzora i geometrijske greške KMM. Ovaj faktor je na četiri nivoa tj. radni predmet je bio smešten u uglovima mernog stola (slika 1). Faktor „poravnavanje“ razmatra procenu karakteristika mernog predmeta ako se koordinatni sistem za uzorkovane tačke različito postavi i na ovaj način se

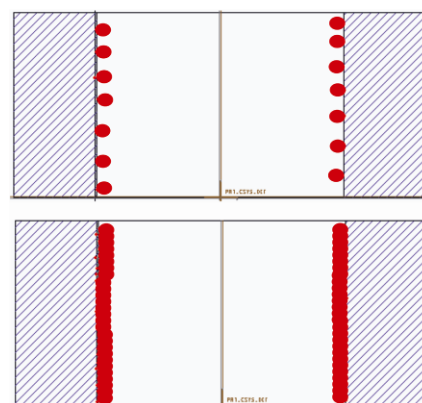
uzeta u obzir evaluaciona strategija. Na slici 2. pokazani su nivoi za ovaj faktor. Faktor „prečnik vrha mernog pipka“ uvodi mehaničku filtraciju za uzorkovanje odstupanja sa radnog predmeta. Faktor „broj tačaka u mernoj strateziji“ odnosi na broj tačaka sa kojima se opisuje realna geometrija (slika 3). U interakciji sa odstupanjem od oblika radnog predmeta i primenjenog evaluacionog algoritma može značajno da utiče na rezultat merenja (mernu nesigurnost) pri proceni odstupanja od oblika [6].



Slika 1. Nivoi faktora „položaj radnog predmeta“



Slika 2. Nivoi faktora „poravnavanje radnog predmeta“

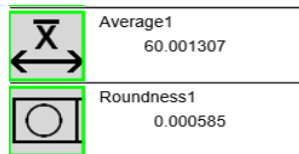


Slika 3. Nivoi faktora „broj tačaka u mernoj strategiji“

3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Za potrebe sprovođenja međulaboratorijskog poređenja, etalon prsten prečnika $D=60$ mm je meren prema gore opisanom eksperimentu u Laboratoriji za metrologiju u Novom Sadu (KMM Carl Zeiss Contura g2 RDS, $MPE_E=1.9+L/330 \mu m$) i Laboratoriji za dimenzionalnu metrologiju u Mariboru (KMM Carl Zeiss UMS 850,

$MPE_E=2.1+L/300 \mu m$). Analizirane su dve karakteristike etalon prstena: prečnik i odstupanje od kružnosti. Svaka opservacija je imala po pet ponavljanja tako da je ukupan broj eksperimenata u jednoj laboratoriji bio 160. Eksperiment je bio u potpunosti randomiziran. Kako je Laboratorija za dimenzionalnu metrologiju nosilac nacionalnog etalona u Sloveniji, rezultat merenja i merna nesigurnost dobijeni u njoj su uzeti kao referentne.



Slika 4. Kalibracione vrednosti etalon prstena

Takođe, kalibracione vrednosti etalon prstena su dobijene od referentne laboratorije (slika 4). Merenja su sprovedena u temperaturno – kontrolisanim laboratorijama.

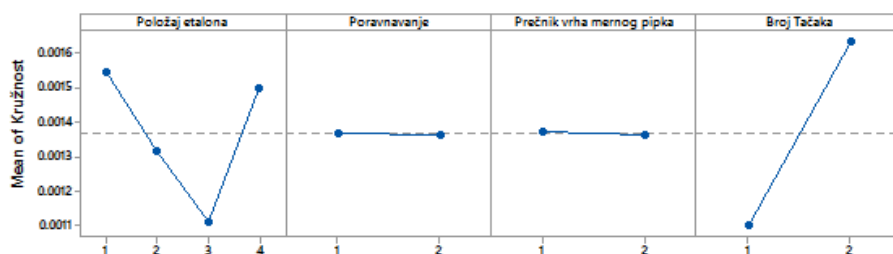
3.1. Rezultati eksperimenta i procena merne nesigurnosti

Zbog obima ovog rada u nastavku je prikazana analiza dizajna eksperimenta samo za kružnost.

Statistička analiza je vršena u programskom sistemu MiniTab-u. Na osnovu p – vrednosti i za prag značajnosti $\alpha=0.05$ utvrđeno je da na grešku kružnosti za eksperiment sproveden u Mariboru utiču faktori: položaj etalona, broj tačaka i interakcija položaja etalona i broja tačaka (slika 5). Takođe, analiza varijanse (ANOVA) je izvršena da bi se istražila varijabilnost grešaka merenja nastalih eksperimentalnim dizajnom.

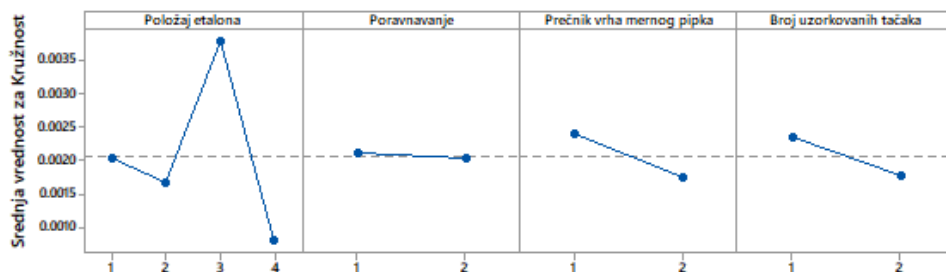
Na osnovu vrednosti standardne devijacije pet ponovljenih merenja za najpogodiju kombinaciju dizajna eksperimenta (kombinacija faktora sa nivoima 3-1-2-2, prema tabeli 1) može se proceniti proširena merna nesigurnost prema obrascu 2 (tabela 2.).

Uticajni faktori na kružnost



Slika 5. Dijagram glavnih efekata za eksperiment u Mariboru

Uticajni faktori na Kružnost



Slika 6. Dijagram glavnih efekata za eksperiment u Novom Sadu

Tabela 2. Proračun standardnih nesigurnosti i proširene nesigurnosti za eksperiment u Mariboru

$U [\mu m]$	2.6
u_{obj}	0.585
u_{proc}	1.16
u_{AT}	≈ 0
k	2
MPE_E/a	$2.1+L/300$
u_{rep}	1.1

Standardna nesigurnost procedure merenja dobijena je preko sledećeg izraza (3):

$$u_{proc} = \sqrt{\left(\frac{MPE_E}{a}\right)^2 + u_{rep}^2}, \quad (3)$$

gde je MPE_E/a maksimalna dozvoljena greška sa primenjenom adekvatnom funkcijom gustine raspodele (pravougaona na primer), u_{rep} je reproduktivnost merenja dobijena preko ponovljenih merenja.

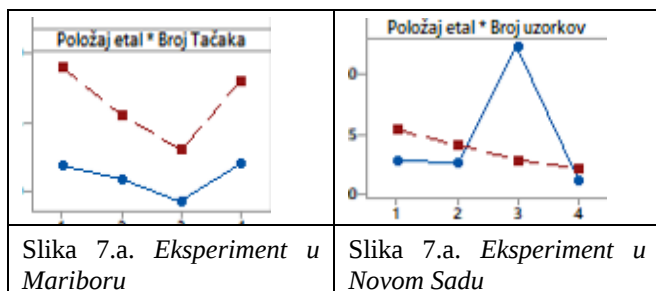
Tabela 3. Proračun standardnih nesigurnosti i proširene nesigurnosti za eksperiment u Novom Sadu

$U [\mu m]$	3.8
u_{obj}	0.585
u_{proc}	1.9
u_{AT}	≈ 0
k	2
MPE_E/a	$1.9+L/330$
u_{rep}	1.7

Za eksperiment sproveden u Novom Sadu prema dizajnu eksperimenta faktori koji su signifikantni na kružnost etalon prstena su: položaj etalona, prečnik vrha mernog pipka, broj tačaka, interakcija položaja etalona i prečnika vrha mernog pipka, interakcija položaja etalona i broja tačaka i interakcija položaja etalona, prečnika vrha mernog pipka i broja tačaka (slika 6).

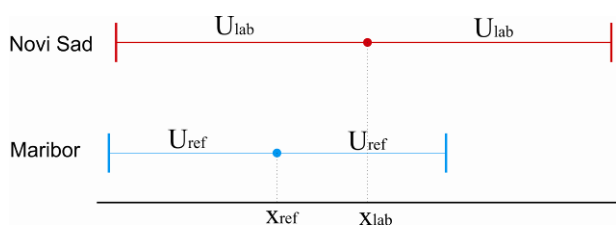
Na osnovu standardne devijacije za određene kombinacije faktora dobijene analizom varijanse, može se zaključiti da je najpogodnija kombinacija faktora 4-1-2-1, tj. položaj 4, CMM poravnavanje, keramički prečnik vrha mernog pipka prečnika 15mm, kao i 15 uzorkovanih tačaka. Proračun proširene merne nesigurnosti je prikazan u tabeli 3.

Iz DoE izlaza može se zaključiti da je signifikantnost faktora i njihovih interakcija mnogo prisutnija kod merenja sprovedenih u Novom Sadu nego u Mariboru. Na slikama 5 i 6 može se primetiti da je u obe laboratorije najuticajniji faktor „položaj etalon prestena“ dok faktor „poravnavanje“ nema uticaja na rezultate greške kružnosti. U obe laboratorije je najsignifikantnija interakcija faktora je položaj etalona – broj mernih tačaka (slika 7.a i 7.b).



4. MEĐULABORATORIJSKO POREĐENJE

Procenjene merne nesigurnosti za eksperimente u obe laboratorije i određena srednja vrednost rezultata merenja prikazani su na slici 8.



Slika 8. Međulaboratorijsko poređenje

Na osnovu izračunate vrednosti faktora slaganja

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 - U_{ref}^2}} = \frac{1.7 - 1.1}{\sqrt{3.8^2 - 2.6^2}} = 0.21,$$

može se zaključiti da je $E_n < 1$ i da je laboratorija u Novom Sadu kompatibilna sa laboratorijom u Sloveniji. Iako je KMM u Sloveniji niže klase tačnosti i starije generacije od KMM u Novom Sadu sa slike 7 se može uočiti da za ovaj merni zadatak proširena merna nesigurnost je manja u slovenačkoj laboratoriji.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je obimna studija koja pre svega izvršila međulaboratorijsko poređenje dve metrološke laboratorije opremljene sa koordinatnim mernim mašinama. Za potrebe ovog poređenja bilo je neizbežno proceniti mernu nesigurnost specifičnog mernog zadatka i detaljno je upisana upotreba dizajna eksperimenta za ovu svrhu. Rad je studiju sproveo na samo jednu predmetu (etalon prstenu) i ostavlja se prostor za proširenje ove studije na različite radne predmete.

6. LITERATURA

- [1] M.G. Cox, "The evaluation of key comparison data: determining the largest consistent subset", *Metrologia*, Vol. 44, No. 3, pp. 187-200,-222, 2007.
- [2] B. Acko, S. Brezovnik, L. Crepinsek Lipus, R. Klobucar, "Verification of statistical calculations in interlaboratory comparisons by simulating input datasets", *Int j simul model*, Vol. 14, No. 2, pp. 227-237, 2015.
- [3] ISO Guide 43-11997, „Proficiency testing by Interlaboratory comparison Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes“ ISO/CASCO Committee on conformity assessment, 1997.
- [4] B. Štrbac, V. Radlovački, V. Spasić – Jokić, M. Delić, M. Hadžistević, "The difference between GUM and ISO/TC 15530-3 method to evaluate the measurement uncertainty of flatness by a CMM", *MAPAN-J Metrol Soc I*, DOI 10.1007/s12647-017-0227-3.
- [5] E.M. Barini, G. Tosello, L. De Chiffre, "Uncertainty analysis of point-by-point sampling complex surfaces using touch probe CMMs: DOE for complex surfaces verification with CMM", *Precision Engineering*, Vol. 32, No. 1, pp. 16-21, 2010.
- [6] M. Hadžistević, Štrbac, B. V. Spasić Jokić, M. Delić, M. Sekulić, and J. Hodolić, "Fastors of estimating flatness error as a surface requirement of exploitation", *Metallurgy*, Vol. 54, No. 1, 239-242, 2015.

Kratka biografija:



Sonja Biševac rođena je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodno mašinstvo – Proizvodna metrologija odbranila je 2017.god.



Dr Branko Štrbac rođen je u Novom Sadu 1983. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2017. god., iste godine izabran za docenta. Uža naučna oblast su metrologija, kvalitet, pribori i ekološko inženjerski aspekti



Dr Miodrag Hadžistević rođen je u Bjeljini 1966. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2004. god., a od 2016. izabran je za redovnog profesora. Uža naučna oblast su metrologija, kvalitet, pribori i ekološko inženjerski aspekti.

СПЕЦИФИЧНЕ МАШИНЕ И УРЕЂАЈИ СА ХОРИЗОНТАЛНИМ УЖЕТОМ КАО НОСЕЋИМ ЕЛЕМЕНТОМ – ZIPLINE

SPECIFIC MACHINES AND DEVICES WITH HORIZONTAL ROPE AS CARRYING ELEMENT - ZIPLINE

Танасије Јојић, Јован Владић, Радомир Ђокић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – Тема рада јесте прорачун линије zipline—а. На почетку су дате теоријске подлоге за тзв. „проблематику хоризонталног ужета“, као и подлоге за одређивање отпора који се јављају током коришћења. Касније је дата примена поменутих подлога на конкретном рачунском примеру, као и дискусија о резултатима прорачуна.

Abstract – . The subject of this paper is calculation of zipline. The first part gives theoretical backgrounds of „horizontal rope problem“ and for resistance determination that occurs during use. The second part gives an example of calculation and conclusions about it.

Кључне речи: Zipline, хоризонтално уже.

1. УВОД

Под zipline-ом се сматра транспортни систем код кога су тачке вешања носећег ужета по правилу на различитим висинама, а који служи искључиво за транспорт особа од горе на доле, при чему се као покретачка сила користи сила гравитације. По својој конструкцији представља комбинацију кабел крана и жичаре. Експанзију доживљавају током протекле две, три деценије, а граде се како у брдовитим шумским пределима, тако и у околини великих привредних објеката као што су бране, мада нису непознаница ни у градским језгрима. С обзиром на то да су релативна новина, не постоје препоруке за њихову градњу, нити изведени прорачуни. Стога се њихов прорачун врши према препорукама за прорачун жичара и кабел кранова, као карактеристичних представника уређаја са хоризонталним ужетом као носећим елементом.

2. ОПИС ПРОБЛЕМАТИКЕ

Главни задатак прорачуна трасе zipline-а се своди на одређивање трајекторије кретања како ни у једном тренутку на би дошло до нарушавања минимално прописаног сигурносног растојања од тла, односно препрека. Осим тога неопходно је димензионисати носеће уже, те одредити начин затезања ужета, као и потребну вредност затезне силе, а потом и оптерећење стубова за одабрани начин затезања. На крају треба одредити и удаљење особе од стуба у тренутку заустављања, односно брзину у тренутку наилаaska особе у доњу станицу, односно промену брзине током

целокупног пута. Многе компоненте као што су колица, кочнице, упуштачи и сл. се купују као готови делови од специјализованих произвођача, те они нису предмет прорачуна.

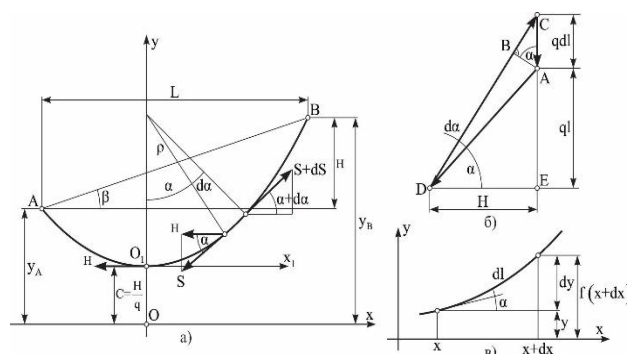
Највећи проблем прорачуна уређаја ове врсте, као што је већ речено, представља непостојање одговарајућих прописа и препорука за њихову градњу и коришћење, те је целокупан ризик препуштен пројектанту, односно инвеститору.

3. ПОДЛОГЕ ЗА ПРОРАЧУН

У оквиру ове тачке следи кратак извод из теорије који ће послужити као подлога за прорачун.

3.1. Оптерећење ужета сопственом тежином

Линија која описује положај еластичне гибке нити слободно обешене између два ослоња и оптерећене сопственом тежином назива се ланчаницом. Једначину ланчанице могуће је извести посматрајући равнотежу сила приказану на слици 1.



Слика 1. Параметри ланчанице [1]

На основу једначина равнотеже које се могу написати за елементарни исечак ужета, и њиховим сређивањем добија се једначина ланчанице:

$$y = C \cdot \operatorname{ch} \left(\frac{x}{C} \right) \quad (1)$$

при чему се параметар ланчанице може дефинисати изразом:

$$C = \frac{H}{q} \quad (2)$$

где су:

H – интензитет хоризонталне силе у ужету
 q – сопствена тежина ужета

Поред тога, закључује се да величина силе зависи од сопствене тежине ужета и висинског положаја тачке у којој се одређује сила, те да се разлика сила између

НАПОМЕНА:

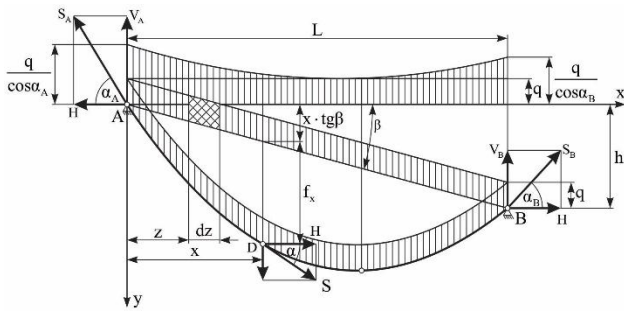
Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Јован Владић, ред. проф.

било које две тачке ланчанице може одредити изразом:

$$\Delta S = S_B - S_A = q \cdot (y_A - y_B) = q \cdot h \quad (3)$$

Применом теорије ланчанице се добијају тачна решења, но с обзиром да је коришћење хиперболичних функција које у њој фигуришу релативно компликовано, у инжењерској пракси се ланчаница замењује одговарајућом параболом.

На слици 2 се види могућност посматрања оптерећења ужета сопственом тежином методом параболе.



Слика 2. Метод параболе [2]

Методом параболе се добија једначина криве која гласи:

$$y = \frac{q \cdot x \cdot (l - x)}{2 \cdot H \cdot \cos \beta} \cdot k + x \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (4)$$

односно угиб:

$$f_x = \frac{q \cdot x \cdot (l - x)}{2 \cdot H \cdot \cos \beta} \cdot k \quad (5)$$

где су:

$$k = 1 + \frac{\cos^2 \beta}{p} \cdot \left[\frac{1}{p} \cdot \left(x^2 - l \cdot x + \frac{l^2}{2} \right) - 2 \cdot (l - 2x) \cdot \operatorname{tg} \beta \right]$$

$$p = \frac{H}{q} \cdot \cos \beta \text{ - параметар параболе}$$

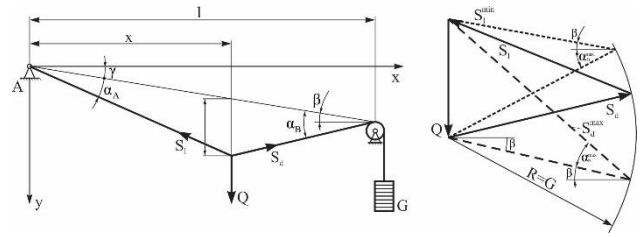
3.2. Оптерећење ужета концентрисаним оптерећењем

При анализирању оптерећења ужета концентрисаним оптерећењем, мора се водити рачуна о томе како је уже учвршћено. Код транспортних система са хоризонталним ужетом се срећу два начина:

- затезање тегом и
- обострано анкерисано уже

Предности обострано анкерисаног ужета јесте у цени самог система, као и то што захтева мање простора, док су предности ужета затегнутог тегом у односу на анкерисано уже код *zipline*-а:

- промена сила у ужету при померању концентрисаног терета је веома мала (сила се може сматрати константном) док је та промена знатна код анкерисаног ужета, и
- велика промена сила у ужету при промени спољне температуре код анкерисаног ужета према практично независној сили у ужету од спољне температуре код затезања ужета тегом.



Слика 3. Промена сила код покретног оптерећења на ужету са ослоњцима на различитим висинама [3]

Са слике 3, занемаривањем сопствене тежине ужета следи:

$$\sin \alpha_B = \frac{Q}{G} \cdot \frac{x}{l} \cdot \frac{1}{\cos \gamma \cdot (1 - \operatorname{tg}^2 \gamma)} \quad (6)$$

$$\operatorname{tg}(\alpha_A + \gamma) = \left(1 - \frac{x}{l} \right) \cdot \frac{Q}{G} \cdot \frac{1}{\cos \gamma \cdot (1 - \operatorname{tg}^2 \gamma)} + \operatorname{tg} \gamma \quad (7)$$

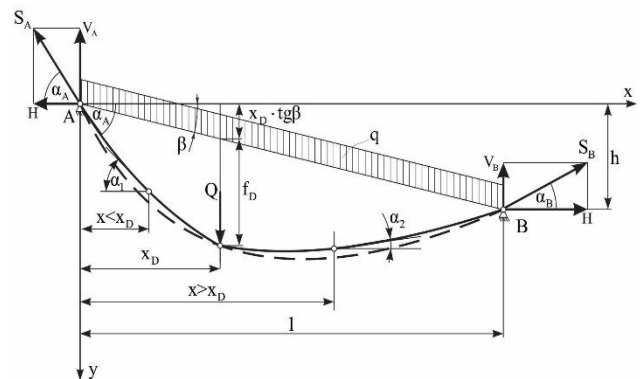
$$S_l = \sqrt{Q^2 + G^2 - 2 \cdot Q \cdot G \cdot \sin(\alpha_B - \gamma)} \quad (8)$$

$$y = x \cdot \left(1 - \frac{x}{l} \right) \cdot \frac{Q}{G} \cdot \frac{1}{\cos \gamma \cdot (1 - \operatorname{tg}^2 \gamma)} + x \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad (9)$$

где су све коришћење ознаке дефинисане на самој слици.

3.3. Оптерећење ужета сопственом тежином и концентрисаним оптерећењем

Посматрањем ужета чије се ослоњци налазе на различитој висини, а које је оптерећено сопственом тежином и концентрисаним оптерећењем, као што је приказано на слици 4, следи да је:



Слика 4. Параметри ужета оптерећеног сопственом тежином и концентрисаним оптерећењем [4]

- угиб на растојању x_D на којем делује оптерећење:

$$f_D = \frac{x_D}{l \cdot H} \cdot \left[Q \cdot (l - x_D) + \frac{q \cdot (l - x_D)}{\cos \beta} \cdot \frac{l}{2} \right] \quad (10)$$

- максимални угиб (случај када је $x_D = l/2$):

$$f_{\max} = \frac{l^2}{8H} \cdot \left(\frac{q}{\cos \beta} + \frac{2Q}{l} \right) \quad (11)$$

- угао нагиба леве гране ужета ($x < x_D$):

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \beta + \frac{l - 2x}{2H} \cdot \left(\frac{q}{\cos \beta} + \frac{2Q}{l} \cdot \frac{l - x_D}{l - x} \right) + \frac{x}{H} \cdot \frac{Q}{l} \cdot \frac{l - x_D}{l - x} \quad (12)$$

– угао нагиба десне гране ужета ($x > x_D$):

$$tg\alpha_2 = tg\beta + \frac{l-2x}{2H} \cdot \left(\frac{q}{\cos\beta} + 2 \cdot \frac{Q}{l} \cdot \frac{x_D}{x} \right) - \frac{l-x}{H} \cdot \frac{Q}{l} \cdot \frac{x_D}{x} \quad (13)$$

– односно углови код ослонаца:

$$tg\alpha_A = tg\beta + \frac{l}{2H} \cdot \left(\frac{q}{\cos\beta} + \frac{2Q}{l} \cdot \frac{l-x_D}{l} \right) \quad (14)$$

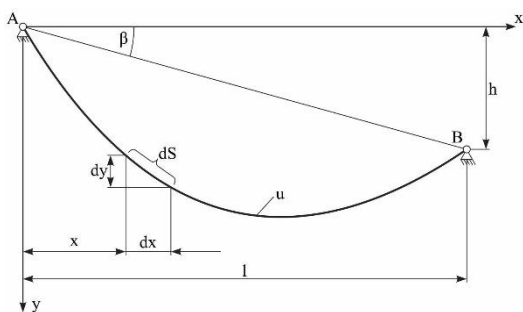
и

$$tg\alpha_B = tg\beta - \frac{l}{2H} \cdot \left(\frac{q}{\cos\beta} + \frac{2Q}{l} \cdot \frac{x_D}{l} \right) \quad (15)$$

3.4. Одређивање дужине ужета између ослонаца

Посматрањем елементарног лука ланчанице ужета на слици 5, може се изразити његова дужина као:

$$u = \int_0^u ds = \int_0^l \sqrt{1+y'^2} dx \quad (16)$$



Слика 5. Дужина ланчанице између ослонаца [5]

Заменом одговарајућег извода ланчанице и одговарајућих граница, те након разлагања у Маклоренов ред и сређивањем добијеног израза, следи:

$$u = \frac{l}{\cos\beta} + \frac{l^3}{24C^2} \cos\beta \cdot \left[1 - \frac{3l^2}{80 \cdot C^2 \cdot \cos^2\beta} \right] \quad (17)$$

С обзиром да се величина другог члана у загради креће до 2%, може се у инжењерској пракси користити и упрошћени израз:

$$u = \frac{l}{\cos\beta} + \frac{8}{3} \cdot \frac{f_{\max}^2}{l} \cdot \cos^3\beta \quad (18)$$

где се $f_{\max}$ одређује према изразу (11).

3.5. Отпор кретању точкава по ужету

При кретању колица по ужету, јављају се одговарајући отпори, као што се види на слици 6. Сила отпора котрљања се рачуна према изразу:

$$F_{\mu} = \mu \cdot \Sigma G \quad (19)$$

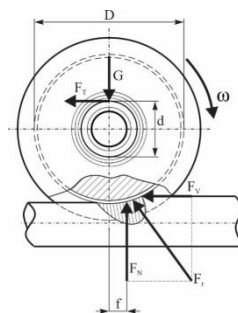
где су:

μ – коефицијент отпора котрљања (–)

ΣG – сила којом точкак притиска подлогу (N)

Средња вредност коефицијента отпора котрљања точка по ужету се рачуна према:

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{d}{D} + 2 \cdot \frac{f}{D} \quad (20)$$



Слика 6. Модел кретања точка по ужету [6]

где су:

μ_0 – коефицијент отпора котрљања у лежају (–)

d – пречник лежаја (mm)

D – пречник точка (mm)

f – крак отпора котрљања (mm)

а које зависе од геометријских карактеристика лежаја и точка одабраних колица .

3.6. Отпор ваздуха

Сила отпора ваздуха се може рачунати према емпиријском обрасцу:

$$F_w = 0,0473 \cdot c_w \cdot A \cdot v^2 \quad (21)$$

где су:

c_w – коефицијент отпора облика (–)

A – површина изложена дејству ваздуха (m^2)

v – брзина кретања (km/h)

Вредности коефицијента отпора облика се за човека у седећем положају крећу у распону 0,6÷0,8, те је усвојена средња вредност, док се површине изложене дејству ваздуха могу апроксимирати као:

$A=0,25 m^2$ – за масе до 60 kg;

$A=0,3 m^2$ – за масе од 60 kg до 100 kg;

$A=0,4 m^2$ – за масе преко 100 kg.

4. ТОК ПРОРАЧУНА

4.1. Димензионисање носећег ужета

Димензионисање ужета код *zipline*-ова се не врши из услова носивости, већ из услова максимално дозвољеног угиба. Ако се претпостави жељени однос угиба оптерећеног и неоптерећеног ужета, тада се за познато оптерећење, на основу формула наведених у трећем поглављу овог рада као једина непозната може одредити специфична тежина ужета на основу које се потом врши избор.

4.2. Одређивање трасе

При одређивању трасе мора се водити рачуна да се свуда испоштују минимално прописана растојања од тла, односно препрека. Најједноставнији начин за проверу поменутог растојања јесте цртање линије ужета оптерећеног концентрисаном силом, нпр. уз помоћ програма *MS Excel*, према:

$$y = x \cdot tg\beta + f_x \quad (22)$$

где је f_x рачунато према (10). Након тога, преклапањем добијене криве са кривом терена добијеном геодетским мерењима може се установити да ли негде долази до нарушавања минимално прописаног сигурносног размака између ужета и терена, или још горе до њиховог сечења. Мале корекције су могуће подешавањем висине стубова.

4.3. Одређивање параметара кретања

Одређивање параметара кретања врши се симулирањем спуштања различитих маса за одабран случај и систем затезања. За прорачун је коришћен софтверски пакет *MSC Adams*. Тела су у програму моделирана као сфере произвољне величине (међусобно различите ради лакше визуелизације), којима је задата одређена маса. Као подлога по којој се тела крећу се узима ланчаница, односно парабола која је замењује, одређена према (22). Потом се може задати да на поменути тела делују сила отпора струјању ваздуха према (21) и сила отпора кретању тачкова према (19).

У табели 1 су дати резултати за случај хоризонталног растојања између стубова од 1213,9 m и висинском разликом од 122 m за случај затезања ужета тегом од 40 kN. Анализа је урађена за тежине од 60 kg, 80 kg, 120 kg и 200 kg.

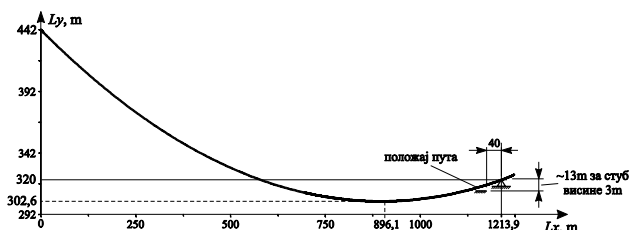
Табела 1. Параметри кретања

40 kN	Маса путника			
	60 kg	80 kg	120 kg	200 kg
Највећа брзина [m/s]	28,8	29,9	31,4	36,6
Домет путника [m]	1177,3	1191,6	1201,7	1213,9
Трајање путовања [s]	67,0	65,0	62,2	61,7

На основу табеле 1 се може видети да само путници масе 200 kg стижу до краја трасе. На слици 7 се може видети дијаграм брзине, док се на слици 8 може видети промена угиба ужета за дати случај.



Слика 7. Дијаграм брзине у функцији хоризонталног растојања између стубова [6]



Слика 8. Промена угиба ужета у функцији хоризонталног растојања између стубова [6]

5. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата прорачуна може се закључити да тела различитих маса имају различите домете за исту вредност силе затезања ужета. Исто важи и за максимално постигнуте брзине на траси.

Путници веће масе, иако по правилу не само да имају повећане отпоре котрљању, већ имају и повећане

отпоре струјању ваздуха у односу на путнике мање масе, ипак постижу веће брзине и домете.

Повећањем силе затезања ужета смањују се његови угиби, те би стога путници постизали нешто мање брзине, али би зато имали већи домет.

Иако би се повећањем силе затезања у ужету особама мање масе омогућило пристизање до краја трасе, тиме би истовремено била исцрпљена носивост ужета при спуштању особа веће масе. Као могуће решење се намеће мања сила затезања ужета, а спуштање увек исте масе. Тачније, путници би пре „укрцавања“ на *zipline* мерили тежину, а потом би им се додавали тегови како би постигли потребну масу.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дукельский А. И., Подвесные канатные дороги и кабельные краны, Москва: Машиностроение, 1966.
- [2] Czitary E., Seilschwebbahnen, Wien: Springer-Verlag, 1962.
- [3] Günther W., Seilbahntechnik, München: TU München, 1999.
- [4] Alamoreanu M., Vasilescu A., Theoretical Aspects of Zip Line Analysis, VIII International Conference „Heavy Machinery – HM2014“, Златибор, 2014.
- [5] Бабин Н., Плавшић М., Дебелковић М., Владић Ј., Пројект теретне једноужетне жичаре, Нови Сад, 1983.
- [6] Владић Ј., Ђокић Р., Јојић Т., Елаборат–Анализа система ZIP LINE у Врднику, Нови Сад, 2017.

Кратка биографија:



Танасије Јојић рођен у Новом Саду, основну и средњу школу завршио у Старој Пазови. Дипломирао 2016. године на Факултету техничких наука, смер машинство, на којем исте године уписује мастер студије на усмерању за машинске конструкције, транспортне системе и логистику. Запослен као сарадник у настави.



Јован Владић рођен је 1949. године у Инђији. Докторирао је 1989. године, а од 1999. године ради као редовни професор на Факултету техничких наука у Новом Саду.



Радомир Ђокић је доцент на Факултету техничких наука у Новом Саду. Области рада су: аутоматизовано пројектовање мобилних машина, транспортни системи, динамичка анализа машина и уређаја.

PRIMENA OJLEROVOG VIŠEFAZNOG MODELA ZA ISTRAŽIVANJE NANOFLUIDA**APPLICATION OF EULERIAN MULTIPHASE MODEL TO INVESTIGATION OF NANOFLUIDS**

Bojana Despotović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja jeste laminarno strujanje nanofluida kroz horizontalnu bakarnu cev. Cilj istraživanja jeste simuliranje strujanja i prenosa toplote pri strujanju nanofluida. Za potrebe realizacije cilja korišćena je računarska dinamika fluida (Computational Fluid Dynamics- CFD) i Ojlerov višefazni metod (Eulerian multiphase model). Rezultati numeričke simulacije su poređeni sa podacima iz literature. Na osnovu rezultata zaključuje se da se dodavanjem nanočestica može povećati koeficijent prelaza toplote. Takođe je pokazano da se Ojlerov višefazni model može primeniti za istraživanje nanofluida.

Abstract – The subject of this research was laminar flow of nanofluids through the copper horizontal tube. The aim of this research was application of computational fluid dynamics (CFD) and Eulerian multiphase model to investigate effects of nanoparticles on convective heat transfer enhancement. The existing literature experimental data were used for verification of CFD results. The results confirmed that adding nanoparticles can significantly enhance the heat transfer coefficient. It was found that CFD Eulerian multiphase model could be efficiently used for prediction of the convective heat transfer of nanofluid.

Cljučne reči: nanofluidi, Ojlerov višefazni metod, računarska dinamika fluida, prenos toplote, koeficijent prelaza toplote

1. UVOD

Procesi grejanja i hlađenja predstavljaju najveći izazov za razvoj efikasnosti uređaja za razmenu toplote. Izbor radnog fluida je veoma važan jer njegova toplotna svojstva određuju karakteristike prenosa toplote.

Do sada su se u industriji najčešće koristili konvencionalni fluidi kao što su voda, mineralna ili sintetička ulja i etilen-glikol [1].

Međutim, ovi fluidi imaju niska toplotna svojstva, malu vrednost toplotne provodljivosti i nemaju mogućnost akumulacije velike količine toplotne energije. Zbog sve većih potreba industrije za što boljim provođenjem i što većom akumulacijom toplote teži se ka poboljšanju toplotnih svojstava radnih fluida [2]. Glavni cilj jeste povećanje koeficijenta prelaza toplote fluida.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Siniša Bikić, docent.

Imajući to u vidu došlo se do ideje o dodavanju čvrstih čestica koje imaju veću vrednost koeficijenta prelaza toplote od konvencionalnih fluida.

Materijali koji doprinose povećanju ovog koeficijenta su čisti metali (Al, Cu, Ni), oksidi metala (Al_2O_3 , TiO_2 , CuO, SiO_2 , Fe_2O_3 i Fe_3O_4) i keramika [3].

U početku su se dodavale čvrste čestice srednjeg prečnika nekoliko milimetara ili nekoliko mikrometara. Poređenjem dobijenih rezultata sa rezultatima dobijenim u slučaju kada je radni fluid voda, primećeno je povećanje koeficijenta prelaza toplote radnog fluida. Prilikom upotrebe fluida sa dispergovanim milimetarskim ili mikrometarskim čvrstim česticama javljali su se problemi kao što su erozija zida cevi, sedimentacija i oštećenje pumpe.

Napretkom nanotehnologije omogućeno je formiranje čvrstih čestica mnogo manjeg prečnika. Dispergovanjem čestica čiji je prečnik od 1 do 100 nm u osnovni fluid formirana je nova kategorija fluida – NANOFLUIDI. Primenom nanočestica umesto mili- ili mikročestica može se izbeći erozija zidova cevi, sedimentacija i začepljenje sistema. U poređenju sa fluidima koji sadrže mili- ili mikročestice, fluidi koji sadrže nanočestice imaju veću stabilnost suspenzije, međutim u poređenju sa konvencionalnim fluidima, nanofluidi imaju malu stabilnost suspenzije.

Osnovna prednost upotrebe nanofluida, u poređenju sa konvencionalnim fluidima, je veći koeficijent prelaza toplote. Mana dispergovanja nanočestica u osnovni fluid su povećana abrazija zida cevi i povećan pad pritiska duž cevi [4].

Nanofluidi imaju bolja toplotna svojstva zbog Braunovog (Brown) kretanja nanočestica i povećane interakcije između faza [5].

Koeficijent prelaza toplote zavisi od toplotnih svojstava nanofluida, zapreminskog udela nanočestica u nanofluidu, površine dodira faza, oblika i vrste čvrste čestice [1].

2. TEORIJSKE OSNOVE OJLEROVOG METODA

Za numeričko rešavanje problema višefaznog strujanja u kome se jedna faza definiše kao tečnost, a druga kao čvrsta čestica, može da se koristi Ojlerov metod. Ovaj metod je najsloženiji metod za rešavanje problema strujanja nanofluida jer postoji veliki broj nanočestica veoma malog prečnika.

Primenom Ojlerovog metoda rešavaju se jednačine kontinuiteta, jednačine momenta količine kretanja i energijske jednačine za svaku fazu posebno, ali se definiše samo jedno polje pritiska za ceo sistem [6].

Jednačina kontinuiteta glasi:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varphi_q \rho_q) + \nabla \cdot (\varphi_q \rho_q \vec{v}_q) = 0. \quad (1)$$

Jednačina momenta količine kretanja:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varphi_q \rho_q \vec{v}_q) + \nabla \cdot (\varphi_q \rho_q \vec{v}_q \vec{v}_q) = -\varphi_q \nabla p + \varphi_q \nabla [\mu_q \nabla \vec{v}_q] + \varphi_q \rho_q \vec{g} + \sum_{p=1}^n \vec{R}_{pq} + \vec{F}_{lift,q} \quad (2)$$

Član $\vec{R}_{pq}$ predstavlja silu interakcije između faza i definiše se izrazom:

$$\sum_{p=1}^n \vec{R}_{pq} = \sum_{p=1}^n \vec{K}_{pq} (\vec{v}_p - \vec{v}_q). \quad (3)$$

Član $\vec{K}_{pq}$ predstavlja koeficijent razmene količine kretanja koji se definiše izrazom:

$$\vec{K}_{pq} = \frac{\varphi_q \varphi_p \rho_q^f}{\tau_p}. \quad (4)$$

Član τ_p je tenzor napona koji se definiše kao:

$$\tau_p = \frac{\rho_p d_p^2}{18\mu_q}. \quad (5)$$

EkspONENT f predstavlja funkciju sile otpora. Ova funkcija je definisana Šiler-Njumanovim (Shiller-Naumann) izrazom [7]:

$$f = \frac{C_D Re}{24}. \quad (6)$$

C_D predstavlja koeficijent sile otpora koji zavisi od brzine strujanja fluida, odnosno od Reynoldsovog broja:

$$C_D = \begin{cases} 0,44 & Re \leq 1000 \\ \frac{24(1 + 0,15 Re^{0,678})}{Re} & Re > 1000 \end{cases}. \quad (7)$$

Reynoldsov broj je definisan pomoću izraza:

$$Re = \frac{\rho_q |\vec{v}_p - \vec{v}_q| d_p}{\mu_q}. \quad (8)$$

Član $\vec{F}_{lift,q}$ predstavlja silu potiska koja se definiše [8]:

$$\vec{F}_{lift,q} = -0,5 \rho_q \varphi_p (\vec{v}_p - \vec{v}_q) \times (\nabla \times \vec{v}_q). \quad (9)$$

Energijska jednačina:

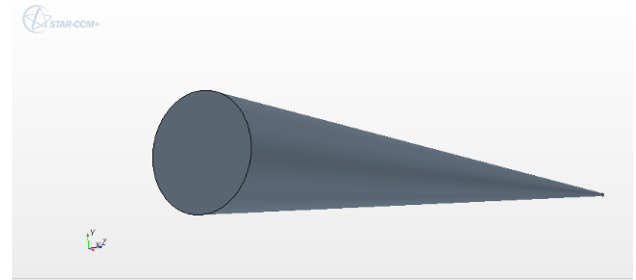
$$\frac{\partial}{\partial t}(\varphi_q \rho_q i_q) + \nabla \cdot (\varphi_q \rho_q \vec{v}_q i_q) = -\frac{\partial p_q}{\partial t} - \nabla \vec{q}_q - \tau_q \cdot \nabla \vec{v}_q + \sum_{p=1}^n \vec{Q}_{pq}. \quad (10)$$

Član $\vec{Q}_{pq}$ predstavlja koeficijent razmene toplote između faza i definisan je izrazom:

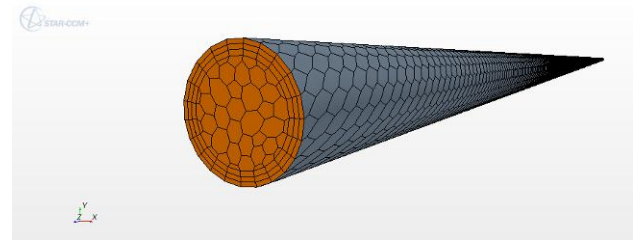
$$\vec{Q}_{pq} = C(\vec{v}_p - \vec{v}_q). \quad (11)$$

3. NUMERIČKA SIMULACIJA

Za potrebe realizacije cilja istraživanja primenjena je računarska dinamika fluida. Numeričke simulacije su urađene u programskom paketu STAR CCM+. Geometrijski model predstavlja horizontalna cev unutrašnjeg prečnika 4,5 mm i dužine 970 mm. Na slici 1 i 2 prikazani su geometrijski i mrežni model korišćen tokom simulacije. Geometrija je podeljena na oko 100000 ćelija.



Slika 1. Geometrijski model



Slika 2. Mrežni model

Numerička simulacija je urađena za laminarno strujanje fluida za dve vrednosti Reynoldsovog broja ($Re = 1050$ i $Re = 1600$). Za definisanje strujanja nanofluida primenjen je Ojlerov višefazni metod. Ojlerovim metodom se definišu dve faze: osnovni fluid (voda) – primarna faza i aluminijum oksid (čvrste nanočestice) – sekundarna faza. Dispergovane nanočestice imaju srednji prečnik 45 nm. Koncentracija nanočestica u osnovnom fluidu je 1 vol%. Fizičke osobine obe faze su definisane za temperaturu od 295 K. Kao granični uslov definisan je konstantan toplotni fluks na zidu cevi od 21877 W/m². Kao početni uslovi definisane su temperatura na ulazu u cev od 295K i brzina strujanja fluida.

Tokom rešavanja simulacije posmatrano je nestacionarno strujanje. Fizičko vreme trajanja simulacije je 100 s, a vremenski korak pri rešavanju je 0,1 s.

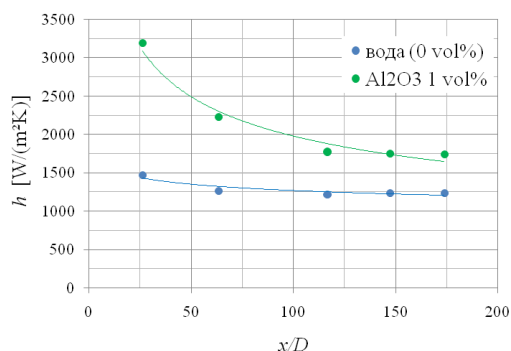
4. REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom numeričke simulacije očitavane su temperature na zidu cevi i srednje temperature fluida na pet različitih mesta duž cevi na udaljenosti x od 118 mm, 285 mm, 524 mm, 662 mm i 782 mm od ulaza u cev. Na osnovu razlika temperature na zidu cevi i srednje temperature fluida na mestu x određen je lokani koeficijent prelaza toplote i Nuseltov broj pomoću izraza:

$$h(x) = \frac{q}{T_Z(x) - T_F(x)},$$

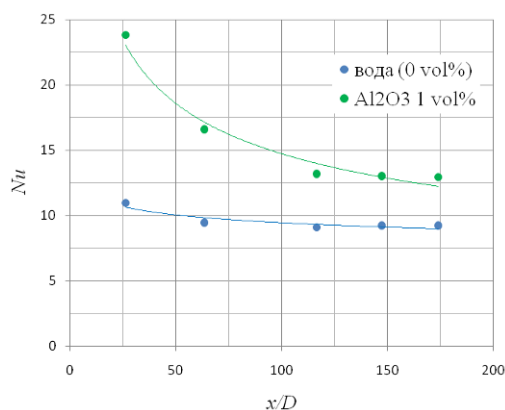
$$Nu(x) = \frac{h(x)D}{\lambda}.$$

Na slici 3 grafički je prikazano poređenje lokalnih koeficijenata prelaza toplote h u slučaju strujanja vode i 1 vol% Al_2O_3 nanofluida pri strujanju fluida Reynoldsovim brojem 1050.



Slika 3. Grafički prikaz promene lokalnog koeficijenta prelaza toplote h duž cevi x/D pri $Re = 1050$

Na slici 4 grafički je prikazano poređenje Nuseltovog broja Nu u slučaju strujanja vode i 1 vol% Al_2O_3 nanofluida pri strujanju fluida Reynoldsovim brojem 1050.

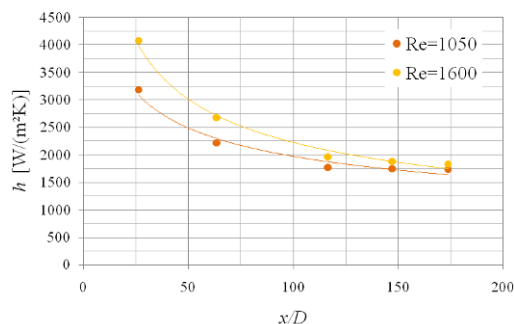


Slika 4. Grafički prikaz promene Nuseltovog broja Nu duž cevi x/D pri $Re = 1050$

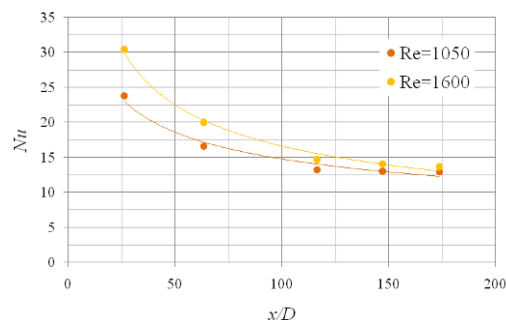
Na osnovu rezultata prikazanih na slici 1 i slici 2 zaključuje se da se dodavanjem čvrstih nanočestica aluminijum oksida može značajno povećati koeficijent prelaza toplote h i Nuseltov broj Nu . Uočava se da je najveće povećanje koeficijenta prelaza toplote i Nuseltovog broja na ulazu u cev, a zatim se smanjuje sa povećanjem rastojanja x .

Na slici 5 i 6 grafički su prikazani rezultati koji potvrđuju pretpostavku da se koeficijent prelaza toplote i Nuseltov

broj povećavaju sa povećanjem brzine strujanja, odnosno povećanjem Reynoldsovog broja.

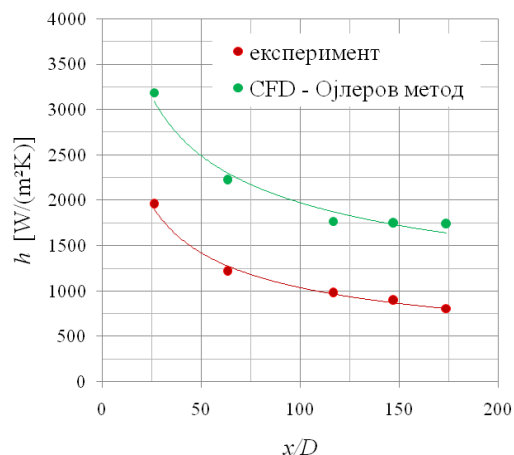


Slika 5. Grafički prikaz promene lokalnog koeficijenta prelaza toplote h duž cevi x/D pri strujanju 1 vol% Al_2O_3 nanofluida za dve različite vrednosti Reynoldsovog broja



Slika 6. Grafički prikaz promene lokalnog Nuseltovog broja Nu duž cevi x/D pri strujanju 1 vol% Al_2O_3 nanofluida za dve različite vrednosti Reynoldsovog broja

Rezultati numeričke simulacije su poređeni sa eksperimentalnim podacima iz literature [4]. Na slici 7 grafički je prikazano poređenje rezultata dobijenih primenom računarske dinamike fluida i rezultata dobijenih eksperimentom za slučaj strujanja 1 vol% Al_2O_3 nanofluida za vrednost Reynoldsovog broja 1050.



Slika 7. Grafički prikaz zavisnosti lokalnog koeficijenta prelaza toplote h od bezdimenzionalnog rastojanja x/D pri $Re = 1050$

Poređenjem rezultata uočava se da se primenom Ojlerovog višefaznog modela dobija sličan trend: najveći lokalni koeficijent prelaza toplote je na ulazu, a zatim opada duž cevi. Na osnovu ovog poređenja zaključuje se da se Ojlerov višefazni metod može uspešno primeniti za simuliranje strujanja nanofluida.

5. ZAKLJUČAK

Predmet istraživanja je bilo laminarno strujanje nanofluida duž horizontalne bakarne cevi. Cilj istraživanja je bio simuliranje strujanja i prenosa toplote pri laminarnom režimu strujanja fluida kroz horizontalnu cev unutrašnjeg prečnika 4,5 mm i dužine 970 mm. Za potrebe realizacije cilja primenjena je računarska dinamika fluida.

Za potrebe simuliranja strujanja nanofluida primenjen je Ojlerov metod višefaznog strujanja. Simulacije su ponovljene za dva različita radna fluida: vodu i 1 vol% Al_2O_3 nanofluid i dva različita Rejnoldsova broja ($\text{Re}=1050$ и $\text{Re}=1600$).

Verifikacija rezultata numeričke simulacije je urađena poređenjem koeficijenata prelaza toplote dobijenih numeričkom metodom sa eksperimentalnim podacima iz literature. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da se dodatkom nanočestica aluminijum oksida u osnovni fluid (vodu) može povećati koeficijent prelaza toplote i Nuseltov broj.

Pokazano je da se sa povećanjem brzine strujanja, odnosno Rejnoldsovog broja, povećava i količina prenesene toplotne energije sa zida cevi na fluid. Poređenjem rezultata numeričke simulacije sa eksperimentalnim podacima iz literature primećen je sličan trend: najveći lokalni koeficijent prelaza toplote je na ulazu u cev, a zatim opada sa povećanjem razdaljine.

Na osnovu poređenja zaključuje se da se Ojlerov metod višefaznog strujanja može uspešno primeniti problem strujanja nanofluida malih koncentracija nanočestica.

6. LITERATURA

- [1] W. Rashmi, A. F. Ismail, M. Khalid, Y. Faridah, "CFD studies on natural convection heat transfer of Al_2O_3 -water nanofluids", *Heat and Mass Transfer*, Vol. 47, Issue 10, pp 1301-1310, 2011.
- [2] L. Colla, L. Fedele, M.H. Buschmann, "Laminar mixed convection of TiO_2 -water nanofluid in horizontal uniformly heated pipe flow", *International Journal of Thermal Sciences*, Vol 97, pp 26-40, 2015.
- [3] K. Bashirnezhad, S. Bazri, M.R. Safaei, M. Goodarzi, M. Dahari, O. Mahian, A.S. Dalkilica, S. Wongeises, "Viscosity of nanofluids: A review of recent experimental studies", *International Communications in Heat and Mass Transfer*, Vol. 73, pp 114-123, 2016.
- [4] D. Wen, Y. Ding, "Experimental investigation into convective heat transfer of nanofluids at the entrance region under laminar flow conditions", *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 47, Issue 24, pp 5181-5188, 2004.
- [5] X. Meng, Y. Li, "Numerical study of natural convection in a horizontal cylinder filled with water-based alumina nanofluid", *Nanoscale Research Letters*, Vol, 10, pp 142, 2015.
- [6] A. Shahmohammadi, A. Jaferi, "Application of different CFD multiphase models to investigate effects of baffles and nanoparticles on heat transfer enhancement", *Front. Chem. Sci. Eng.*, Vol. 8, Issue 3, pp 320-329, 2014.
- [7] S. Schiller, A. Neumann, "A Drag Coefficeint Correlation", Berlin: *Z Ver Deutsch Ing.*, Vol. 77, pp 318-320, 1935.
- [8] D. A. Drew, R. T. Lahey, "In Particulate Two-Phase Flow", Boston: *Butterworth-Heinemann*, 1993.

Kratka biografija:



Bojana Despotović rođena je u Vrbasu 1992. god. Osnovnu i srednju školu završila je u Bečeju. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka, odsek Mašinstvo, smer Energetika i procesna tehnika, u Novom Sadu je u pisala 2011. god. Diplomirala je 2015. god. odbranivši diplomski rad pod nazivom „Projektovanje unutrašnje gasne instalacije industrijskog objekta”.

ОРБИТАЛНО ЗАВАРИВАЊЕ УЗ ПРИСУСТВО ОКСИДНИХ ПРЕМАЗА ЗА ПОВЕЋАЊЕ ДУБИНЕ УВАРА НА НЕРЂАЈУЋЕМ ЧЕЛИКУ**ORBITAL WELDING OF STAINLESS STEEL WITH OXIDE FLUX FOR INCREASE IN PENETRATION DEPTH**

Бојан Ботић, Себастиан Балаш, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај - У раду је извршено експериментално орбитално заваривање бешавних дебелозидних цеви од нерђајућег челика уз присуство оксидног премаза. Контролни узорци су заварени без премаза и без премаза али са додатним материјалом. Експериментално заваривање је изведено са различитим параметрима заваривања. Добијени заварени спојеви су визуелно испитани, испитани су макро пресеци, а извршено је и испитивање затезањем и савијањем. Испитивањем је утврђено да оксидни премаз значајно утиче на повећање дубине увара, до пуне пенетрације, што повољно утиче на повећање затезних и савојних карактеристика метала шавова. На тај начин се уједно постиже и знатно већа продуктивност.

Abstract: In this work, the experimental orbital welding of seamless thick-walled pipes of stainless steel with presence of oxide flux was done. Control specimens were welded without the flux and without the flux and with consumable material. Experimental welding was done with different welding parameters. The obtained welds were visually tested, macro sectioned, and their tensile and bending properties were determined. The results show that the flux influences a significant rise in penetration depth, up to the full penetration, which has a positive impact on an increase in tensile and bending properties of weld metal. This way, significantly higher productivity is achieved.

Кључне речи: орбитално заваривање, оксидни премаз, механичке особине, дубина увара

1. УВОД

Заваривање представља технологију помоћу које се врши спајање два или више, сродних или разнородних материјала. Заварени спој се може остварити са или без додатног материјала, поступцима са топљењем или притиском. Заваривањем је могуће спајати метал са металом, неметал са неметалом и метал са неметалом, али у пракси се најчешће спаја метал са металом [1].

У новије време све се више користе специјални поступци заваривања који омогућују да се изврши заваривање специјалних материјала у различитим, специфичним условима. Један од специјалних поступака који је у овом раду описан је поступак орбиталног заваривања који представља специјални поступак ТИГ заваривања. Орбитално заваривање се темељи на ТИГ поступку, чији је извор пулсирајућа струја заваривања.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је мастер рада чији ментор је био др Себастиан Балаш.

Поступак је аутоматизован и даје шавове врхунског квалитета. Орбитално заваривање своју најширу примену налази при заваривању цеви за цевоводе у прехрамбеној и фармацеутској индустрији као и за гасну и петрохемијску индустрију [2].

Циљ овог рада је испитивање премаза на бази оксида за повећање увара при орбиталном заваривању дебелозидних цеви од нерђајућег челика.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РАД

За заваривање коришћене су бешавне дебелозидне цеви од нерђајућег челика ознаке X5CrNi18-10 (AISI 304), пречника 72 мм и дебљине зида 5,2 мм. Хемијски састав и садржај хемијских елемената приказан је у табели 1. у наставку.

Табела 1. Хемијски састав челика X5CrNi18-10 у мас. %

C ≤	Si ≤	Mn ≤	P ≤	S ≤	Cr	Ni	N ≤
0,07	1,0	2,0	0,045	0,015	17,5	9,2	0,11

Сечење цеви је извршено на машини *Cutting Saw ORS*, на дужину од 80 [mm]. Припрема цеви за заваривање је обухватала турпијање оштрих ивица насталих у току сечења, како би се омогућило потпуно налагање између две цеви. Након тога, цеви су очишћене медицинским алкохолом. Пре постављања цеви у главу за заваривање и самог заваривања, претходило је заваривање монтажних шавова поступком ТИГ.

Након тога уследило је наношење оксидног премаза састава: 10 % TiO₂ нано честица (20 nm) у раствору етил-алкохола. Непосредно пред постављање цеви у призмичку траку. Затим су избушене две рупе од којих је једна за цево за удубљивање гаса док је друга за цево помоћу којег се оксиметром *Oxy Integral* врши мерење садржаја кисеоника у заштитној атмосфери аргона. Глава у односу на цев је постављена под углом од 0 степени. Након постављања главе за заваривање извршено је подешавање растојања између електроде и површине цеви. Коришћена је волфрамска електрода, са углом врха 90 °.

Експериментално заваривање је спроведено на седам узорка од којих је на пет узорка наношен оксидни премаз. Заваривање једног узорка је изведено без премаза и додатног материјала док је заваривање последњег узорка извршено без оксидног премаза уз употребу додатног материјала. Параметри заваривања су приказани у табелама 2 и 3, док су извршене промена параметара заваривања, у односу на табелу 2., за сваки узорак наведене у наставку.

Табела 2. Параметри заваривања за узорак 0

Јачина главне (I_1) струје заваривања [A]	Сектор 1	175
	Сектор 2	170
	Сектор 3	165
	Сектор 4	160
Јачина помоћне (I_2) струје заваривања [A]	Сектор 1	53
	Сектор 2	53
	Сектор 3	53
	Сектор 4	53
Време трајања главне струје заваривања [s]		1,59
Време трајања помоћне струје заваривања [s]		1,59
Брзина заваривања за I_1 [mm/min]		0
Брзина заваривања за I_2 [mm/min]		100
Време падајуће струје [s]		30
Максимални садржај кисеоника у атмосфери [ppm]		20
Време пред гаса [s]		3
Време пост гаса [s]		5
Вредност протока гаса на глави за заваривање [l/min]		12
Вредност протока гаса за пуњење цеви [l/min]		10

- За узорак број 1, заваривање је извршено са истим параметрима као за узорак број 0 уз присуство оксидног премаза
- За узорак број 2, извршена је промена времена падајуће струје на 5 [s]
- За узорак број 3, извршена је промена вредности протока гаса за пуњење цеви на 7 [l/min]
- За узорак број 4, извршена је промена вредности времена трајања главне струје заваривања на 1,20 [s]
- За узорак број 5, извршена је промена вредности времена трајања главне струје заваривања на 1,40 [s]
- Параметри заваривања за узорак број 6 се налазе у табели у наставку

Табела 3. Параметри заваривања за узорак 6

Јачина главне (I_1) струје заваривања [A]	Сектор 1	206
	Сектор 2	200
	Сектор 3	194
	Сектор 4	188
Јачина помоћне (I_2) струје заваривања [A]	Сектор 1	62
	Сектор 2	62
	Сектор 3	62
	Сектор 4	62
Време трајања главне струје заваривања [s]		1,59
Време трајања помоћне струје заваривања [s]		1,59
Брзина заваривања за I_1 [mm/min]		0
Брзина заваривања за I_2 [mm/min]		100
Брзина додавања додатног материјала за I_1 [mm/min]		400
Брзина додавања додатног материјала за I_2 [mm/min]		200
Време падајуће струје [s]		5
Максимални садржај кисеоника у атмосфери [ppm]		20
Време пред гаса [s]		3
Време пост гаса [s]		5
Вредност протока гаса на глави за заваривање [l/min]		12
Вредност протока гаса за пуњење цеви [l/min]		10

Након заваривања извршено је испитивање узорака у Лабораторији за испитивање материјала на Факултету техничких наука у Новом Саду. Поступак испитивања је урађен у складу са стандардом SRPS EN ISO 15614. Извршено је визуелно испитивање узорака уз мерење висине надвишења и конкавности. Осим тога, урађено је и макро испитивање, испитивање затезањем и савијањем.

3. РЕЗУЛТАТИ

3.1. Резултати визуелног испитивања

Резултати визуелног испитивања, у виду висине надвишења приказани су табели 4. Између сектора 4 и 1 налази се горња позиција заваривања док се доња позиција налази између сектора 2 и 3. Види се да код узорака 0, 4, 5 и 6 нема провара. Такође, надвишење има највећу вредност код узорка број 2 са стране лица. Са стране наличја највећу вредност имају узорци број 1 и 3.

Табела 4. Измерене вредности висине надвишења

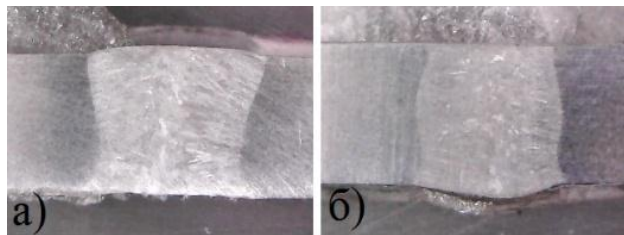
Узорак број	Горња позиција		Доња позиција	
	Лице	Наличје	Лице	Наличје
0	0,65	НЕМА ПРОВАРА	0,30	НЕМА ПРОВАРА
1	-0,65	1,80	0,60	-0,05
2	0,80	-0,05	0,60	-0,35
3	0,75	1,8	0,80	-0,3
4	0,80	НЕМА ПРОВАРА	0,70	НЕМА ПРОВАРА
5	0,55	0,50	0,10	НЕМА ПРОВАРА
6	0,15	НЕМА ПРОВАРА	0,50	НЕМА ПРОВАРА



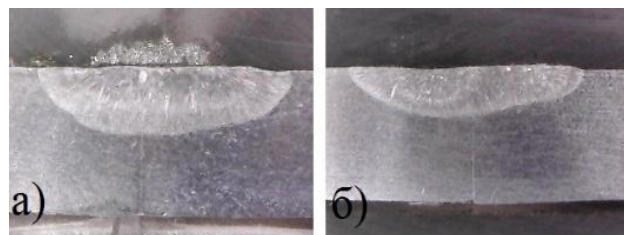
Слика 1. Узорак број 2 са највећом конкавношћу, доња позиција

3.2 Макро испитивање

Резултати макро испитивања за репрезентативне узорке су дати на сликама 2 и 3. На слици 2. је приказан узорак број 1 где је постигнут потпуни провар дуж обима цеви, док је на слици 3. приказан узорак број 0 код кога нема провара.



Слика 2. Резултат макро испитивања за узорак број 1 а) горња позиција, б) доња позиција



Слика 3. Резултат макро испитивања за узорак број 0 а) горња позиција, б) доња позиција

3.3. Резултати испитивања затезањем

Резултати испитивања узорак на затезање приказани су у табели 6. На основу резултата може да се констатује да је највећа добијена вредност затезне чврстоће постигнута при заваривању уз присуство оксидног премаза. Најнижа вредност затезне чврстоће добијена је за узорак број 0 код кога није било додатка оксидног премаза при заваривању. Код свих узорак који су испитивани затезањем дошло је до лома епрувете у металу шава, уз претходно формирање врата на епрувети насталог услед деформације затезањем. На слици 4. је приказана епрувета и изглед лома након испитивања узорка затезањем.

Табела 6. Резултати испитивања затезањем

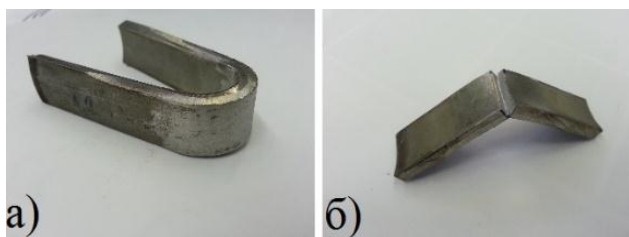
Узорак број	Затезна чврстоћа Rm [MPa]	Место лома
0-1	260	Метал шава
0-2	331	Метал шава
1-1	581	Метал шава
1-2	582	Метал шава
2-1	597	Метал шава
2-2	584	Метал шава
3-1	573	Метал шава
3-2	594	Метал шава
4-1	472	Метал шава
4-2	438	Метал шава
5-1	564	Метал шава
5-2	533	Метал шава
6-1	371	Метал шава
6-1	427	Метал шава



Слика 4. Изглед епрувете након испитивања затезањем за узорак број 1

3.4 Резултати испитивања савијањем

Резултати испитивања узорак на савијање су приказани у табели 7 и слици 5. На основу резултата може да се констатује да ни код једног узорка испитиваног савијањем преко лица није дошло до прелома епрувете. При испитивању на савијање преко наличја код неких узорак је дошло до отварања, али не и прелома. Код узорак код којих није било провара то је очекивано, а ту спадају узорци заварени без премаза (0 и 6), као и код узорка 4 завареног са премазом.



Слика 5. Узорци након испитивања на савијање

- а) без прелома – узорак број 1 сектор 2
б) са отварањем – узорак број 6 сектор 4

Табела 7. Резултати испитивања на савијање

Узорак број	Сектор	Место савијања	Задовољава испитивање
0	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	НЕ
	4	Наличје шава	НЕ
1	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	ДА
	4	Наличје шава	ДА
2	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	ДА
	4	Наличје шава	ДА
3	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	ДА
	4	Наличје шава	ДА
4	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	НЕ
	4	Наличје шава	НЕ
5	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	ДА
	4	Наличје шава	ДА
6	1	Лице шава	ДА
	2	Лице шава	ДА
	3	Наличје шава	НЕ
	4	Наличје шава	НЕ

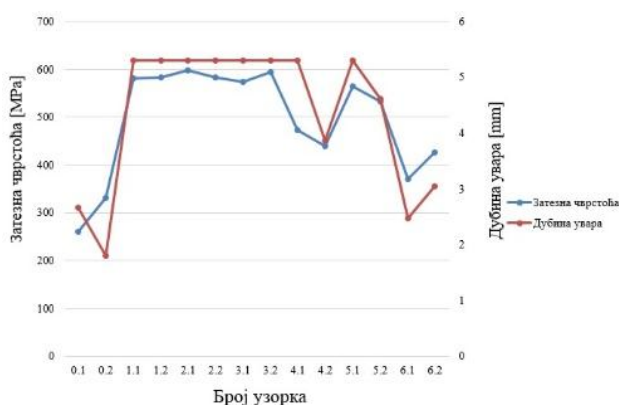
4. ДИСКУСИЈА

Визуелним испитивањем а касније и измереним вредностима висине надвишења утврђен је недостатак провара. Ова појава се највише показала на прелазу између другог и трећег сектора. Према стандарду ASME BPE-2014 [3], који се односи на орбитално заваривање цеви у фармацеутској индустрији, конкавност завареног споја може бити до 10 % дебљине зида цеви, односно 0,52 mm. Максимална измерена дубина конкавности је 0,35mm код узорка број 2, што значи да узорци 1,2 и 3 задовољавају овај критеријум. У току заваривања када глава за заваривање пролази кроз ту област, растопљени материјал са спољашње стране формира надвишење док услед недостатка додатног материјала са унутрашње стране остаје блага конкавност.

Анализом макроскопског испитивања у мерењем дубине увара примећено да је оксидни премаз има значајан утицај на облик шава. Наиме, према вредностима у табели 5. може да се оцени да без присуства премаза није било могуће остварити потпуни провар чак ни са применом додатног материјала. Пуни провар се постиже тзв. Марнагонијевим ефектом услед чијег утицаја долази до промене површинског напона металне купке, чиме се добија већа дубина увара уз истовремено смањење ширине шава. У случају када је примењен

оксидни премаз постигнут је потпуни провар на свим узорцима, осим на узорку број 4 и 5 и то са стране наличја. Основни разлог су неадекватни параметри заваривања. Код узорка 4 и 5, вредност времена трајања главне струје је смањена у односу на претходна три узорка код којих је коришћен оксидни премаз.

Затезна чврстоћа која је добијена код узорака где је примењен оксидни премаз има и више него двоструко већу вредност у односу на узорке заварене без премаза. Веома битна чињеница је да се код узорака код којих је примењен премаз вредност затезне чврстоће је приближно једнака. На резултате испитивања на затезање веома битан утицај има вредности дубине увара. Према стандарду SRPS EN ISO 10088—2:2015 о техничким захтеви за испоруку лимова и трака од челика отпорних према корозији намењених за општу намену [4], вредност затезне чврстоће за челик X5CrNi18-10 односно AISI 304 износи од 540 – 750 N/mm². Упооређивањем добијених резултата испитивањем са прописаном вредношћу према стандарду долази се до закључка да узорци код којих је примењен оксидни премаз при заваривању испуњавају у потпуности прописану вредност. Узорак број 4 код којег није постигнута довољна вредност затезне чврстоће је последица неоптималних параметара заваривања, слика 6.



Слика 6. *Поређење вредности затезне чврстоће и измерене дубине угара*

Током испитивања бољи резултати савијања су добијени када се испитивање вршило преко лица шава јер су тада сви узорци задовољили испитивања. Код савијања преко наличја је ситуација другачија јер као што може видети из табеле 7. код узорака број 0, 4 и 6 испитивање није задовољено тј. дошло је до отварања епрувете. Када се упореде резултати макроскопског испитивања, из табеле 5, са резултатима испитивања на савијање уочава се да узорци код којих није постигнут потпуни провар нису задовољили испитивања и да је дошло до отварања епрувете при савијању. Такође ако се упореде резултати испитивања на затезање, из табеле 6, са резултатима испитивања на савијање долази се до констатације да узорци који немају довољну вредност затезне чврстоће као што прописује стандард нису задовољили ни испитивање савијањем.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу добијених резултата, могу се извући следећи закључци:

- Са додатком оксидног премаза при орбиталном заваривању облик шавва се мења услед деловања Марангонијевог ефекта резултујући повећањем дубине увара за више од 100 % у односу на заваривање без присуства премаза уз истовремено значајно смањење ширине шавва.
- Утицај премаза на затезне карактеристике шавва је евидентан, јер се додатком оксидног премаза при заваривању затезна чврстоћа повећава и преко 100 % у односу на ону добијену при заваривању без премаза.
- Савојне карактеристике шавва су такође знатно боље када се примењује оксидни премаз при заваривању и то се најбоље показало при савијању епрувета са корене стране.

6. ЗАХВАЛНОСТ

Резултати презентовани у овом раду су реализовани у оквиру пројекта „Истраживање и примена савремених метода карактеризације материјала и заварених спојева у производном машинству“, Департмана за производно машинство, ФТН Нови Сад.

7. ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Палић В., Сабо Б.: Технологија заваривања, Факултет техничких наука, Нови Сад 2003
- [2] Ђордаш Д.: Орбитално заваривање нерђајућих челика, Пула, Пула, 2007.
- [3] Стандард ASME BPE-2014
- [4] Стандард SRPS EN ISO 10088—2:2015

Кратка биографија:



Бојан Ботић рођен у Новом Саду 1993. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинство – Материјали и технологије спајања одбранио је 2017. године



Prof. dr. Sebastian Baloš rođen je u Somboru 1974. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a 2016. god. je biran u zvanje vanrednog profesora iz uže oblasti Materijali i tehnologija spajanja.

UNAPREĐENJE TEHNIČKE PRIPREME PROIZVODNJE HIDRAULIČNIH CILINDARA U PREDUZEĆU „AGROFEROCOOP D.O.O.“

IMPROVEMENT OF THE TECHNICAL PREPARATION OF PRODUCTION FOR HYDRAULIC CYLINDERS IN THE COMPANY "AGROFEROCOOP D.O.O."

Stevica Koledin, Dejan Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Osnovni cilj istraživanja se odnosi na unapređenje sistema tehničke pripreme proizvodnje hidrauličnih cilindara u okviru proizvodnog sistema „Agroferocoop doo“. Razvijeno je programsko rešenje za proračun i projektovanje hidrauličnih cilindara, gde se na bazi zahteva korisnika dobija tehničko-tehnološka dokumentacija komponenti i sklopa hidrauličnog cilindra.

Abstract – The main objective of research refers to the improvement of the system for technical preparation of production hydraulic cylinders within the "Agroferocoop doo" production system. A software solution for the calculation and design of hydraulic cylinders has been developed, where the technical and technological documentation of the hydraulic cylinder and their components is obtained on the basis of the user's request.

Ključne reči: Hidraulični cilindri, Tehnička priprema proizvodnje, Autodesk Inventor, Microsoft Excel

1. UVOD

U okviru proizvodnog programa preduzeća AgroFerocoop značajno mesto zauzima proizvodnja i remont hidrauličnih cilindara. Izrada cilindara se vrši na osnovu zahteva kupaca ili na osnovu uzorka, do veličine prečnika od 300 mm. Za izradu cilindara koriste se visokokvalitetne hromirane klipnjače i honovane cevi od renomiranih proizvođača. Upotreba kvalitetnih materijala, ali i kvalitetni zaptivni elementi koji se ugrađuju, doprinose dugom radnom veku cilindara. [1]

Osnovni predmet istraživanja u ovom radu je unapređenje projektovanja hidrocilindra i tehnoloških procesa njihove proizvodnje u preduzeću "Agroferocoop d.o.o.". Na slici 1 je dat prikaz klasičnog hidrauličnog cilindra namenjenog za upotrebu kod poljoprivrednih mašina, koji imaju najveći udeo u programu proizvodnje.



Slika 1. Hidraulični cilindar za upotrebu u poljoprivredi

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Lukić, docent.

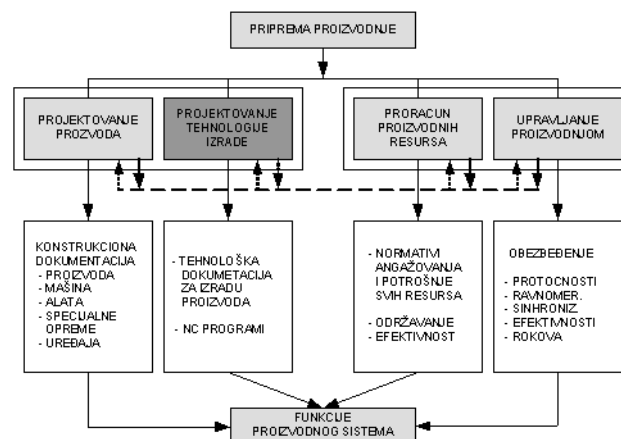
U skladu sa predmetom proizvodnje, cilj istraživanja je bio da se unapredi, odnosno automatizuje proračun i projektovanje klasičnog tipa hidrauličnog cilindra, koji je namenjen za uslove i karakteristike, koji se zahtevaju u poljoprivredi. Osim ovih hidrocilindara, prikazaće se i mogućnost projektovanja tipa hidrocilindra, koji svoju ulogu pronalazi u proizvodnji presa i drugih mašina, raznih uređaja, sonde za merenje kvaliteta zemljišta, i dr.

2.0 TEHNIČKA PRIPREMA PROIZVODNJE

Veliku ulogu u funkcionisanju proizvodnog sistema ima priprema proizvodnje, koja se sastoji od tehničke i operativne pripreme (slika 2). Tehnička priprema proizvodnje obuhvata dve najvažnije tehničke funkcije proizvodnih sistema.

Prva se odnosi na projektovanje proizvoda, poznata pod nazivom konstrukciona priprema, a druga na projektovanje tehnoloških procesa izrade proizvoda, poznata pod nazivom tehnološka priprema. Operativna priprema obuhvata druge dve funkcije koje se odnose na planiranje i upravljanje proizvodnjom.

Funkcija projektovanja proizvoda rešava sve zadatke proračuna i projektovanja, odnosno izrade konstrukcione dokumentacije proizvoda, specijalnih mašina i uređaja. Funkcija tehnološke pripreme rešava sve zadatke vezane za izbor najpovoljnijih tehnoloških rešenja izrade i montaže proizvoda, odnosno preciziranje sadržaja tehnološkog procesa i operacija proizvodnje proizvoda, preciziranje i izbor obradnih sistema, izbor ili projektovanje pribora, sistema alata i mernih sistema, definisanje parametara obrade, određivanje normativa, izradu upravljačkih programa, itd [2].

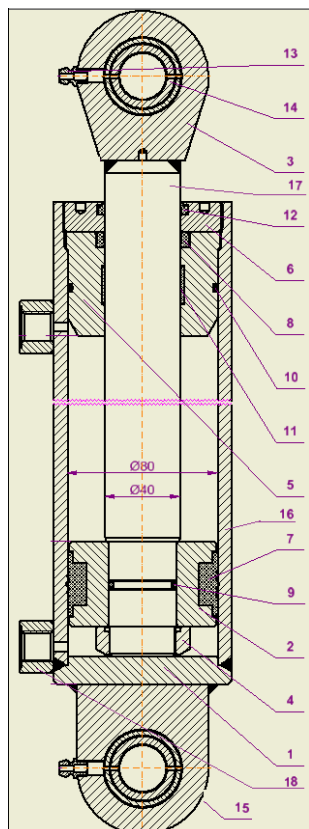


Slika 2. Mesto i uloga tehničke pripreme proizvodnje [2]

3.0 OSNOVE KONSTRUKCIJE I PRORAČUNA HIDRAULIČNOG CILINDRA

Hidraulični cilindar je izvršna komponenta u hidraulici, koji energiju hidrauličkog fluida pretvara u koristan rad. Ulazna veličina hidrocilindra je hidraulični fluid, koji pod pritiskom deluje na površinu klipa hidrauličnog cilindra. Kao rezultat se dobija pravolinijsko kretanje klipa i klipnjače, koja je povezana sa teretom. Tako se energija hidrauličnog fluida pretvara u upravljivu silu koja deluje po pravoj liniji. Najčešće se kao hidraulični fluid koristi mineralno ulje, ali se u hidraulici koriste i sintetička ulja i emulzije, a sve više i voda [3].

Na slici 3 su prikazane komponente klasičnog hidrauličnog cilindra koji se proizvodi u preduzeću.



Osnovne komponente klasičnog hidrocilindra:

1. Dno cilindra
2. Klip
3. Uška klipnjače
4. Navrtka klipa
5. Vođica
6. Navrtka cilindra
7. Zaptivni komplet (SIMKO - 5)
8. Manžetna
9. O - prsten
10. O - prsten
11. Vodeći prsten
12. Brisač
13. Mazalica
14. G - ležaj
15. Uška cilindra
16. Cev cilindra
17. Klipnjača
18. Priključak za crevo

Slika 3. Komponente hidrauličnog cilindra

Proračun predstavlja prvi korak u projektovanju hidrocilindra. Za tok proračuna važno je znati vrstu hidrocilindra, njegovu namenu i uslove u kojima će se koristiti. U zavisnosti kakvi se pritisci javljaju i zadata opterećenja kojima je cilindar izložen, potrebno je prvenstveno usvojiti optimalne vrednosti dimenzija komponenti hidrauličnog cilindra kao što su unutrašnji i spoljašnji prečnik cevi, prečnik klipnjače, hod cilindra i sl. Takođe je važno prilikom projektovanja uklopiti dužinske dimenzije klipa, vođice, navrtke klipa, navrtke cilindra, hod cilindra za definisanim osnim rastojanjima između otvora uški cilindra ili rastojanja nekih drugih tačaka hidrauličnog cilindra, što je razvijenim programskim rešenjem obuhvaćeno.

Isto tako, proračun obuhvata i sigurnost od izvijanja. Sila otpora na izvijanje (F_b), predstavlja vrednost sile koju klipnjača može da izdrži prilikom delovanja određenog opterećenja, a da ne dođe do njenog izvijanja. U zavisnosti od pritiska, opterećenja koji treba da se

savlada, prečnika klipnjače, dužine klipnjače, prečnika klipa, vrste veze hidrauličnog cilindra, materijala klipnjače, potrebno je na kraju da sila F_b bude veća od sile F (sile u hidrocilindru koje zavise od pritiska i površine klipa) da bi proračun bio zadovoljavajući.

4.0 RAZVOJ I VERIFIKACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA

Razvijeno programsko rešenje je namenjeno za brže i jednostavnije projektovanje hidrauličnih cilindara i njihovih komponenti. Program funkcioniše na principu izbora, odnosno unosa početnih parametara koji predstavljaju zahtevane karakteristike hidrauličnog cilindra. Program je razvijen u Excel-u i povezan je sa CAD programom Inventor, koji očitava podatke iz Excela i stvara gotove modele i crteže kompletnog hidrauličnog cilindra. Kao rezultat na izlazu se dobija crtež svake komponente cilindra sa jasno definisanim dimenzijama, tolerancijama, odnosno sa svim informacijama i podacima potrebnim da bi crtež bio jasan operateru za mašinom [4]. Osnovne aktivnosti programskog rešenja su:

- Ulazni podaci (pritisak, prečnik klipa ili masa koju treba dići, hod cilindra, način pričvršćivanja cilindra...)
- Proračun i usvajanje dimenzija hidrocilindra (unos dobijenih preporučenih vrednosti, proračun na izvijanje i verifikacija prečnika klipnjače, izbor tipa hidrocilindra, definisanje pojedinih dužinskih mera...)
- Definisane tehničko-tehnološke dokumentacije
 - Dokumentacije komponenti (3D modela, 2D crteža, sadržaja tehnoloških procesa izrade)
 - Dokumentacije sklopa hidrocilindra (3D model, 2D crtež, eksplozivni model/cртеж, simulacija procesa montaže, karta toka montaže)

Osnovna ograničenja programskog rešenja su

- Prečnik cevi cilindra: min Ø40 - max Ø200
- Prečnik klipnjače: min Ø10 - max Ø180

Proračun u programskom rešenju može da se realizuje u dve varijante u zavisnosti od ulaznih podataka. U prvoj je potrebno uneti pritisak u barima, a prečnik klipa u milimetrima (slika 4a). U drugoj varijanti je potrebno takođe uneti pritisak u barima, a masu koju treba da pokrene hidrocilindar u kilogramima (slika 4b). Ulazni podaci i rezultati ovog proračuna su teorijske vrednosti koje pomažu pri projektovanju hidrocilindra. U radu [4] su objašnjeni koraci definisanja stavki kao što su: sila, unutrašnji prečnik cevi, prečnik klipnjače, i dr.

Varijanta 1	
PRITISAK:	90 bar → 9000000 Pa
PREČNIK KLIPA:	Ø 110 mm → 0.110 m
Rezultati:	
SILA:	85530 N
POVRŠINA KLIPA:	0.009503 m²
MASA:	8719 kg

Slika 4a. Varijanta I ulaznih podataka

Varijanta 2

PRITISAK: **100 bar** → 10000000 Pa

MASA: **5000 kg**

Rezultati:

SILA: 49050 N

POVRŠINA KLIPA: 0.004905 m²

PREČNIK KLIPA: 0.079 m → **Ø 79 mm**

Slika 4b. Varijanta II ulaznih podataka

Zbog ograničenog obima rada ovde će se prikazati samo mali deo aktivnosti programskog rešenja, prvo kroz definisanje podataka i tehničko-tehnološke dokumentacije klipnjače kao vitalnog dela hidrocilindra, a potom montaže konačnog sklopa hidrocilindra.

Definisanje prečnika klipnjače se u prvom koraku vrši iskustvenio, pri čemu se u padajućem meniju nalaze standardni prečnici klipnjača, koji odgovaraju standardnim dimenzijama zaptivnih elemenata. Primer definisanja vrednosti prečnika klipnjače prikazan je na slici 5. Izbor prečnika klipnjače zavisi od sile koja se javlja u cilindru, a izbor vrednosti prečnika u ovom koraku se vrši subjektivnim osećajem projektanta, nakon čega se vrši proračun sila izvijanja i njegova verifikacija.

PREČNIK KLIPNJAČE: **Ø 40 mm**

Izaberi željeni prečnik klipnjače
(U kasnijem proračunu može se proveriti da li prečnik klipnjače zadovoljava ili se mora povećati)

Izaberi Prečnik klipnjače

32
35
36
40
42
45
50
55

Slika 5. Definisanje prečnika klipnjače

Verifikacija prečnika klipnjače je predstavljena u zoni koja je prikazana na slici 6. Ovaj proračun predstavlja garanciju da za izabrani prečnik i pri delovanju određenog opterećenja neće doći do izvijanja klipnjače.

Prilikom verifikacije moguće je dobijanje dva rezultata: **“ZADOVOLJAVA”** ili **“NE ZADOVOLJAVA”**.

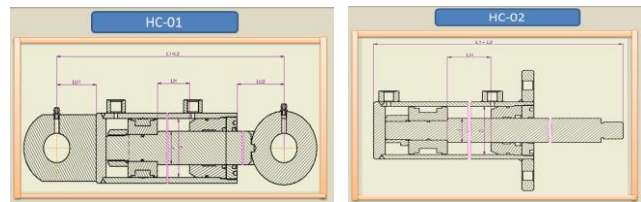
Da bi verifikacija uspešno prošla i da bi se zadovoljio kriterijum sigurnosti, potrebno je da sila F_b bude veća od sile F , kao što je na slici 6.

Ako rezultat nije zadovoljavajući vrši se promena prečnika klipnjače.

Fb: 98326 N → **ZADOVOLJAVA** ← F: 73575 N

Slika 6. Verifikacija prečnika klipnjače

Ukoliko je projektant zadovoljan dobijenim rezultatima potrebno je preći na sledeći korak **“GLAVNI IZBOR CILINDRA”**, gde se vrši izbor tipa hidrauličnog cilindra. Prvi tip hidrocilindra (HC-01), slika 7a, uglavnom se koristi za podizanje i spuštanje tereta, podizanje i spuštavanje krila kod poljoprivrednih mašina, pokretnih delova pojedinih mašina kao što su npr. bageri, i sl. Drugi tip hidrocilindra (HC-02), slika 7b, svoju primenu pronalazi kod mašina alatki kao što su prese i sl.



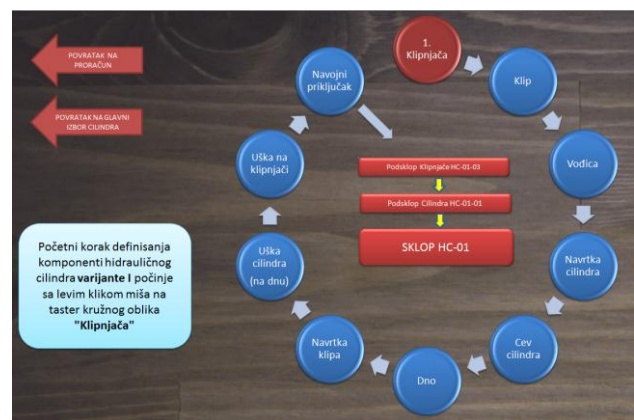
Slika 7. Prvi i drugi tip hidrocilindra

Nakon ovog koraka, kod prvog tipa sledi definisanje dimenzija komponenti hidrocilindra kao što su:

- Rastojanje od centra otvora uške do dna cilindra
- Dužina navrtke klipa
- Dužina klipa
- Rastojanje od centra uške na klipnjači do klipnjače
- Dužina vodice
- Dužina navrtke cilindra
- Dužina dna – u cevi (L1) i dužina dna – van cevi (L2)

Nakon definisanja ovih dimenzija na izlazu se dobijaju dužina cevi, dužina klipnjače i dimenzija koliko klipnjača viri iz cevi (do uške) kao rezultat razlike između zahteva hidrocilindra u vidu rastojanja u razvučenom/skupljenom stanju, hoda, kao i njegovih komponenti.

Prateći korake i uputstva definišu se komponente izabranog tipa hidrauličnog cilindra. Na slici 8 je prikazan prozor HC-01 u kojem se vrši definisanje komponenti prema jasno određenom redosledu. Nakon definisanja svih komponenti dobijaju se 3D modeli/2D crteži komponenti i sklopa hidrauličnog cilindra.



Slika 8. Prozor definisanja komponenti - HC-01

Izborom tastera **“1. Klipnjača”**, u prozoru programa **“HC-01”**, otvara se novi prozor u kojem se definišu dimenzione vrednosti klipnjače, slika 9.

Unesite prečnik klipa (preporučeno): **Ø 32**

Izaberi unutrašnji prečnik klipa: **32x32**

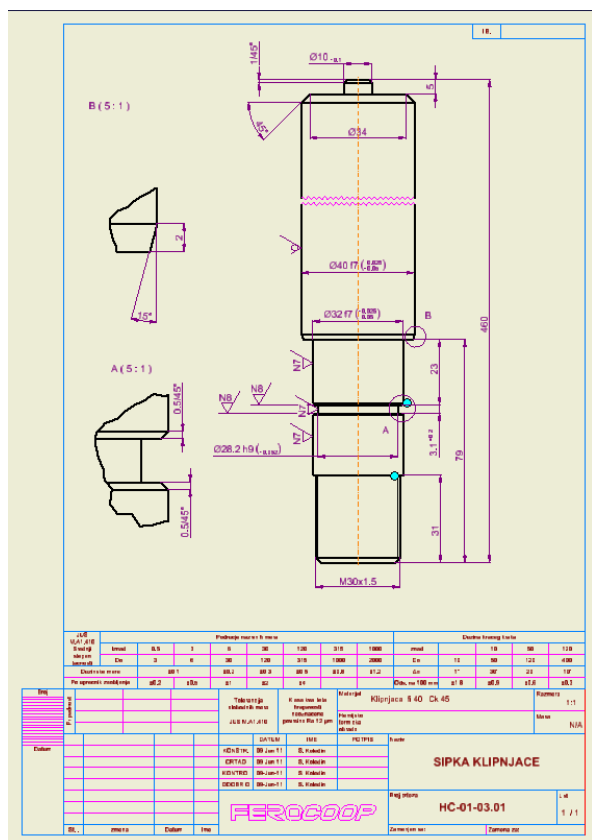
Preporučeno: **31**

HC01L1	HC01L2	HC01L3	HC01L4	HC01L5	HC01L6	HC01L7	HC01L8	HC01L9	HC01L10	HC01L11	HC01L12	HC01L13	HC01L14	HC01L15	HC01L16	HC01L17	HC01L18	HC01L19	HC01L20
40	52	28.2	28.2	400	79 mm	23	23	9.5	9	95									

Preporučeno: **31**

Slika 9. Definisanje dimenzionih vrednosti klipnjače

Nakon definisanja vrednosti dobija se 3D model i crtež klipnjače. Na slici 10 prikazan generisani crtež klipnjače.



Slika 10. 2D crtež klipnjače

Za svaku komponentu hidrocilindra iz softvera je moguće dobiti sadržaj tehnološkog procesa, dok je na slici 11 dat prikaz istog za prethodno definisanu klipnjaču.

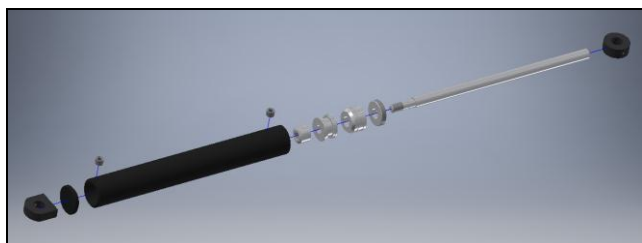
		SADRŽAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA		Proizvod	
				Klipnjača	
				Vališina senije	
				50 [kom]	

Naziv dela	Broj dela	Indifikacioni Klasifikacioni	HC-01-03.01	Ide u proizvod	Komada
Sipka klipnjače		Vrsta i dimenzija priprema	HC-01-03.01	HC-01	50
Oznaka i stanje materijala		Oznaka: Sipka 045x505		Pogon	Odeljenje
Oznaka Ck45	Kod:				

Operacija	NAZIV OPERACIJE	MASINA		Vreme [min]				Kom/8h
		Naziv	Oznaka	Pripr.	Glavno	Pomoć.	Po kom	
10/1	Sečenje	Testera	BMSO-320	1	1	0,5	1,5	
20/1	Struganje	CNC strug	MAAS ST-20	25	2,5	0,3	2,8	
30/1	Merenje i kontrola	Kontrolni sto		0,5	0,5		0,5	
40/1	Struganje	CNC strug	MAAS ST-20	1	0,5	0,5	1	
50/1	Merenje i kontrola	Kontrolni sto		0,5	0,5		1	

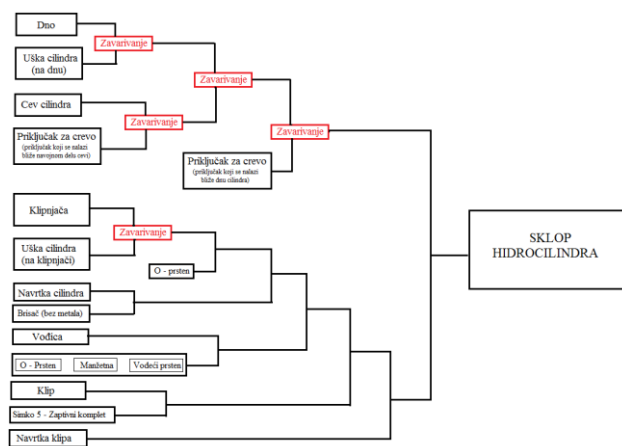
Slika 11. Sadržaj tehnološkog procesa klipnjače

Nakon definisanja svih komponenti u softveru, automatizovano se dobija model sklopa hidrocilindra. Na slici 12 prikazan je eksplozivni model hidrocilindra.



Slika 12. Eksplozivni model sklopa hidrocilindra

Na slici 13 prikazan je tok montaže komponenti hidrauličnog cilindra u gotov proizvod, prema slici 12.



Slika 13. Tok montaže hidrauličnog cilindra

5. ZAKLJUČAK

Razvijeno programsko rešenje je namenjeno za brže i jednostavnije projektovanje hidrauličnih cilindara i njihovih komponenti. Program funkcioniše na principu izbora, odnosno unosa zahtevanih karakteristika hidrauličnog cilindra. Program je razvijen u Excel-u i povezan je sa CAD programom Inventor, koji očitava podatke iz Excela i stvara gotove modele i crteže komponenti i kompletnog hidrauličnog cilindra. Kao rezultat na izlazu se dobija tehničko-tehnološka dokumentacija svih komponenti cilindra sa podacima potrebnim za proizvodnju. Neke od prednosti programskog rešenja su:

- Jednostavno korišćenje – program mogu koristiti osobe koje nemaju iskustvo u projektovanju hidrocilindara,
- Neuporedivo brže se dobijaju gotovi modeli i crteži koji su spremni da se odmah proslede u proizvodnju,
- Parametarsko modeliranje i primena principa grupne tehnologije omogućuju povezivanje konstrukcije proizvoda i tehnologije proizvodnje,
- U kratkom roku naručilac može dobiti informacije o komponentama i ceni kompletnog hidrocilindra,
- Mogućnost dobijanja modela i crteža zasebnih komponenti kao što su klipnjača, cev cilindra, klip, itd..
- Program se može povezati i funkcionisati jednako dobro sa bilo kojim drugim CAD programom.

6.0. LITERATURA

- [1] AgroFerocoop DOO, <http://www.agroferocoop.rs>
- [2] Lukić, D., Milošević, M., Todić, V.: *Integrirani CAPP sistemi i tehnološka baza podataka* (skripta sa predavanja), Fakultet tehničkih nauka, 2013.
- [3] Jovanović, M.: *Automatizacija procesa rada – osnove hidrauličnog upravljanja*, FTN, 2015.
- [4] Koledin, S.: *Unapređenje tehničke pripreme proizvodnje hidrauličnih cilindara u preduzeću „Agroferocoop d.o.o.“*, master rad, FTN, 2017.

Kratka biografija:



Stevica Koledin rođen je u Novom Sadu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Proizvodno mašinstvo, smer računarom podržane tehnologije odbranio je 2017.god.

IDEJNO REŠENJE ALATA ZA IZRADU ZUPČASTE SPOJNICE INJEKCIJONIM PRESOVANJEM**A MOLD DESIGN SOLUTION FOR INJECTION MOLDING OF THE TOOTH GEAR COUPLING**

Ljiljana Stefanović, Mladomir Milutinović; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Tema rada je prikaz postupka izrade zupčaste spojnice (BoWex) od PA 66 postupkom injekcionog presovanja. Na početku rada prvo su date opšte karakteristike procesa injekcionog presovanja polimernih materijala i BoWex spojnice. Projektovanje odgovarajućih kalupa za izradu navedene spojnice izvršeno je na bazi rezultata dobijenih putem numeričkih simulacija procesa injekcionog presovanja. Na kraju rada dato je idejno rešenje alata za injekciono presovanje spojnice i usvojena je odgovarajuća mašina.

Abstract – This paper deals with mold injection process for manufacturing BoWex tooth gear coupling made from polyamide (PA 66). General features of mold injection process and BoWex coupling are given first after which design of the mold plates is performed based on results obtained by numerical simulation. Finally, a solution for the mold for injection molding of the BoWex clamp is presented and proper injection molding machine selected. agreeable mechanism will be presented in the end of this subject.

Ključne reči: Injekciono presovanje, bowex spojnica, numeričke simulacije.

Key words: injection molding, BoWex coupling, numerical simulation

1. UVOD

Injekciono presovanje predstavlja najvažniji ciklični postupak prerade polimernih materijala. Spada u primarnu preradu pošto se otpresak koji se dobija nakon presovanja izrađuje od polaznog materijala koji nema određenu formu (komadići, granule, rastopi).

Proces se izvodi tako što se vrši ubrizgavanje rastopljene mase iz injekcione jedinice u temperiran kalup. Masa u kalupnoj šupljini očvršćava hlađenjem ako se radi o termoplastičnim materijalima ili umrežavanjem u slučaju elastomera, duromera, elastoplastomera [1].

Osnovne prednosti izrade proizvoda od plastične mase injekcionim presovanjem su:

- raznolikost delova koji se mogu dobiti ovim postupkom,
- visoka ponovljivost delova,
- ušteda materijala,
- kratko vreme ciklusa proizvodnje,
- estetski proizvod u željenim bojama,
- lako se ostvaruje automatizacija procesa, itd. [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mladomir Milutinović.

2. BOWEX SPOJNICA

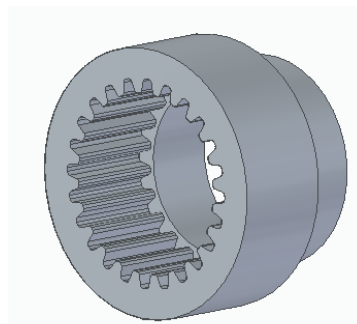
Kao primer polimernog otpreska uzeta je bowex spojnica koja se izrađuje procesom injekcionog presovanja. Bowex spojnice su fleksibilne spojnice za prenos obrtnog momenta i posebno su pogodne za kompezaciju aksijalnog, radijalnog i ugaonog odstupanja kod nepravilno centriranih vratila. U slučaju aksijalnih i radijalnih pomaka bilo koji ivični pritisak u klipu se izbegava, tako da su bowex spojnice gotovo bez habanja.

Osnovne karakteristike bowex spojnice su:

- izrađene su od poliamida (najlona),
- zbog primene ovog materijala nije potrebno posebno održavanje,
- imaju malu težinu i mali obrtni moment,
- temperaturni opseg im je od -25°C do $+100^{\circ}\text{C}$,
- montaža je jednostavna.

Pošto se kao materijal koristi poliamid on omogućava kontinualni rad spojnice bez održavanja sa veoma malim trenjem na zubima. Usled dvostrukog rada bowex spojnice, povratne sile mogu biti zanemarene u slučaju ugaonih i radijalnih pomeranja. Mogu se montirati vertikalno ili horizontalno, bez potrebe za posebnim alatima za montažu [3].

Na slici 1 dat je prikaz bowex spojnice.



Slika 1. Bowex spojnica od PA 6.6

3. KALUP ZA INJEKCIJONO PRESOVANJE

Kalup je namenski deo sistema za injekciono presovanje polimernih materijala i po pravilu se koristi za izradu jednog proizvoda.

Osnovni zadaci kalupa su: da prihvati rastopljenu masu i obezbedi njeno hlađenje dok se ne postigne zahtevani oblik otpreska, da obezbedi izbacivanje otpreska iz kalupne šupljine i cikličan rad sistema za injekciono presovanje.

Kalup treba da zadovolji određene tehnoekonomske efekte:

- zahtevanu funkcionalnost,
- što duži vek trajanja,
- visoku pouzdanost i sigurnost,
- kraće vreme proizvodnje uz minimalne troškove,
- zahtevanu tačnost i kvalitet,
- mogućnost ponovne upotrebe,
- pogodnost za održavanje, itd. [2].

Osnovni elementi kalupa su:

- kalupna šupljina,
- kućište kalupa,
- ulivni sistem,
- sistem za temperiranje,
- sistem za vađenje otpreska iz kalupa,
- sistem za odzračivanje kalupa,
- sistem za vođenje i centriranje elemenata kalupa [4].

Prvi korak prilikom projektovanja alata za injekciono presovanje jeste definisanje broja i rasporeda kalupnih šupljina u alatu, odnosno izbor ulivnog sistema i njegova dispozicija.

U tom smislu treba težiti da tok rastopljenog materijala od ulivka do svake kalupne šupljine bude što kraći i da dužene tokova budu što ujednačenije. Neujednačeni putevi tečenja rastopljene mase do kalupnih šupljina dovode do različitih karakteristika otpreska, nejednakih mera i nejednakog skupljanja otpreska [5].

Kreiranje ulivnog sistema podrazumeva da raspored kanala bude takav da se obezbedi što lakši, brži i bez turbulencija dovod plastomera.

Optimalni rezultati ubrizgavanja se ostvaruju kanalom okruglog preseka jer se njime postiže najmanja površina dodira pri najvećoj površini preseka, a samim tim i najmanji gubici pritiska i toplote [6].

Prilikom ubrizgavanja rastopljene mase u zatvorenu kalupnu šupljinu u njoj ostaju vazduh i gasovi, pa je neopodan sistem za odzračivanje koji će obezbediti njihovo odvođenje iz kalupa.

Prilikom dimenzionisanja kanala za odzračivanje mora se voditi računa da oni budu tako izvedeni da rastopljena masa ne može ući u njih i tako ih zatvoriti. Najčešće je odzračivanje kroz otvore za vođenje izbacivača.

U toku procesa injekcionog presovanja kalup trpi velika opterećenja i visoke sile, pa se prilikom konstruisanja kalupa moraju uzeti materijali sa najboljim svojstvima. Izbor materijala zavisi od nekoliko faktora:

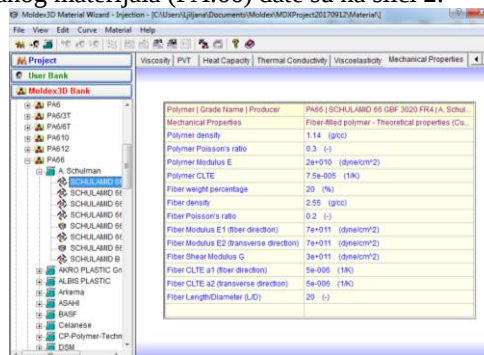
- vrste plastomernog materijala koji se prerađuje,
- broja, oblika i dimenzija otpreska,
- postupka izrade delova kalupnih šupljina
- fizičko-hemijskih svojstava materijala, namenjenog za izradu kalupa.

Materijali koji se najčešće koriste su [7]:

- prokaljivi čelici,
- čelici visoke površinske tvrdoće,
- poboljšani,
- čelični liv,
- berilijumska bronza,
- nikl,
- polimerni materijali i
- bakar.

4. SIMULACIJA PROCESA INJEKCIONOG PRESOVANJA BOWEX SPOJNICE

Simulacija procesa injekcionog presovanja bowex spojnice izvršena je u programu Moldex3D, koji poseduje bogatu bazu polimernih materijala. Specifikacije izabranog materijala (PA.66) date su na slici 2.



Property	Value
Polymer (Grade Name) (Producer)	PA66 (SCHULAMID 66 GF 3020 FRA) (A. Schul)
Mechanical Properties	Fiber filled polymer - Theoretical properties (Ca)
Polymer density	1.14 (g/cc)
Polymer Poisson's ratio	0.3 (-)
Polymer Modulus E	2e+10 (dyn/cm ²)
Polymer CLTE	7.5e-005 (1/K)
Fiber weight percentage	20 (%)
Fiber density	2.55 (g/cc)
Fiber Poisson's ratio	0.2 (-)
Fiber Modulus E1 (fiber direction)	7e+11 (dyn/cm ²)
Fiber Modulus E2 (transverse direction)	7e+11 (dyn/cm ²)
Fiber Shear Modulus G	3e+11 (dyn/cm ²)
Fiber CLTE e1 (fiber direction)	5e-005 (1/K)
Fiber CLTE e2 (transverse direction)	5e-005 (1/K)
Fiber Length/Diameter (L/D)	20 (-)

Slika 2. Specifikacije izabranog materijala PA.66

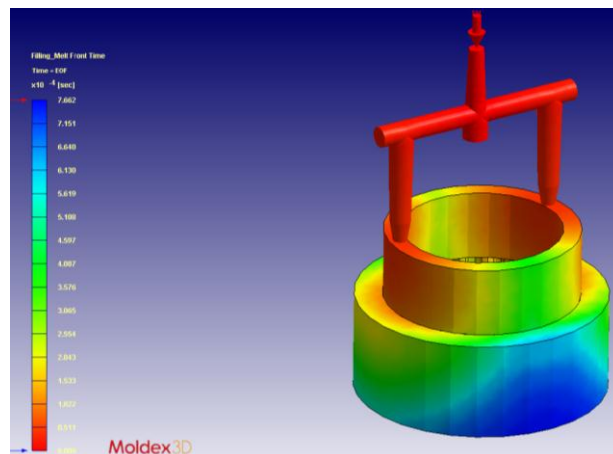
U okviru softverskog paketa Moldex3D analiza procesa injekcionog simulacije podeljena je na četiri faze i to.

- punjenje kalupne šupljine,
- delovanje naknadnog pritiska,
- očvršćavanje i
- deformacija otpreska u kalupu [8].

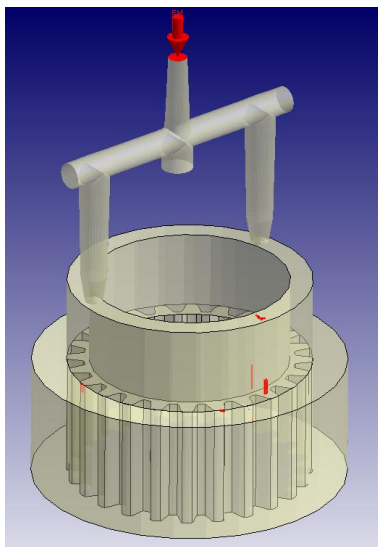
Za svaku od ovih faza dobijaju se odgovarajući izlazni rezultati, odnosno prikazi promene parametara karakterističnih za posmatranu fazu, kao što su: simulacija tečenja rastopa, odnosno popunjavanje kalupa, orijentacija vlakana, vreme hlađenja, distribucija pritiska i temperature u otpresku i dr. Takođe softver omogućava predikciju grešaka u strukturi materijala (gasni uključci, linije zavarivanja, pukotine i dr) i na površini radnog predmeta (usahline, vitoperenje,).

Na slici 3 prikazano je vreme popune kalupa kao i distribucija rastopljenog materijala u kalupu na kraju faze punjenja. Izračunato vreme punjenja kalupne šupljine iznosi tu =7.66 s. Analizom ove faze ciklusa injekcionog presovanja zaključeno je da je ulivni sistem dobro izbalansiran i da je količina ubrizganog materijala dovoljna za potpunu popunu kalupa.

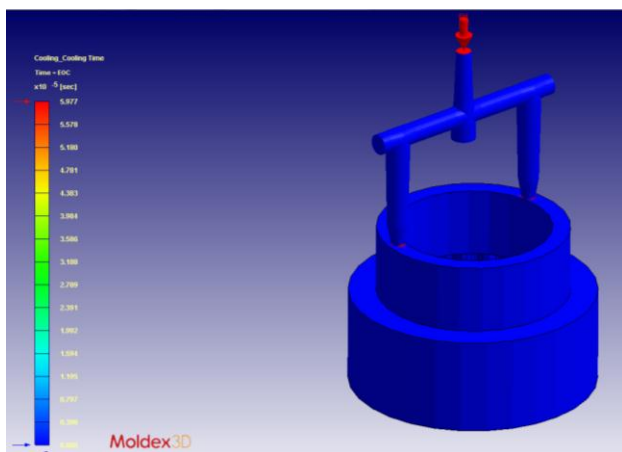
Takođe linije zavarivanja nisu izražene (slika 4) i locirane su u zoni dela koja u eksploataciji nije izložena velikim opterećenjima. Na slici 5 dat je prikaz potrebnog vremena hlađenja.



Slika 3. Vremenska simulacija ulivanja u kalupne šupljine



Slika 4. Lokacija linija zavarivanja

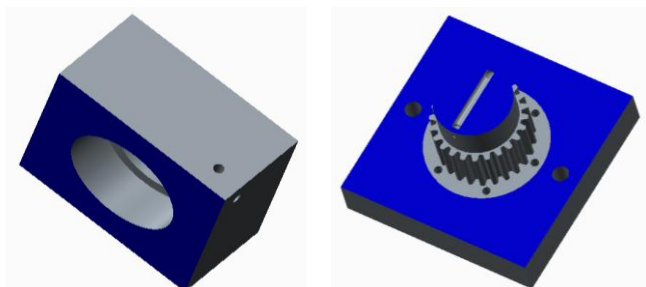


Slika 5. Vreme hlađenja otpreska

5. KONSTRUKCIJA ALATA

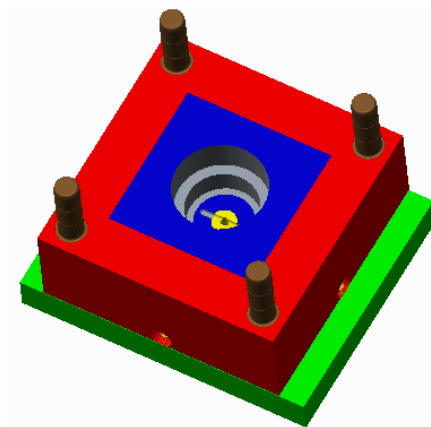
Kalup za injeksiono presovanje bowex spojnice koncipiran je tako da je kalupna šupljina (slika 6 - levo) izvedena u nepokretnoj formi alata, dok je jezgro (slika 6-desno) pozicionirano u pokretnoj formi.

Forme su najsloženiji elementi alata za injeksiono presovanje jer zahtevaju najviše vremena kako u projektovanju, tako i pri samoj izradi. Projektovanje pokretne i nepokretne forme podrazumeva proces od usvajanja materijala za forme preko optimalnog broja i položaja kalupnih šupljina u formama, definisanja položaja postavljanja podeonih ravni. U ovom slučaju usvojena je forma sa jednom kalupnom šupljinom i dva ušća.

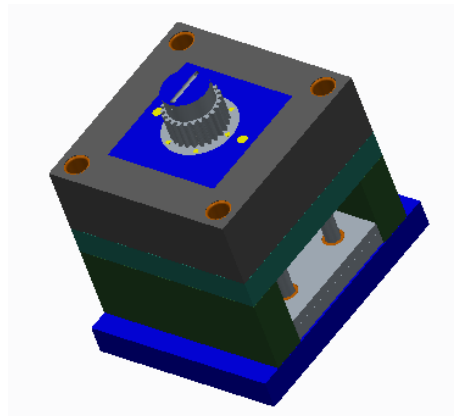


Slika 6. 3D model kalupa i jezgra

Usvojeno konceptijsko rešenje alata za injeksiono presovanje bowex spojnice ima jednostavnu konstrukciju sa jednom podeonom ravni. Pravac otvaranja alata je jednosmeran dok se izbacivanje otpreska vrši pomoću odgovarajućih mehaničkih izbacivača. Na slikama 7. i 8. dat je prikaz nepokretne i pokretne forme alata

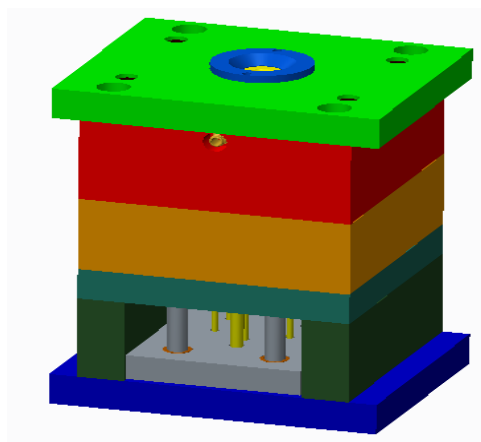


Slika 7. Prikaz nepokretne polovine kalupa



Slika 8. Prikaz pokretne polovine kalupa

Na slici 9. dat je prikaz sklopa alata za injeksiono presovanje bowex spojnice.



Slika 9. Prikaz sklopljenog alata za izradu bowex spojnice

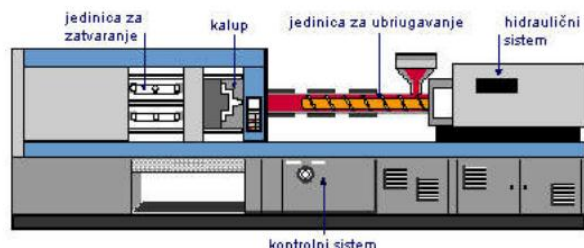
5. MAŠINE ZA INJEKCIONO PRESOVANJE

Mašina za injekciono presovanje predstavlja postrojenje diskontinualnog cikličnog dejstva koji omogućuje primarno oblikovanje predmeta od makromolekularnog materijala.

Važni podsklopovi mašine za injekciono presovanje:

- jedinica za ubrizgavanje,
- jedinica za zatvaranje kalupa,
- pogonska jedinica,
- kontrolno upravljačka jedinica,
- sistem za hlađenje [9].

Na slici 10 dat je prikaz mašine za injekciono presovanje.



Slika 10. Šematski prikaz mašine za injekciono presovanje [9]

Na osnovu rezultata simulacije u Moldex3D dobijene su specifikacije mašine neophodne za realizaciju procesa injekciono presovanja bowex spojnice (slika 11).

Process Machine : Custom - Custom (Read-only)		
Summary Injection Unit Clamp Unit General Screw Info		
Item	Content	Unit
Maker	Custom	
Grade	Custom	
Last modified date (yy/mm/dd)		
Comment		
Screw Diameter	35	mm
Screw Stroke	120	mm
Shot Weight	120	g
Injection Pressure	150	MPa
Injection Rate	60	cm ³ /sec
Clamping Force	120	tf

Slika 11. Specifikacije mašine dobijene simulacijom

Na osnovu ovih rezultata usvojena je mašina HI-G328 proizvođača Hisson Plastic Machinery, Kina, sa sledećim tehničkim karakteristikama (slika 12).

Specifications:

HI-G328 Technical Parameters		Optional Parameters			
TECHNICAL PARAMETER TABLE		Unit	A	B	C
INJECTION UNIT	SCREW DIAMETER	mm	65	70	75
	SCREW L/D RATIO	L/D	21.5	20	18.7
	SHOT VOLUME(THEORETICAL)	cm3	1128	1308	1502
	INJECTION WEIGHT(PS)	g	1026	1190	1367
	INJECTION PRESSURE	Mpa	195	168	146
	INJECTION RATE	g/s	245	285	327
	PLASTICIZING CAPACITY	g/s	50	60	71
CLAMPING UNIT	SCREW SPEED	rpm	0-160		
	CLAMP FORCE	kN	3280		
	OPEN STROKE	mm	670		
	MAX.MOULD HEIGHT	mm	680		
	MIN.MOULD HEIGHT	mm	240		
	SPACE BETWEEN TIE BARS	mm	660×660 (W×H)		
	EJECTOR FORCE	KN	65		
	EJECTOR STROKE	mm	160		

Slika 12. Tehničke karakteristike mašine HI-G328 [10]

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je prikaz projektovanja alata/kalupa za izradu bowex spojnice od poliamida 6.6. Kao postupak proizvodnje usvojen je proces injekcionog presovanja. Predloženo idejno rešenje alata karakteriše jednostavna konstrukcija sa jednom podeonom ravni i jednom kalupnom šupljinom u svakoj formi. Ulivni sistem kružnog preseka sa dva ušća omogućava balansirani tok rastiopa, odnosno brže i uniformno popunjavanje kalupne šupljine. Zbog podeljenog toka materijala moguća je pojava linija zavarivanja ali one nisu izražene i locirane su na nefunkcionalnim površinama. Hlađenje obratka je dosta ravnomerno zbog čega je opasnost od krivljenja dela mala.

Izbor odgovarajuće mašine izvršen je na osnovu podatka o sili zatvaranja alata dobijenog putem numeričkih simulacija procesa u softverskom paketu Moldex3D

7. LITERATURA

- [1] Čatić I.: Proizvodnja polimernih tvorevina, BIBLIOTEKA POLIMERSTVO – SREIJA ZELENIA, Zagreb, 2006.
- [2] Lukić D.: Razvoj sistema za automatizovano projektovanje tehnoloških procesa izrade alata za brizganje plastike - magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [3] <http://www.industrialclutch.com/2029-bowex-junior-coupling.html>. Pristupljeno 20.09.2017
- [4] Čatić, I.: Izmjena topline u kalupima za injekcijsko prešanje plastomera, Zagreb, 1985.
- [5] Godec, D.: Magistarski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2000.
- [6] Perošević B.: Kalupi za injekciono presovanje plastomera (termoplasta), Naučna knjiga, Beograd, 1995
- [7] Vučić, S.: Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2011.
- [8] Godec, D.: Računalna simulacija procesa injekcijskoga prešanja, Polimeri, Vol.27, No.1, 2006. pp 13-19
- [9] Vilotić, D.: Mašine za injekciono presovanje, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [10] <http://hisson.en.made-in-china.com> Pristupljeno 19.09.2017.

Kratka biografija:



Ljiljana Stefanović rođena je u Sremskoj Mitrovici. Diplomirala 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka, smer mašinstvo, na kojem iste godine upisuje master studije na usmerenju za tehnologije oblikovanja plastike. Zaposlena kao saradnik u nastavi.

UTICAJ GEOMETRIJE RAMENA ALATA NA OSOBINE ZAVARENIH SPOJEVA DOBIJENIH ZAVARIVANJEM TRENJEM SA MEŠANJEM

INFLUENCE OF TOOL SHOULDER GEOMETRY ON WELD PROPERTIES OBTAINED WITH FRICTION STIR WELDING

Milan Pećanac, Sebastian Baloš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan postupak zavarivanja trenjem sa mešanjem (ZTM) sa teoretskim osnovama procesa, kao i primena prednosti i nedostaci ovog postupka. Identifikovani su relevantni parametri, a posebna pažnja je posvećena alatu. Analizirana je geometrija alata, a naročito ramena alata, kao i brzina zavarivanja. U radu je korišćena legura AA5052 H32, koja je zavarivana sa alatima različite geometrije, pri različitim brzinama zavarivanja. Ispitivane su zatezne karakteristike, savijanje, tvrdoća, a izvršeno je i metalografsko ispitivanje. Pokazalo se da najpogodnije karakteristike obezbeđuje alat sa koncentričnim rezervoarima, pri najmanjoj brzini zavarivanja.

Abstract – This paper describes the method of friction stir welding (FSW) with the theoretical basis of the process, as well as the its application, the advantages and disadvantages. Relevant parameters were identified, and special attention was paid to the tool. The geometry of the tools, and in particular their; shoulders, as well as the welding speed. In this paper, AA5052 H32 alloy was used, which was welded with tools with different geometries and welding speeds. Tensile and bending tests were performed, hardness was measured and metallographic properties were found. It was shown that the most convenient properties were obtained with the tool having concentric reservoirs at the lowest welding speed.

Ključne reči: Zavarivanje trenjem sa mešanjem (ZTM), parametri procesa, rame alata

1. UVOD

Zavarivanje je tehnološki proces dobijanja nerazdvoivih spojeva topljenjem ili pritiskom.

Zavarivanje spada uz savremene postupke spajanja materijala jer se danas gorivo sve konstrukcije izrađuju nekim od postupaka zavarivanja. Odatle i tvrdnja da je zavarivanje jedan od najvaznijih tehnoloških procesa u savremenoj industriji. [1]

Zavarivanje trenjem sa mešanjem (eng. *Friction Stir Welding*) je patentirano na Britanskom institutu za zavarivanje (eng. *The Welding institute*) decembra 1991. godine. Zavarivanje se vrši na sledeći način: limovi (1) i (2) su sučeono pritisnuti i čvrsto pričvršćeni za pribor (3), slika 1.

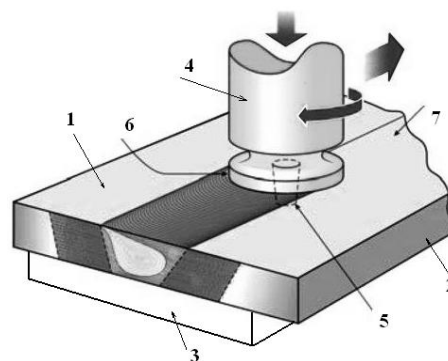
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Sebastian Baloš.

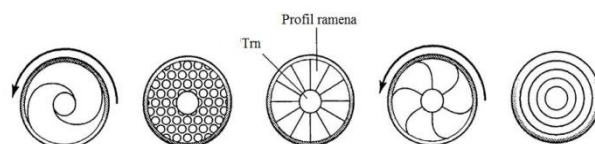
1.1. Zavarivanje trenjem sa mešanjem „ZTM“

Za generisanje toplote služi specijalni alat cilindričnog oblika, koji se sastoji od tela (4) većeg prečnika i trna (5) manjeg prečnika. Prelaz između tela (4) i trna alata (5) se rame alata (6). Alat je pozicioniran iznad postolja tako da je njegova osa normalna na liniju dodira limova (7). U tom položaju alat dobija rotaciono i translatorno kretanje naniže, kada trn (5) prodire istovremeno kroz oba lima pri čemu se usled trenja generiše toplota. Materijal limova se zagreva na približno 80 % tačke topljenja i postaje plastičan. U momentu kada rame alata (6) dodirne gornje površine limova, trn alata se nalazi u blizini pribora, kretanje alata naniže se prekida i počinje horizontalno translatorno kretanje [2].

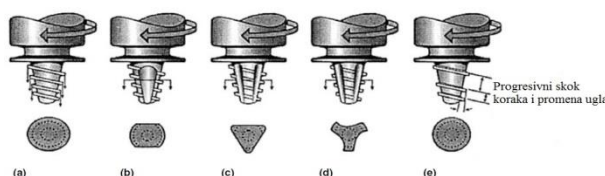
Najvažniju ulogu u celokupnom procesu ima alat. Od geometrije trna i ramena alata zavisi kvalitet zavarenog spoja. Rame i trn mogu imati različite geometrije i na različite načine utiču na obrazovanje šava. Različite geometrije ramena alata su prikazane na slici 2. Profili trnova su prikazani na slici 3.



Slika 1. Princip rada zavarivanja trenjem sa mešanjem [2].



Slika 2. Profili ramena koji se upotrebljavaju za poboljšanje toka materijala i kvaliteta zavarenog spoja [3]



Slika 3. Prikaz različitih geometrija trnova alata [3].

Postupak zavarivanja odvija se na specijalnim uređajima namenjenim za ZTM, ili na adaptiranim mašinama (vertikalne glodalice).

Parametri kod ZTM postupka su: aksijalna sila (pritisna sila alata), broj obrtaja alata, brzina zavarivanja (pomak). Kao prednosti postupka mogu se navesti: automatizacija procesa, mogućnost zavarivanja raznorodnih materijala, dobijanje slojeva otpornih na pojavu krtog loma, i dr.

U ekonomskom pogledu ZTM je najefikasniji, a sa gledišta utroška energije je apsolutno čist postupak zavarivanja bez prisustva troske, dodatnog materijala, zaštitnih gasova i karakterističnog bljeska.

Zavarivanje trenjem sa mešanjem je postupak koji se sve više primenjuje u inženjerskoj praksi. Automobilska industrija, brodogradnja, izrada putničkih i teretnih vagona, nautika i kosmonautika, sve su to grane industrije u kojima je ZTM našao svoju primenu.

2. EKSPERIMENTALNI RAD

Za eksperimentalna ispitivanja korišćene su ploče od legure AA 5052 H32, debljine 5 mm, čiji je hemijski sastav prikazan u tabeli 1, a mehaničke osobine u tabeli 2.

Tabela 1. Hemijski sastav legure Al 5052 H32 (maseni %)

Cu	Mn	Mg	Si	Fe	Zn	Ti
0,09	0,09	2,78	0,24	0,38	0,046	0,015

Tabela 2. Mehaničke osobine legure Al5052 H32.

Rp _{0,2} [MPa]	Rm [MPa]	A [%]	Tvrdoća HV10
123,8	193,4	21,7	60

Za zavarivanje korišćena je univerzalna glodalica Prvomajska "UHG 200". Izvođenje ZTM je izvršeno sa dva alata, sa jednim rezervoarom i alat sa trostrukim koncentričnim rezervoarima na ramenu, slika 4. Alat za zavarivanje izrađen je od čelika X38CrMoV5-1 (Č 4751, UTOP MO1), hemijskog sastava prikazanog u tabeli 3.

U toku izvođenja procesa zavarivanja, pribor se koristi za pozicioniranje i stezanje ploča koje se zavaruju.

Dimenzije pribora su bile 400x370x35 mm, a na gornjoj strani je izrađen žleb širine 130 mm i dubine 5 mm po celoj dužini, radi boljeg stezanja ploča. Za stezanje ploča korišćene se šape za stezanje.



Slika 4. Alati

Tabela 3. Hemijski sastav čelika za alat.

C	Si	P	S	Cr	Mo	V
0,37	1,01	0,017	0,0005	4,85	1,23	0,32

Tabela 4. Prikaz parametara variranih pri zavarivanju.

Alat	Parametri zavarivanja		
	Redni broj uzorka	n [min ⁻¹]	s [mm/min]
Alat sa rezervoarom	1	925	17
	2	925	46
	3	925	91
Alat sa geometrijom ramena	4	925	17
	5	925	46
	6	925	91

Vizuelna kontrola materijala je vršena u toku procesa zavarivanja, a potom i po završetku ZTM postupka, radi kontrole lica i korena šava, kao i deformacija. Ispitivanje zatezanjem radeno je na mehaničkoj kladalici WPM, ZDM 5/91.

Savijanje je vršeno do pojave prve prsline, a zatim i do ugla od 180°, pri čemu se utvrđuje da li je došlo do pojave prsline, odnosno do loma. Ispitivanje tvrdoće po Vikersu vršeno je na aparatu VEB HPO 250 sa opterećenjem od 5 kg. Rastojanje između otisaka je 1,5 mm, a merenje je vršeno od strane napredovanja ka povratnoj strani, na poprečnom preseku uzorka.

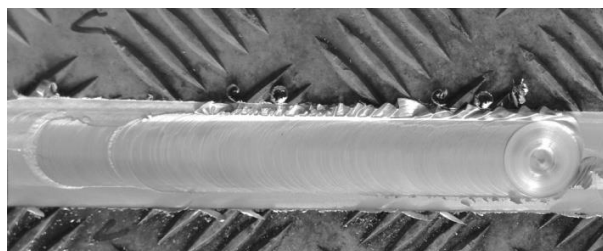
Makroskopska i mikroskopska ispitivanja vršena su na svetlosnom mikroskopu Leitz Orthoplan, nakon standardne pripreme uzoraka (isekanje, montiranje, brušenje, poliranje) i nagrivanjem 10 % fluorovodoničnom kiselinom.

3. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja prikazani su kroz sledeće celine:

- Vizuelna kontrola
- Rezultati ispitivanja zatezanjem
- Rezultati ispitivanja savijanjem
- Rezultati ispitivanja tvrdoće
- Rezultati metalografskih ispitivanja

Vizuelna kontrola pokazala je odsustvo spoljašnjih grešaka tipa, prsline ili neprovara, slika 5 i 6.



Slika 5. Izgled lica šava uzorka 1.



Slika 6. Izgled korena šava uzorka 1.

U tabeli 5. prikazane su srednje vrednosti zateznih karakteristika zavarenih spojeva, najmanje vrednosti zateznih karakteristika imaju uzorci 3 i 6, a najveće vrednosti zateznih karakteristika imaju uzorci 4 i 5.

Tabela 5. Rezultati zateznih karakteristika.

Alat	Redni br. uzorka	$R_{p0.2\%}$ [MPa]	R_m [MPa]
Alat sa rezervoarom	1	147±8	191±3
	2	138±15	160±14
	3	120±24	146±23
Alat sa geometrijom ramena	4	160±2	198±5
	5	155±5	196±7
	6	125±3	153±7

U tabeli 6. prikazani su rezultati ispitivanja savijanja uzoraka preko korena šava.

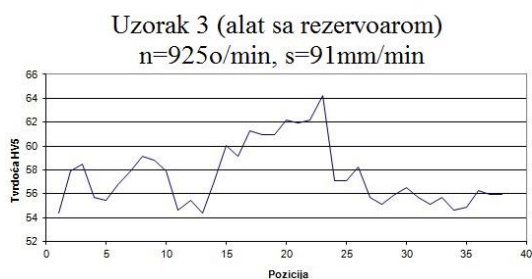
Tabela 6. Rezultati ispitivanja na savijanje.

Alat	Redni br. uzorka	Ugao pri nastanku prve prsline [°]	Ugao preloma (180°)
Alat sa rezervoarom	1	26	Bez preloma
	2	16	Bez preloma
	3	12	Bez preloma
Alat sa geometrijom ramena	4	180	Bez preloma
	5	55	Bez preloma
	6	18	Bez preloma

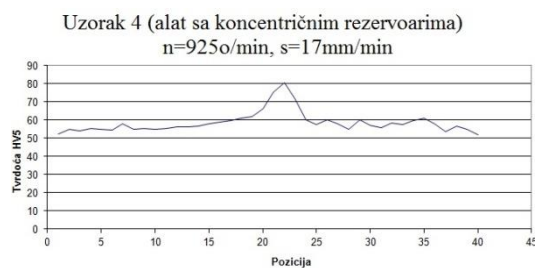
Iz tabele 6. se vidi da je došlo do pojave prsline u materijalu kod svih uzoraka, osim kod uzorka 4. koji je savijen do ugla 180°, bez pojave prsline.

Takođe, iz tabele 6. se vidi da su svi uzorci savijeni do ugla 180°, a da pri tome nije došlo do preloma.

Rezultati ispitivanja tvrdoće prikazani su na slici 7 i 8. Na slici 7 prikazan je dijagram tvrdoće za uzorak 4 koji ima najniže vrednosti tvrdoće-u zoni šava, a uzorak 4 ima najviše vrednosti tvrdoće u zoni šava. Slika 8.

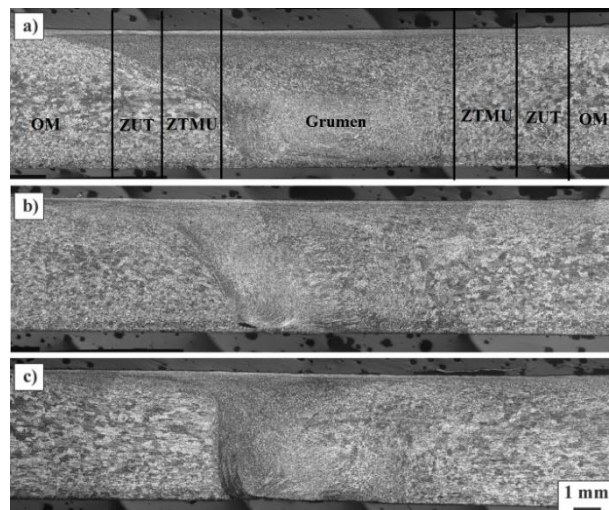


Slika 7. Vrednosti tvrdoće za uzorak 3.



Slika 8. Vrednosti tvrdoće za uzorak 4.

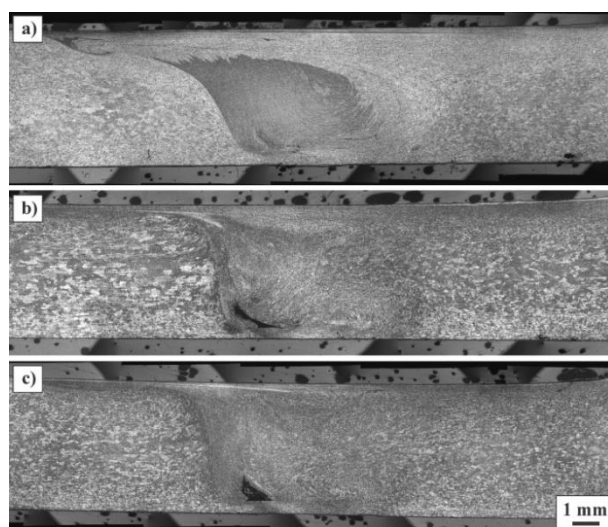
Na slici 9 dati su makro prikazi zavarenih spojeva izrađenih alatom sa koncentričnim rezervoarima, sa različitim brzinama pomaka.



Slika 9. Makro prikaz zavarenih spojeva izrađenih alatom sa koncentričnim rezervoarima, brzine: a) 17mm/min, uzorak b) 46 mm/min, uzorak c) 91 mm/min.

Na slici 10. su dati makro prikazi zavarenih spojeva izrađenih alatom sa rezervoarom. Na slici 10b i 10c se može videti tunel (šupljina) u zavarenom spoju.

Na slikama 9 i 10, jasno su izdiferencirane sledeće zone: grumen, zona u kojoj je došlo do prolaska alata i direktnog mešanja materijala, zona termomehaničkog uticaja (ZTMU), sa dejstvom povišene temperature i plastične deformacije i zona uticaja toplote (ZUT).



Slika 10. Makro prikaz zavarenih spojeva izrađenih alatom sa rezervoarom, brzine: a) 17mm/min, uzorak b) 46 mm/min, uzorak c) 91 mm/min.

4. DISKUSIJA

U tabeli 7 su dati podaci o efikasnosti zavarenog spoja u odnosu na napon tečenja i zateznu čvrstoću.

Tabela 7. Efikasnost zavarenog spoja

Alat	Redni br. uzoraka	Po naponu tečenja [%]	Po zateznoj čvrstoći [%]
Alat sa rezervoarom	1	125	103
	2	111	83
	3	97	76
Alat sa geometrijom ramena	4	129	103
	5	125	102
	6	101	80

Iz tabele se vidi da najveću efikasnost spoja po naponu tečenja i zateznoj čvrstoći ima uzorak 4, dok najniže vrednosti efikasnosti spoja ima uzorak 3, što je u skladu sa rezultatima zateznog ispitivanja. Na osnovu dijagrama na kom su prikazane vrednosti tvrdoće se može videti da su najveće vrednosti upravo u oblasti šava. Razlog tome je termomehantički uticaj alata koji umešava osnovni materijal jedan u drugi i na taj način vrši proces spajanja. Najveće zatezne karakteristike se upravo dobijaju na uzorku kod kojeg je tvrdoća grumena najveća i obrnuto. To znači da je na uzorku 4 najintenzivnije mešanje, zahvaljujući geometriji alata i parametrima zavarivanja. Značajan pad mehaničkih osobina kod uzoraka 2 i 3 je prouzrokovao tunelom, čiji krajevi deluju kao koncentratori napona.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata prikazanih u ovom radu, mogu se izvući sledeći zaključci:

- Najveće zatezne karakteristike dobijaju se na uzorku dobijenom alatom sa koncentričnim rezervoarima i najmanjom brzinom zavarivanja.
- Osnovni razlog postizanja najviših mehaničkih osobina kod datog zavarenog spoja jeste usklađenost parametara sa geometrijom alata. To obezbeđuje optimalan tok materijala tokom mešanja, što se vidi i dobijanjem najveće tvrdoće.
- Vrlo važan parametar jeste dobijanje zavarenog spoja bez greške tipa tunela i drugih defekata.

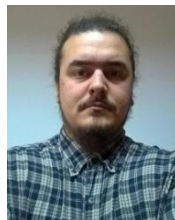
6. ZAHVALNOST

Rezultati prezentovani u ovom radu realizovani su u okviru projekta „Istraživanje i primena savremenih metoda karakterizacije materijala i zavarenih spojeva u proizvodnom mašinstvu“, Departmana za proizvodno mašinstvo, FTN Novi Sad.

7. LITERATURA:

- [1.] V. Palić, Zavarivanje, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1987.
- [2.] M. Mijajlović, D. Miličić, M. Đurđanović, V. Grabulov, A. Živković, M. Popović, Osnovni pojmovi kod postupka zavarivanja trenjem sa mešanjem prema ASW, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, 2/2012
- [3.] Rajiv S. Mishra, M. W. Mahoney – Friction stir welding and processing – University of Missouri, Rolla, 2007

Kratka biografija:



Milan Pećanac rođen je u Somboru 1990. god. Diplomirao je 2015. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu i stekao zvanje dipl. mašinskog inženjera. Master rad je odbranio 2017. godine iz oblasti Zavarivanje trenjem sa mešanjem.



Prof. dr Sebastian Baloš rođen je u Somboru 1974. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a 2016. god. je biran u zvanje vanrednog profesora iz uže oblasti Materijali i tehnologija spajanja.

PROCENA STANJA I DOGRADNJA ARMIRANO BETONSKE GARAŽE U NOVOM SADU**ASSESSMENT AND FLOOR ADDITION OF REINFORCED CONCRETE GARAGE IN NOVI SAD**

Srbislav Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana procena stanja armirano betonske konstrukcije garaže u Novom Sadu, projekat nadogradnje i ojačanja konstrukcije. U proteklom eksploatacionom periodu pojavila su se brojna oštećenja. Radi utvrđivanja stepena oštećenja kao i vrste sanacionih radova sproveden je makroskopski pregled dostupnih elemenata. Na osnovu analize registrovanih oštećenja dat je predlog sanacionih mera u cilju produženja trajnosti objekta.

Abstract – In this paper the assessment, floor addition and strengthening of reinforce concrete garage in Novi Sad is shown. In previous exploitation period multiple damages on this structure have appeared. 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 detailed description of repairing measures is given with the main goal of improving structural durability.

Ključne reči: procena stanja, oštećenja, sanacija, nadogradnja

1. UVOD

Rad se sastoji iz dva dela, teorijsko-istraživačkog i stručnog dela. U prvom delu rada koji je teorijsko-istraživačkog karaktera analizirani su karakteristični defekti i oštećenja armirano betonskih konstrukcija garaža. Stručni deo rada obuhvata procenu stanja i predlog sanacionih mera armirano betonske garaže koja se nalazi u Novom Sadu. Stručnim delom rada prikazan je detaljan proračun nadogradnje i ojačanja armirano betonske konstrukcije.

2. DEFEKTI, OŠTEĆENJA I NAČIN ODRŽAVANJA KONSTRUKCIJA GARAŽA

Defekti su posledica grešaka u fazi izvođenja i projektovanja konstrukcije. Manifestuju se kao geometrijske imperfekcije, nedovoljna debljina zaštitnog sloja, betonska gnezda, itd.

Većina defekata u ranom eksploatacionom periodu ne ugrožavaju nosivost i stabilnost konstrukcije ali značajno mogu da redukuju trajnost konstrukcije. Ova mesta predstavljaju slaba mesta na konstrukciji podložna pojavi oštećenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlastimir Radonjanin, red.prof.

Oštećenja predstavljaju mehaničke, fizičke ili hemijske promene na konstrukciji koje ugrožavaju nosivost, stabilnost, upotrebljivost ili trajnost elementa konstrukcije ili konstrukcije u celini. Oštećenja nastaju kao posledica eksploatacije konstrukcije ili incidentnog dejstva, a do njihove progresije dolazi usled neodržavanja.

Pojavu pojedinih oštećenja gotovo je nemoguće trajno sprečiti, ali redovnim održavanjem konstrukcije i pravovremenim uklanjanjem nastalih oštećenja moguće je sprečiti njihov negativan uticaj na nosivost, trajnost, upotrebljivost i stabilnost konstrukcije. Postoje dva osnovna načina održavanja konstrukcije:

- Redovni pregledi
- Vanredni pregledi

Redovne preglede treba sprovoditi često da bi se očuvao kvalitet i sigurnost saobraćaja i konstrukcije garaže. Poželjno je ove preglede obavljati tokom redovnog čišćenja garaže i oni treba da obuhvata pregled svih elemenata konstrukcije koji osiguravaju udobnost i sigurnost u eksploataciji objekta (zaštitne ograde, prilazne rampe, signalizacija unutar objekta itd.). Redovne preglede ne mora da sprovodi stručno lice.

Vanredni pregledi se sprovode periodično, u propisanim vremenskim periodima, ili u slučaju nastanka nekog oštećenja. Ovom prilikom potrebno je sprovesti detaljan pregled konstrukcije i preduzeti potrebne mere za otklanjanje nastalih oštećenja.

2.1. Karakteristični defekti na konstrukcijama garaža

Razlikuju se dva tipa defekata, defekti nastali prilikom izvođenja betonskih radova i defekti koji nastaju kao posledica neadekvatno izvedenih i projektovanih detalja.

Prilikom izvođenja radova mogu nastati defekti koji se manifestuju kao :

- Mala debljina zaštitnog sloja;
- Promena boje na površini betona u pravcu pružanja armature;
- Zone segregacije i
- Rupičaste ili šupljikave površine.

Neadekvatno projektovani ili izvedeni detalji za posledicu mogu da imaju pojavu prslina koje su veće od dozvoljnih. Problemi mogu da nastanu u sledećim situacijama:

- Nepravilno izvedeni detalji armature
- Nepravilan izbor prečnika i rasporeda armature
- Sprečene termičke kontrakcije svežeg betona
- Neadekvatno projektovana temeljna konstrukcija

2.2. Karakteristična oštećenja konstrukcija garaža

U toku eksploatacije konstrukcije usled agresivnih uticaja spoljašnje sredine i neadekvatnog održavanja konstrukcije mogu se pojaviti brojna oštećenja koja se manifestuju kao:

- Prsline i pukotine koje nastaju u toku građenja objekta;
- Prsline koje nastaju u toku eksploatacije konstrukcije;
- Mehanička oštećenja izazvana udarima vozila;
- Fizička korozija betona – erozija betona;
- Fizička korozija betona – oštećenja usled zamrzavanja i odmrzavanja betona;
- Hemijska korozija – kalcifikacija betona;
- Hemijska korozija – kristalizacija natrijum hlorida;
- Korozija armature i
- Pucanje kablova za prednaprezanje.

2.3. Zaključak

Najčešći uzrok nastajanja defekata na betonskim konstrukcijama su greške prilikom izvođenja ili projektovanja objekta. Pojedini defekti mogu dovesti do brže degradacije betona i pojave ozbiljnih oštećenja.

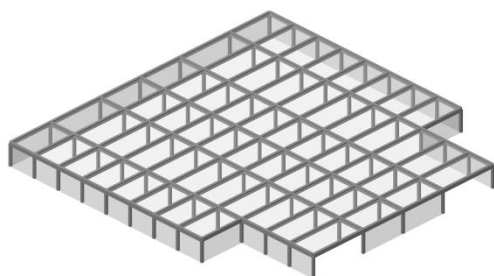
Najčešći uzrok pojave i napredovanja oštećenja na konstrukcijama garaža je procurivanje vode ili nedovoljna otpornost betona na naizmjenične cikluse zamrzavanja i odmrzavanja uz agresivno dejstvo agenasa za odmrzavanje.

Adekvatnom hidroizolacijom objekta i adekvatnim odvođenjem vode sa betonskih površina moguće je produžiti trajnost konstrukcije. Međutim, sprovođenje zaštitnih mera samo prolongira pojavu oštećenja i usporava degradaciju betona. Ovaj način zaštite predstavlja pasivnu zaštitu konstrukcije.

Redovnim pregledima moguće je konstantno praćenje stanja konstrukcije, registrovanje oštećenja i njihovo pravovremeno otklanjanje. Ovaj način održavanje konstrukcije predstavlja aktivnu zaštitu konstrukcije. Ovakav način održavanja znatno produžava trajnost konstrukcije jer omogućava registrovanje i uklanjanje ne samo konstrukcijskih oštećenja, već i oštećenja pomoćnih sistema unutar garaže (sistem za odvodnjavanje, signalizacija i td.).

3. ELABORAT O PROCENI STANJA BETONSKE KONSTRUKCIJE GARAŽE

Predmet ovog elaborata je procena stanja AB garaže. Garaža se nalazi u bloku "BULEVAR IV" uz Bulevar Oslobođenja u Novom Sadu. Garaža je sagrađena 1988. godine. Dimenzije u osnovi su 33x32,5 m. Projektom je predviđeno 40 garažni mesta, dok je na krovu garaže predviđen parking.



Slika 1. Izometrija garaže

U proteklom eksploatacionom periodu na AB konstrukciji pojavila su se brojna oštećenja, prvenstveno usled neodržavanja, neadekvatnog odvođenja vode sa prilazne konstrukcije i konstrukcije gornjeg platoa.

Prilikom pregleda konstrukcije nije pronađena kompletna tehnička dokumentacija, odnosno nisu pronađeni planovi armature.

Radi utvrđivanja stepena oštećenja, kao i vrste i obima potrebnih sanacionih radova, obavljene su sledeće aktivnosti:

- Snimanje dimenzija (tehničko snimanje) osnovnih elemenata konstrukcije;
- Crtanje karakterističnih osnova i preseka konstrukcije (formiranje trajne dokumentacije u digitalnom zapisu – AutoCAD);
- Detaljan vizuelni pregled sa registrovanjem karakterističnih defekata i oštećenja noseće konstrukcije, uključujući i tehnički opis sa klasifikacijom uočenih defekata i oštećenja, grafički prikaz i foto-dokumentaciju snimljenih defekata i oštećenja;
- Proračun AB konstrukcije garaže;
- Analiza svih prikupljenih podataka i izrada Elaborata o oceni stanja noseće konstrukcije i
- Predlog globalnih mera sanacije.

Pregled AB konstrukcije je obavljen 2015. godine.

Na narednim slikama biće prikazana neka karakteristična oštećenja konstrukcije garaže.



Slika 2. Otpadanje zaštitnog sloja betna



Slika 3. Procurivanje vode kroz ploču



Slika 4. Otpadanje zaštitnog sloja betona



Slika 5. Pukotina na potpornom zidu

3.1. Zaključak o stanju konstrukcije

Na osnovu analize podataka dobijenih vizuelnim pregledom i statičkim proračunom konstrukcije zaključeno je:

- Trajnost konstrukcije je značajno smanjena zbog prisustva prslina, pukotina, tragova procurivanja vode i mehaničke degradacije poprečnog preseka na većini elemenata konstrukcije;
- Nosivost i stabilnost konstrukcije nisu ugroženi;
- Ovakvo generalno stanje konstrukcije je posledica dugogodišnje eksploatacije bez odgovarajućeg održavanja, kao i neadekvatnog odvođenja vode sa platoa i prilazne konstrukcije.

3.2. Predlog sanacionih mera

U cilju produženja trajnosti i funkcionalnosti kao i očuvanja nosivosti predložene su sledeće sanacione mere:

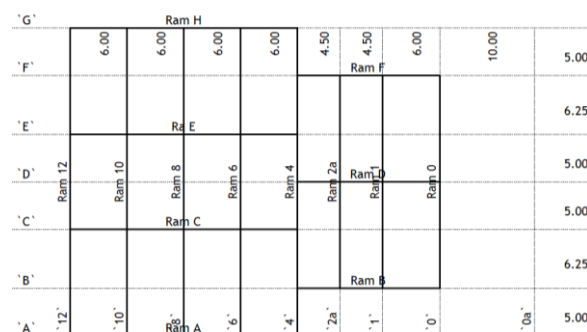
- Adekvatno rešenje odvođenja vode sa gornje ploče i prilaznog platoa sanacijom postojećeg prohodnog krova, izvođenjem novog kosog krova ili nadogradnjom konstrukcije;
- Čišćenje armature i zamena zaštitnog sloja betona reparaturnim malterom;
- Injektiranje prslina i pukotina i
- Izrada dilatacione razdelnice na mestu prelaza rampe na prilazni plato.

4. PROJEKAT NADOGRADNJE ARMIRANO BETONSKE KONSTRUKCIJE GARAZE

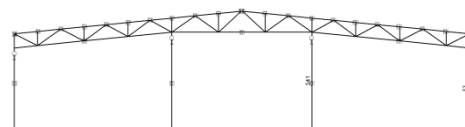
Konstrukcija je monolitno - montažna skeletna konstrukcija bez zidova za ukrućenje spratnosti prizemlje + 1 sprat. Visina prizemlja je 3,5 m dok je visina sprata promenljiva i svetla visina iznosi 2,1 m do 3,15 m. Raster stubova u podužnom pravcu je 6 m + 2x4,5 m + 4x6 m. Raster stubova u poprečnom pravcu iznosi 10 m i 11,25 m. Svi stubovi se oslanjaju na stubove postojeće garaže izuzev stubova osi 2a. Krovna konstrukcija je projektovana kao dvovodni krov sa odvodnjavanjem pomoću oluka na spolja.

Stubovi su projektovani kao monolitni AB elementi. Međuspratna ploča i međuspratne grede su projektovane kao prednapregnute montažni elementi. Krovna konstrukcija je projektovana kao montažna čelična konstrukcija.

Dispozicija objekta je prikazana na sledećoj slici.



Slika 6. Osnova objekta sa karakterističnim osama



Slika 7. Ram u osma 6, 8, 10 i 12



Slika 8. Ram u osama 1 i 2a

Međuspratna konstrukcija POS P1 i POS P2, prilazna rampa POS PR i međuspratna rampa POS R1 projektovane su kao prethodno napregnute TT ploče slobodno oslonjene na svojim krajevima. Prilazna rampa POS PR se oslanja na trakasti temelj sa jedne starane i prednapregnute gredu POS G1 sa druge strane. Međuspratna rampa se oslanja na ojačanu gredu POS GO1 i međuspratnu gredu POS G2. Ploče su prednapregnute prethodnim zatezanjem kablova na stazi. Kontinuitet ploče kao i kontrola prslina nad osloncima sprovedena je armaturnom mrežom Q535. Prema preporukama proizvođača armaturnu mrežu je neophodno postaviti na već ohrapavljenu površinu i prekriti je betonom kvaliteta MB55 u debljini min. 5cm. Ovaj sloj betona je neophodno poravnati jer se preko njega postavlja hidroizolacija. Prilikom izrade statičkog modela i dimenzionisanja konstrukcije kontinuitet ploče nije uzet u obzir. Dimenzije prethodno napregnutih ploča usvojene su prema preporukama proizvođača.

Grede međuspratne konstrukcije projektovane su kao prethodno napregnute proste grede raspona jednakim odgovarajućem rasteru stubova. Grede međuspratne konstrukcije se oslanjaju na kratke elemente stubova. Dimenzije greda i oblik poprečnog preseka usvojene su prema preporukama proizvođača.

AB stubovi su projektovani kao linijski elemetni visine jednake ukupnoj visini objekta. U poprečnom preseku stubovi su kvadratnog oblika dimenzija od 45/45 cm do max. 65/65 cm. Statički proračun stubova sproveden je na trodimenzionalnom modelu konstrukcije. Za potrebe izrade trodimenzionalnog modela konstrukcije međuspratna konstrukcija i rampe modelirane su kao pune betonske ploče debljine 16 cm (prednapregnuta ploča 5cm, sloj za monolitizaciju 5 cm, sloj mikroarmiranog

betona 6 cm). Doprinos rebra ukupnoj krutosti ploče je zanemaren, dok su rebra analizirana samo kao dodatno stalno opterećenje. Za koeficijent dužine izvijanja stubova usvojeno je 2. Konstrukcija je analizirana kao pomerljiva konstrukcija. Svi stubovi, izuzev stubova u osi 0, tačkasto se oslanjaju na postojeću konstrukciju AB garaže. Stubovi u osi 0 su fundirani na temeljima samcima. Proračun ovih stubova sproveden je pod pretpostavkom da su stubovi pridržani u visini tavanice postojeće konstrukcije garaže. Opravdanost ove pretpostavke se nalazi u tome što je pomeranje stubova na ovoj visini približno jednako nuli.

AB temelji samci su kvadratnog poprečnog preseka, projektovani su kao ploča koja opterećenje prenosi u dva pravca, tačkasto oslonjena na stub, opterećena reaktivnim opterećenjem tla. Za potrebe proračuna temelja usvojena je linearna raspodela napona u tlu.

Trakasti temelj prilazne rampe je projektovan da prihvati reakcije prilazne rampe POS PR.

Rešetkasti krovni vezač projektovan je kao niz prostih greda raspona jednakog odgovarajućem rasteru stubova. Za pojasne štapove i štapove isune usvojeni su hladno oblikovani profili.

Rožnjače su projektovane kao kontinualne grede. Za međurožnjaču je usvojen vruće valjani profil I120, za slemenjaču [120 i 2[120 za venčanicu. Međurožnjače i slemenjača su proračunate na savijanje u jednoj ravni, dok je venčanica projektovana da prihvati ukupne sile u ravni krova. Ova proračunska pretpostavka je opravdana dovoljno velikom krutošću krovne obloge u ravni krova.

Fasadna greda je projektovana kao dvoosno savijana kontinualna greda na dva polja. Za fasadnu gredu je usvojen HOP [160x100x4.

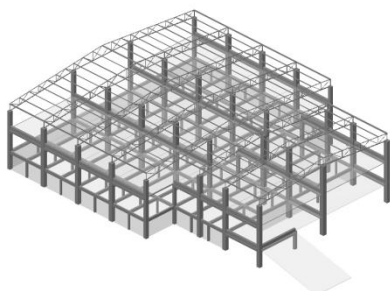
5. PROJEKAT OJAČANJA ARMIRANO BETONSKE KONSTRUKCIJ GARAŽE

Projektom ojačanja je predviđeno ojačanje stubova, grede u osi C/10-12 i AB temelja. Na stubu C1 predviđa se čelično ojačanje u vidu kratkog elementa.

AB stubovi su modelirani kao linijski elementi visine jednake visini postojeće garaže.

Ojačana AB greda je projektovana kao kontinualna greda na 2 polja.

Ojačanja AB temelja su predviđena kao temelji samci ispod ojačanih stubova.



Slika 9. Izometrija nadograđenog i ojačanog objekta

Svi ojačani stubovi su armirani minimalnom količinom armature. Armatura stubova je vođena celom visinom stuba. Armatura ojačanih stubova je u petinama raspona povezana sa postojećom armaturom. Pre betoniranja neophodno je ukloniti oštećeni površinski sloj betona i pripremiti površinu betona za povezivanje sa novim slojem betona.

Armatura ojačane armirane betonske grede u osi D između osa 10 i 12 vođena je prema pomevanoj liniji zatežućih sila. Linija zatežućih sila je pomevana za vrednost 0,75d. Ojačanje grede je predviđeno dodavanjem proračunate količine armature iznad oslonca i u polju.

Ispod ojačanih stubova su projektovana ojačanja temelja. Usvojena armatura prilikom montaže mora biti ubušena u postojeći temelj. Predviđeno je da se izbušeni otvori prvo napune reparaturnim malterom i da se zatim armaturne šipke postave u otvore. Dimenzije temelja u osnovi su određene prema dopuštenom naponu u tlu.

7. LITERATURA

- [1] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Radonjanin V., Malešev M.: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB87, tom 1 - Priručnik, tom 2 - Prilozi, Univerzitetska štampa, Beograd, 1995.
- [4] Buđevac D.: Metalne konstrukcije u zgradarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 2000.
- [5] KLINE ENGINEERING AND CONSULTING: <http://www.klineengineered.com/blog/2016/1/20/eight-signs-that-your-garage-is-in-need-of-repair>
- [6] WESTERN SPECIALTY CONTRACTORS <http://www.westernspecialtycontractors.com/parking-structure-maintenance/>

Kratka biografija:



Srbišlav Babić rođen je u Rumi 1988. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije odbranio je 2017.god.

UTICAJI OD VERTIKALNOG SAOBRAĆAJNOG OPTEREĆENJA NA BETONSKOM GREDNOM MOSTU NA DVA POLJA**IMPACTS FROM VERTICAL TRAFFIC LOADS ON THE CONCRETE BRIDGE ON TWO SPANS**Marko Ivić, Andrija Rašeta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazano upoređivanje uticaja na grednom betonskom mostu na 2 polja od vertikalnog saobraćajnog opterećenja dobijenog korišćenjem evropskih normi EN 1991-2 i srpskog Pravilnika o tehničkim normativima za određivanje veličine opterećenja drumskih mostova iz 1991 godine.

Ključne reči: betonski most, saobraćajno opterećenje

Abstract – The work presents the research of the analysis of the influence on the concrete bridge on two spans from vertical traffic load, obtained using european standard EN 1991-2 and serbian standards for traffic loads.

Key words: concrete bridge, traffic load

1. UVOD

Mostovi su posebna i specifična oblast tehnike i građevinarstva [1]. Njihova svrha je da spajaju ljude i oblasti razdvojene nekom preprekom, i kao takvi izloženi su različitim opterećenjima. Pored opterećenja od sopstvene težine, najdominantnije opterećenje je saobraćajno, odnosno opterećenje od vozila koja prolaze mostom sa njihovim dinamičkim uticajem. Opterećenje od saobraćaja je promenljivo tokom vremena, sa različitim dinamičkim efektima i različitim mogućim kombinacijama dejstava. Koristeći iskustvo i procene razvoja saobraćajnih vozila i njihovih dejstava, napravljena su proračunska ili tipska opterećenja na koja se proračunavaju i dimenzionišu noseće konstrukcije mostova. Promena tipskih vozila, kontinualnog saobraćajnog opterećenja i njihove raspodele na mostu se događa kao posledica razvoja vozila, saobraćajnica i saobraćajnih uslova uopšte [2].

Predmet ovog rada je statička analiza betonskog sandučastog mosta na 2 polja usled dejstva vertikalnih opterećenja od saobraćaja razmatrajući domaće propise i evropske norme.

Za vertikalna opterećenja se uzimaju Model opterećenja 1 (LM1) kao osnovni model vertikalnog opterećenja prema Eurokodu, odnosno šema opterećenja 600 i šema 600+300 prema domaćem Pravilniku.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Andrija Rašeta.

2. TEHNIČKI OPIS MOSTA

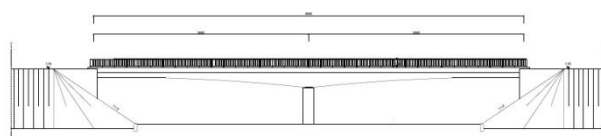
Dispozicionim rešenjem projektovan je most na 2 polja raspona 30+30m, ukupne dužine 63 m, odnosno 71m sa krilnim zidovima. U oba polja je obezbeđen potreban gabarit za saobraćajnice autoputa.

Širina kolovoza na nadvožnjaku je $2 \times 3 + 2 \times 0,5 = 7$ m. Pešačke staze su po 1,5 m širine, što uz rastojanje od pešačke staze do kraja mosta od 0,25 m sa svake strane daje ukupnu širinu mosta od 10,5 m.

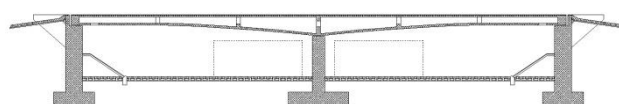
Statički sistem mosta je ramovska konstrukcija, armiranobetonska prethodno napregnuta kontinualna greda, oslonjena preko ležišta na stubove. Poprečni presek je sandučast, promenljive visine.

U prvoj trećini nosača visina je konstantna i iznosi 120 cm, a u preostalom delu se povećava pravilom kvadratne parabole uz najveću visinu od 250 cm u delu iznad stuba. Rebra su debljine 50 cm a ploče sanduka su konstantne visine od po 25 cm, uz vute na spojevima sa rebrom dimenzija 45x15 cm. Konzolni prepusti sanduka su dužine 230 cm uz promenljivu debljinu konzolne ploče od 25 cm na kraju do 40 cm na mestu sastavka sa rebrom.

Na svakih 10 m nalaze se poprečni nosači debljine 50 cm, sa otvorom $\varnothing 80$ cm. Na krajevima sandučastog nosača se nalaze poprečni nosači debljine 100 cm koji omogućavaju dobro sidrenje kablova za prethodno naprezanje.



Slika 1. Bočni izgled mosta

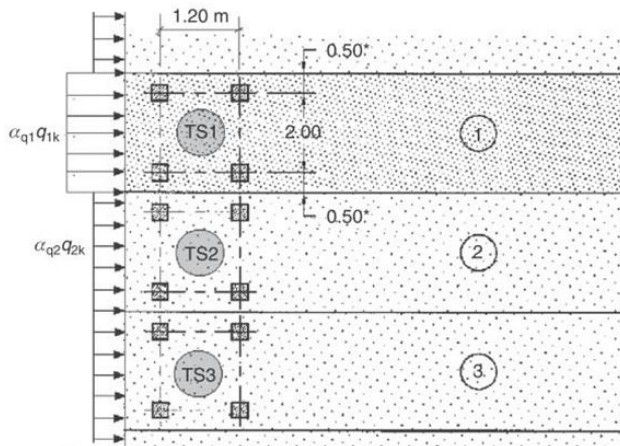


Slika 2. Presek kroz nosač

3. SAOBRAĆAJNO OPTEREĆENJE**3.1 Evropski propisi – en 1991-2 traffic loads on bridges**

Ove norme primenjuju se za proračun drumskih mostova sa rasponima manjim od 200m i širinom kolovoza manjom od 42m.

Širinom kolovoza se smatra unutrašnje rastojanje između ivičnjaka. Ona se deli na najveći ceo broj nominalnih traka. Na mostu se predviđaju maksimalno 3 trake širine od 2.7-3m opterećene specifičnim opterećenjem, i preostali deo do cele širine kolovoza. Traka koja odgovara najnepovoljnijem efektu se numeriče kao Traka 1, sledeća najnepovoljnija kao Traka 2, i tako redom.



Slika 3. Izgled Modela opterećenja 1

Model opterećenja 1 je glavni model vertikalnog opterećenja. Sastoji se od koncentrisanih sila i kontinualno raspodeljenog opterećenja, koji pokriva uticaje od uobičajenih i teških vozila.

Svaka traka se opterećuje sa po 2 osovinska tereta Q_{ik} na rastojanju od 1.2m, sa razmakom točkova od 2m i dimenzijama istih 40x40 cm. Dvoosovinsko opterećenje može biti samo jedno u traci i ne može biti aplicirano parcijalno. Intezitet ovog opterećenja se deli ravnomerno na 2 točka.

Površina koja zahvata trake i preostali deo se opterećuje kontinualno raspodeljenim opterećenjem koje se nanosi samo u nepovoljnim delovima, koji su kao takvi indetifikovani osovinskim opterećenjem, odnosno tzv tandem sistemima. Kao opterećenje jedne osovine se uzima intezitet od 300KN za Traku 1, 200KN za Traku 2, i 100KN za Traku 3. Kao raspodeljeno opterećenje se uzima vrednost 9KN/m^2 da deluje u Traci 1, i opterećenje inteziteta 2.5KN/m^2 da deluje u ostalim trakama i na preostaloj površini. Sva opterećenja su već pomnožena dinamičkim koeficijentom.

Sve sile se množe koeficijentima usklađivanja α_Q i α_q , koje može propisati država. Ovi faktori zavise od inteziteta saobraćaja (Klasa 1 - težak internacionalni saobraćaj, Klasa 2 - ostalo) i količine traka na mostu, i mogu se usvojiti u vrednostima od 1-0,8.

3.2 Domaći propisi – pravilnik o tehničkim normativima za određivanje veličina opterećenja mostova iz 1991. godine

Prema domaćem standardu drumski mostovi se prema značaju puta dele na 3 kategorije:

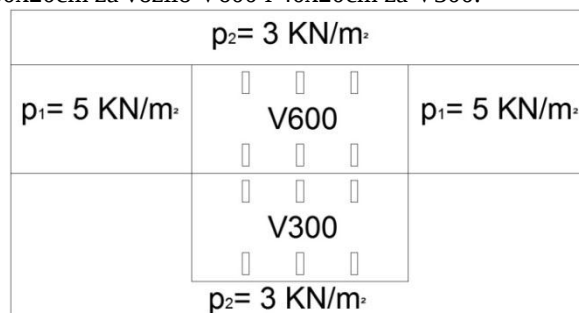
- I kategorija – mostovi na auto putevima (za njihov proračun je merodavna šema 600+300)
- II kategorija – mostovi na magistralnim i regionalnim putevima i gradskim saobraćajnicama (za njihov proračun je merodavna šema 600)

- III kategorija – mostovi na svim ostalim putevima (za njihov proračun je merodavna šema 300+300 ili šema 300, u zavisnosti od širine mosta)

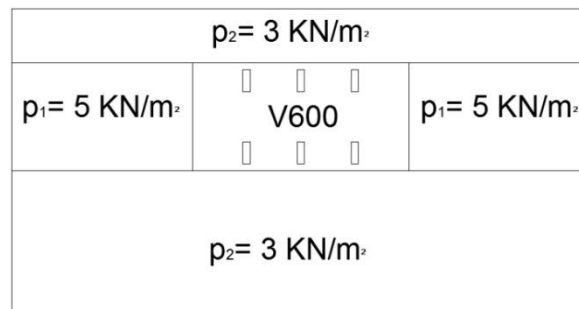
Kolovoz se sastoji od glavne trake koja je širine 3m, i prostora izvan glavne trake. Glavna traka se postavlja u najnepovoljniji položaj na mostu i paralelna je sa osom mosta.

Ako je konstrukcija mosta uniformna celom dužinom, odnosno jedinstvena za širinu mosta u svim presecima, kao što je ovde slučaj, na mostu postoji samo jedna glavna traka.

Most se proračunava prema računskoj šemi opterećenja mosta u zavisnosti od kategorije mosta. Tipično vozilo je jedinstvenog oblika, dimenzija 6x3 m u podužnom pravcu, sa točkovima na rastojanju od 0.5m od ivica u poprečnom smeru, i na rastojanjima od 1.5m u podužnom smeru. Vozilo ima 6 točkova. Dimenzije točkova su 60x20cm za vozilo V600 i 40x20cm za V300.



Slika 4. Šema 600+300



Slika 5. Šema 300

Tipično vozilo se postavlja u glavnu traku, odnosno u glavnu traku se postavlja najteže vozilo ako ih ima više. Od tipičnog vozila deluje 6 koncentrisanih sila na mestima točkova od 100 KN za vozilo V600 i 50KN po točku za vozilo V300. Kontinualna opterećenja od 5KN/m^2 i 3KN/m^2 se postavljaju u glavnu traku, odnosno na svoj preostaloj površini. Sva opterećenja u glavnoj traci se množe koeficijentom dinamičnosti koji zavisi samo od raspona mosta.

4. NUMERIČKI MODEL

Za proračunski model u podužnom pravcu koristi se model kontinualne grede. Analiza opterećenja je izvršena u programskom softveru „TOWER“. Glavni nosač je modeliran kao kontinualna greda na 2 polja sa rasponima od po 30m, i sa prepustima sa obe strane od 0.8m. Nosač je izdelfen na 32 segmenata, i to 30 po 2 metra, i jos 2 po 0.8m na prepustima iza oslonaca. Prvih 5 segmenata u poljima su konstantne visine, a visina ostalih segmenata se blago diskretno povećava do maksimalne iznad srednjeg oslonca.



Slika 6. Bočni izgled modela u programu "Tower"



Slika 7. 3D model u programu "Tower"

Na model su naneta opterećenja proračunata prema odgovarajim propisima.

Prema Evrokodu, na modelu mosta na kom se vrši ispitivanje na širini kolovoza od 7 m odgovaraju 2 trake opterećenje standardnim raspodeljenim opterećenjima i osovinskim opterećenjima pomnoženim koeficijentima prilagođavanja od $\alpha_Q=0,8$ i $\alpha_Q=1$, što nam daje sile:

$Q=400$ KN (koncentrisana sila pokretnog opterećenja u jednom preseku)

$q=44,5$ KN/m (kontinualno raspodeljeno opterećenje dužinom mosta)

Sve sile su već pomnožene dinamičkim koeficijentom, a u ove vrednosti je uračunato i opterećenje na pešačkim stazama od $2,5$ KN/m².

Prema domaćem pravilniku, most na kom se vrši ispitivanje je most II kategorije, a predviđeno računski šema za taj slučaj je šema 600, međutim u ovom radu će biti razmotrena i šema 600+300. Računske sile dobijene za oba slučaja, koristeći koeficijent dinamičnosti od $k_d=1,16$ su:

Šema 600

$P=232$ KN (koncentrisana sila pokretnog opterećenja)

$p_1=44,4$ KN/m (kontinualno raspodeljeno opterećenje)

$p_2=27$ KN/m (kontinualno raspodeljeno opterećenje koje deluje samo ispod tipskog vozila)

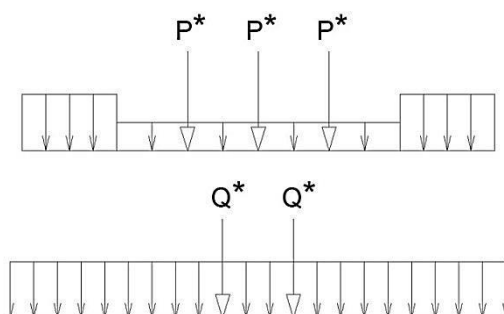
Šema 600+300

$P=332$ KN (koncentrisana sila pokretnog opterećenja)

$p=44,4$ KN/m (kontinualno raspodeljeno opterećenje)

$p_2=18$ KN/m (kontinualno raspodeljeno opterećenje koje deluje samo ispod tipskog vozila)

U ove vrednosti je uračunato i opterećenje na pešačkim stazama od 5 KN/m².



Slika 8. Izgled saobraćajnog opterećenja

Model opterećenja na proračunskom modelu u programu se sastoji od pokretnog i raspodeljenog opterećenja. Pokretno je modelirano kao opterećenje od 2 sile na rastojanju od $1,2$ m za evropske propise, odnosno kao 3 sile na rastojanju od po $1,5$ m za domaće propise.

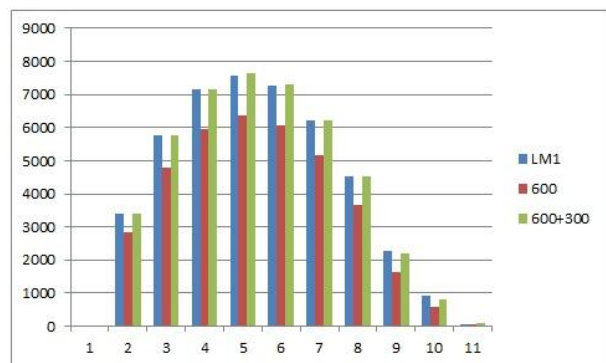
Na modelu su napravljeni različiti slučajevi opterećenja koji podrazumevaju nanošenje opterećenje preko celog nosača za maksimalne momente savijanja iznad oslonaca, ili samo po preko jednog polja za dobijanje maksimalnih momenata savijanja u tom polju, odnosno minimalnih momenata savijanja u drugom polju.

Tabela 1. Ekstremne vrednosti momenta savijanja

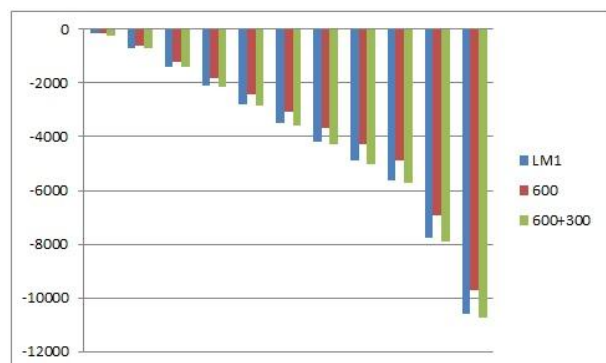
x(m)	LM1		600		600+300	
	Mmax	Mmin	Mmax	Mmin	Mmax	Mmin
0	12.03	-158.58	13.7	-132.08	14.7	-224.97
3	3406.78	-700.76	2819.12	-609.56	3390.63	-716.46
6	5758.67	-1402.8	4792.94	-1221.9	5756.08	-1424.44
9	7157.16	-2103.54	5959.41	-1832.89	7139.74	-2145.69
12	7580.95	-2801.95	6374.23	-2441.16	7632	-2860.24
15	7262.08	-3503.59	6083.69	-3054.86	7290.73	-3571.53
18	6212.98	-4205.84	5162.9	-3665.84	6218.98	-4289.43
21	4529.17	-4903.8	3672.13	-4275.48	4509.07	-5007.34
24	2268.89	-5608.16	1633.84	-4888.18	2197.03	-5715.32
27	920.33	-7763.42	572.65	-6946.15	812.32	-7880.87
30	68.97	-10609.7	70.51	-9713.91	100.89	-10752.5

5. ZAKLJUČAK

Kako je most po domaćem Pravilniku svrstan u II kategoriju, to bi se za njegovo proračunavanje koristila šema opterećenja 600. Upoređivanjem momenata savijanja u donjem dijagramu možemo ustanoviti da bi se za ovaj most za primenu evropskih saobraćajnih opterećenja zahtevala određena ojačanja u pogledu graničnih stanja nosivosti i upotrebljivosti.



Slika 9. Maksimalne vrednosti momenta savijanja



Slika 10. Minimalne vrednosti momenta savijanja

Javljaju se razlike od cca 12% za momente savijanja u polju, do cca 8% za momente savijanja nad osloncem. Za upotrebu šeme 600+300 koja se koristi za proračunavanje mostova na auto putevima bi se dobile veoma približne vrednosti kao prema Eurokodu, što se može videti iz dijagrama na slici 9 i 10.

Glavne razlike u propisima, pored različitog izgleda tipskog vozila su te da se prema Pravilniku dinamičkim koeficijentom množe samo opterećenja u glavnoj traci, dok je u Eurokodu taj koeficijent već uračunat u opterećenja. Prema Pravilniku se mostovi dele na 3 kategorije koje iziskuju određenu šemu za proračun, dok se u Eurokodu mostovi razgraničavaju samo preko koeficijenta usklađivanja α koji pravi manje razlike u uticajima za sopstvene vrednosti od 0,8-1 nego što je slučaj sa šemama opterećenja 600+300 i 600.

Treba imati u vidu da je pri analizi opterećenja korišćen faktor prilagođavanja $\alpha=0.8$, iz čega možemo zaključiti da bi pri korišćenju ovog faktora u vrednosti od $\alpha=1.0$ jaz između dobijenih rezultata postao još veći.

U slučaju veće širine mosta u proračun bi bila uključena još jedna nominalna traka sa dvoosovinskim opterećenjem od 100KN što bi pravilo dodatnu razliku.

Evrokod osim osnovnog modela opterećenja 1 propisuje i dodatne modele vertikalnog opterećenja saobraćajem.

Saobraćajna opterećenja se brzo razvijaju, brzine postaju sve veće, a samim tim i dinamički uticaji na most se povećavaju. Evropske norme su nešto strožije od naših i idu u korak sa tom promenom.

Izbor opterećenja ima direktan uticaj na konstrukciju, a time i na troškove za građenje iste. Za korišćenje evropskih normi u odnosu na naše bi se za ovaj most zahtevala ojačanja u obe zone.

6. LITERATURA

- [1] PRŽULJ M.: Mostovi, Udruženje „Izgradnja“, Beograd, 2014.
- [2] RADIĆ J.: Konstruiranje mostova, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2005.
- [3] EUROCODE 1 (Part 2) – EN 1991-2 Actions on structures: Traffic loads on bridges, European Committee for Standardization, Bruxelles, September 2003.
- [4] PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ODREĐIVANJE VELIČINE OPTEREĆENJA MOSTOVA, Sl. 1/91.
- [5] www.radimpex.rs

Kratka biografija:

Marko Ivić, rođen u Loznici 1992. godine. Diplomirao na Fakultetu tehničkih nauka – Građevinski odsek u Novim Sadu 2016. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Betonski mostovi brani jula 2017. godine.

Prof. dr Andrija Rašeta, rođen u Novom Sadu 1973. godine. Diplomirao na Fakultetu tehničkih nauka – Građevinski odsek u Novim Sadu 2002. godine. Magistrirao na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2010. godine. Doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka 2014. godine.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE STAMBENE ZGRADE Su+P+5 I ANALIZA EFEKATA TEORIJE DRUGOG REDA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA**CONSTRUCTION PROJECT OF RESIDENTIAL BUILDING Su+P+5 AND ANALYSIS OF SECOND ORDER EFFECTS ACCORDING TO EUROCODE**

Sava Puškar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad sadrži projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambene zgrade spratnosti Su+Pr+5 po Evrokod standardima, kao i analizu uticaja efekata teorije drugog reda za izdvojen ram konstrukcije. Proračun je urađen u softverskom paketu Tower 6. Projekat sadrži: analizu dejstava na konstrukciju, statički i dinamički proračun, dimenzionisanje i planove armiranja karakterističnih konstruktivnih elemenata.

Abstract – The paper contains the construction project of reinforced concrete multi-storey building with flooring Ug+Gf+5 according to Eurocode standards and second order effects analysis for separated frame. The construction project contains: action on structures analysis, static and dynamic analysis, calculations and rebar detailing plan for characteristic structural elements. The structural analysis has been done with software package Tower 6.

Glavne reči: Evrokod, efekti drugog reda, armiranobetonska zgrada.

1. UVOD

U radu je prikazan proračun AB stambene zgrade spratnosti Su+P+5 u Bečićima.

Analiza dejstava, statički i dinamički proračun, dimenzionisanje i detalji armature urađeni su u skladu sa Evrokod standardom. Na primeru jednog višespratnog rama, utvrđeno je da li treba uzimati u obzir uticaje drugog reda, poredeći proračunatu vitkost stubova sa kritičnom. Veličina momenata savijanja drugog reda određena je metodama koje propisuje Evrokod: metoda nominalne krivine i metoda nominalne krutosti.

2. TEHNIČKI OPIS**2.1 Arhitektonsko rešenje**

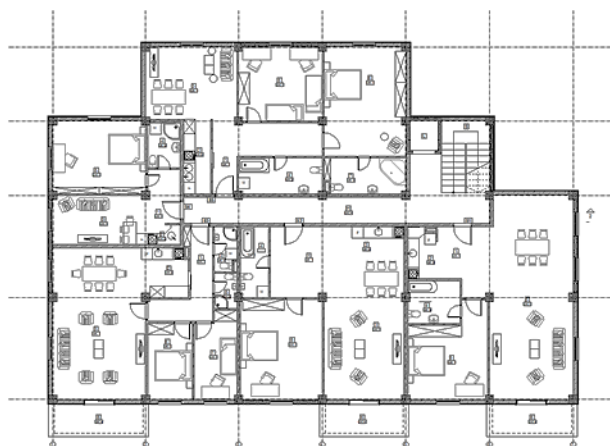
Objekat je u osnovi nepravilnog oblika, dimenzija 28.55 m u podužnom pravcu i 19.56 m u poprečnom. Spratna visina suterena je 3.17 m, a prizemlja i ostalih spratova 2.97 m. Dubina fundiranja objekta iznosi 3.59 m. Vertikalna komunikacija ostvaruje se pomoću lifta i dvokrakog stepeništa na svim etažama u objektu.

Fasadni zidovi su urađeni od blok opeke $d=20\text{cm}$ i „Demit“ fasade debljine 5 cm. Pregradni zidovi izrađeni su od blok opeke debljine 10 i 20 cm.

NAPOMENA:

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

Podovi u stambenom delu su od keramičkih pločica ili parketa u zavisnosti od namene prostorije. Po podu garaže predviđa se sloj asfaltbetona.



Slika 1. Dispozicija tipskog sprata

2.2 Konstruktivni sistem objekta

Konstruktivni sistem objekta je skelet ukrućen armirano-betonskim (AB) platnima. Noseću konstrukciju objekta formiraju krovna i međuspratne konstrukcije, koje se oslanjaju na okvirnu konstrukciju i zidove za ukrućenje kao i zidove suterena u prizemlju.

Međuspratne konstrukcije projektovane su kao sistem kontinualnih krstasto armiranih AB ploča, debljine 15 cm. Krovna konstrukcija je takođe kontinualna krstasto armirana AB ploča debljine 15 cm.

Grede su na svim spratovima pravougaonog poprečnog preseka dimezija 30/50 cm.

Dimenzije stubova su 45/45cm na svim etažama. Raster stubova je 5.0; 5.0; 4.50; 4.50; 4.50; 4.50 m u podužnom i 5.50; 5.50; 4.0; 4.0 m u poprečnom pravcu.

Zidovi za ukrućenje postavljeni su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime horizontalno opterećenje i prenesu na temelje, kao i da doprinesu krutosti celog sistema. Debljina zidova za ukrućenje je 20 cm.

Zidovi suterena su projektovani za prihvatanje opterećenja od bočnog pritiska tla. Ovi zidovi se nalaze po objektu između stubova u suterenu. Debljina ovih zidova iznosi $d=20\text{cm}$.

Stepenište je projektovano kao dvokrako. Debljina stepenišne armirano betonske ploče i debljina ploče podesta iznosi 15 cm.

Temeljnu konstrukciju čini AB ploča debljine 55cm. Temeljna ploča je prepuštena u odnosu na spoljašnju ivicu fasadnih stubova za 50cm, radi izjednačavanja napona u tlu.

Za sve konstruktivne elemente predviđeno je izvođenje betonom C35/45. Armiranje se predviđa rebrastom armaturom S500H.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja urađena je prema evropskim standardima [4], [5], i [7], a obuhvata stalno, korisno, opterećenje vetrom, opterećenje snegom i seizmičko opterećenje.

3.1 Stalno opterećenje

Stalna opterećenja su ona koja deluju na konstrukciju tokom celog eksploatacionog veka. U stalno opterećenje ulazi sopstvena težina elemenata konstrukcije, slojeva podova, plafona i zidova. Stalno opterećenje je naneto kao površinsko opterećenje na međuspratne tavanice, dok je opterećenje od zidova naneto kao linijsko opterećenje. Intenzitet opterećenja tavanica je jednak i iznosi 1.5 kN/m^2 . Za krovnu ploču opterećenje iznosi 3.0 kN/m^2 . Opterećenje od tla je sračunato kao pritisak tla u stanju mirovanja i iznosi 31.88 kN/m^2 .

3.2 Korisna opterećenja

Prema [2] korisna opterećenja iznose za suteran 2.5 kN/m^2 za tipski sprat 2.0 kN/m^2 , a za terase 2.5 kN/m^2 .

3.3 Opterećenje snegom

Opterećenje snegom se uzima 1.0 kN/m^2 na površini krovne ploče.

3.4 Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom je određeno prema [2]. Na konstrukciju je nanoseno kao površinsko, zatim konvertovano u linijsko

3.5 Seizmičko opterećenje

Seizmičko dejstvo je određeno prema [5]. Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, a projektovan je za srednju klasu duktilnosti – DCM. Usvojen je tip tla C.

Gornja vrednost faktora ponašanja q koji služi za ocenu kapaciteta disipacije energije, mora se odrediti za svaki proračunski pravac prema izrazu (1):

$$q = q_0 \times k_w \geq 1.5 \quad (1)$$

gde je:

q_0 – osnovna vrednost faktora ponašanja, zavisna od tipa konstrukcijskog sistema,

k_w – faktor koji uzima u obzir preovladavajuću vrstu loma konstrukcijskih sistema sa zidovima.

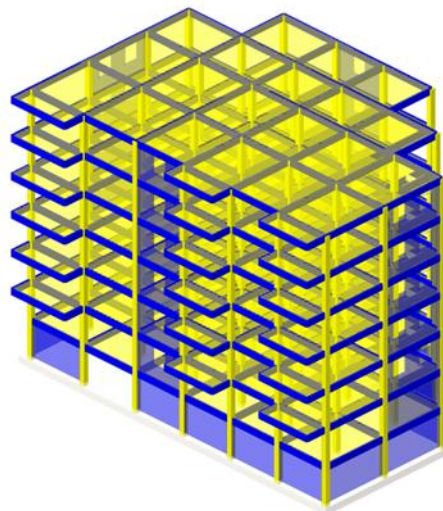
Korišćen je tip 1 elastičnog spektra odgovora sa vrednostima parametara iz tabele 1.

Tabela 1. Vrednosti parametara koji opisuju preporučn tip I elastičnog spektra odgovora

Tip tla	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0

4. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija je modelirana u softveru Tower 6, baziranom na metodi konačnih elemenata. Svi uticaji u konstrukciji određeni su na prostornom proračunskom modelu. Grede i stubovi su modelirani kao linijski, a međuspratne tavanice, krovna ploča, zidna platna i temeljna ploča kao površinski elementi. Mehaničke karakteristike kao što su računsa čvrstoća betona na pritisak, modul elastičnosti i Poasonov koeficijent, određeni su klasom betona C35/45. Izgled modela je prikazan na slici 2.



Slika 2. Izgled proračunskog modela

5. DINAMIČKA ANALIZA

Modalna analiza služi za proračun svojstvenih vrednosti i oblika vibracija konstrukcije. Krutost tavanaica u svojim ravnama obezbeđuje da mase i momenti inercije masa svakog sprata mogu biti koncentrisane u centrima masa tavanica.

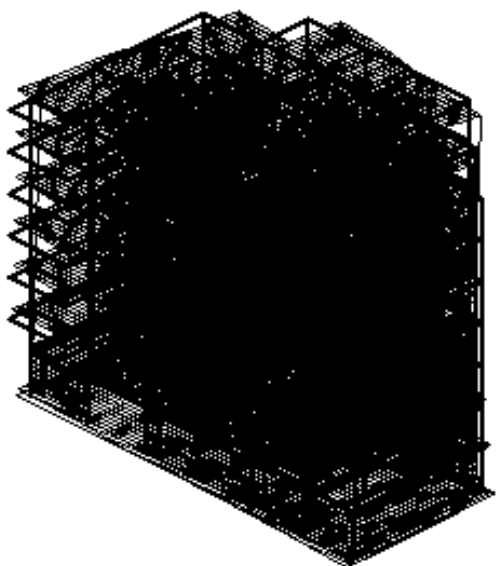
Stalna opterećenja i opterećenje snegom uzimaju se u punom iznosu, dok se vrednosti korisnog opterećenja redukuje odgovarajućim faktorom, jer se smatra da neće biti u punom iznosu prisutno za vreme zemljotresa. Vrednost prva tri perioda oscilovanja konstrukcije, prikazana su u tabeli 2.

Tabela 2. Vrednosti perioda oscilovanja

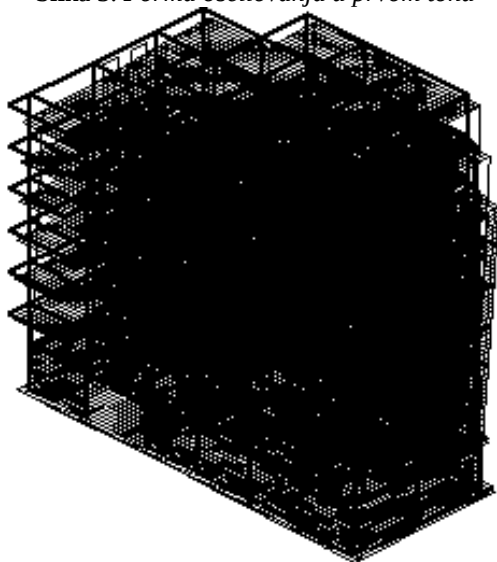
	T [s]	f [Hz]
1	0.6612	1.5123
2	0.5926	1.6875
3	0.3793	2.6365

Na slikama 3, 4 i 5 prikazana su prva tri tona oscilovanja konstrukcije:

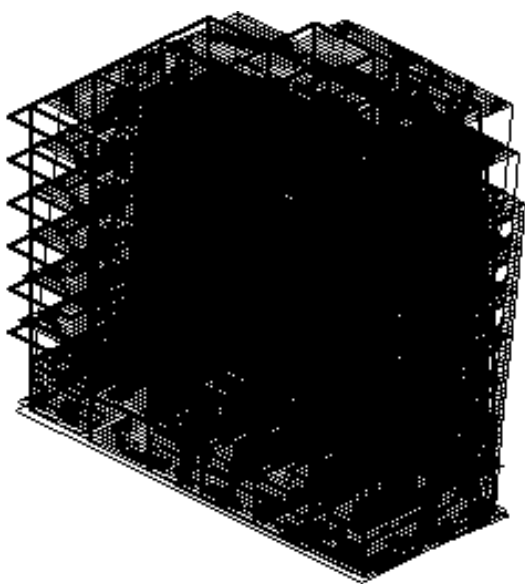
Dimenzionisanje svih elemenata je izvršeno pomoću softverskog paketa Tower 6.0, saglasno sa propisima [6], [7], na osnovu graničnih uticaja merodavnih kombinacija. Pri dimenzionisanju korišćena je klasa betona C35/45 i armatura S500H.



Slika 3. Forma oscilovanja u prvom tonu



Slika 4. Forma oscilovanja u drugom tonu



Slika 5. Forma oscilovanja u trećem tonu

6. DIMENZIONISANJE

7. PRORAČUNSKE KONSTROLE

Proračunske kontrole i rezultati prikazani su izrazima (2), (3), (4), (5), i (6).

Kontrola dozvoljenog napona u tlu:

$$\sigma_{tla} = 146.5 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{a, dop} = 200 \text{ [MPa]} \quad (2)$$

Vrednost normalizovane aksijalne sile u stubovima:

$$v = \frac{N}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.512 \leq 0.65 \quad (3)$$

Vrednost normalizovanog aksijalnog opterećenja u zidovima:

$$v = \frac{N}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.02 \leq 0.4 \quad (4)$$

Kontrola pomerljivosti konstrukcije:

$$F_{V,Ed} = 54266.83 \text{ [kN]} \leq 120299 \text{ [kN]} \quad (5)$$

Kontrola relativnog spratnog pomeranja

$$d_r \cdot v = 5.33 \text{ [mm]} \leq 0.005h = 29.7 \text{ [mm]} \quad (6)$$

8. ANALIZA EFEKATA TEORIJE DRUGOG REDA

Kada je element izložen istovremenom delovanju normalne sile i momenta, taj element će se deformisati. Ova deformacija uvećava moment na bilo kom delu elementa za veličinu koja je jednaka proizvodu normalne sile i deformacije na toj tački. U većini, ako ne u svim, praktičnim situacijama, efekti deformacija su tako mali da mogu biti zanemareni. Vitak element je onaj gde je uticaj deformacija znatan i mora se uzeti u obzir prilikom proračuna.

Kada se za element ili konstrukciju zaključi da je pri projektovanju potrebnu uzeti u obzir i uticaje drugog reda, mogu da se koriste sledeće metode:

- Generalna metoda se bazira na nelinearnoj analizi, uključujući geometrijsku nelinearnost. Ovaj pristup zahteva odgovarajuće programe.
- Metoda nominalne krutosti: prvo se odredi nominalana krutost, a zatim faktor uvećanja momenta kojim mnoćima momenat prvog reda da bismo dobili momenat drugog reda.
- Metoda nominalne krivine: procenjuje se granično pomeranje a zatim i momenat drugog reda koji se dodaje na momenat prvog reda.

Primenom ovih metoda, čiji su rezultati prikazani u tabelama 3 i 4, proističe da je za stub dimenzija 45x45cm dužina izvijanja na svim etažama manja od kritične, pa nije potrebno uzeti u obzir efekte drugog reda. Zatim je za potrebe prikaza proračuna, pretpostavljen manji presek stuba 35/35cm. U tom slučaju, zbog velike normalne sile vitkost stuba u suterenu prelazi graničnu vitkost.

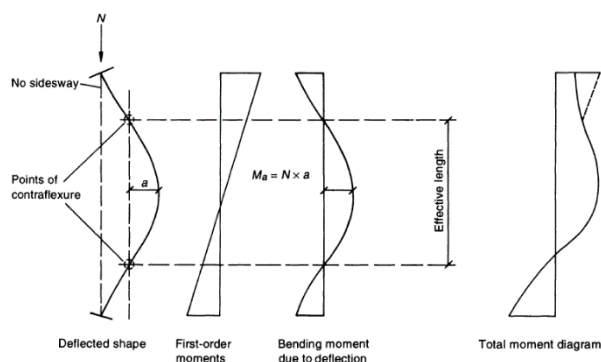
Tabela 3. Poređenje „ λ_{lim} “ i „ λ “ za stub 45×45 cm

Etaža	$\lambda_{min} = 20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}$					
	A	B	C	n	λ_{min}	λ
Su	0.704	1.1	1.970	0.610	39.066	25.779
Pr	0.704	1.1	2.438	0.519	52.414	27.686
1	0.704	1.1	2.696	0.430	63.677	27.876
2	0.704	1.1	2.613	0.341	69.304	27.876
3	0.704	1.1	2.559	0.252	78.952	27.876
4	0.704	1.1	2.475	0.164	94.656	27.876
5	0.704	1.1	2.299	0.077	128.318	28.687

Tabela 4. Poređenje „ λ_{lim} “ i „ λ “ za stub 35×35 cm

Etaža	$\lambda_{min} = 20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}$					
	A	B	C	n	λ_{min}	λ
Su	0.684	1.1	2.016	0.993	30.446	32.089
Pr	0.684	1.1	2.600	0.845	42.570	33.349
1	0.684	1.1	2.533	0.700	45.561	33.349
2	0.684	1.1	2.669	0.555	53.918	33.349
3	0.684	1.1	2.650	0.412	62.133	33.349
4	0.684	1.1	2.617	0.269	75.925	33.349
5	0.684	1.1	2.519	0.127	106.367	34.083

Proračunom po metodi nominalne krivine i nominalne krutosti dobijaju se vrednosti momenata drugog reda, ako i količina potrebne armature. Princip sabiranja momenata prvog i drugog reda dat je na slici 6.



Slika 6. Princip sabiranja momenata prvog i drugog reda

Rezultati proračuna su dati u tabeli 5.

Tabela 5. Poređenje količine armature stuba za uticaje prvog i za uticaje drugog reda

	Nd [kN]	Md [kNm]	n	m	Aa [cm ²]
Teorija I reda	2838.88	47.22	1.168	0.056	16.76
Metoda nominalne krivine	2838.88	58.754	1.168	0.069	19.56
Metoda nominalne krutosti	2838.88	65.085	1.168	0.077	21.23

9. ZAKLJUČAK

Uticaji drugog reda se definišu kao dodatne sile i momenti koji nastaju prilikom delovanja vertikalnog opterećenja na konstrukciju (element) deformisanu određenim horizontalnim opterećenjem.

Evrokod EN 1992-1-1 zahteva da se uticaji teorije drugog reda moraju uzeti u obzir tamo gde imaju značajan uticaj na stabilnost cele konstrukcije ili dostizanja graničnog stanja nosivosti u kritičnim preseccima.

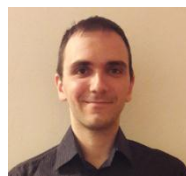
U Evrokodu se takođe navodi, da se za uobičajene objekte, efekti drugog reda mogu zanemariti ako momenat savijanja nastao od njih ne povećava momenat savijanja od teorije prvog reda za više od 10%. Kako se uticaji drugog reda ne bi morali prvo odrediti, da bi se zaključilo da se mogu zanemariti, Evrokod daje pojednostavljene metode za utvrđivanje potrebe za njihovom analizom.

U radu je prikazan primer analize efekata teorije drugog reda metodama nominalne krivine i nominalne krutosti za jedan ram objekta. Pokazano je da stubovi suterena imaju veću vitkost od granične, dok stubovi gornjih etaža imaju manju vitkost od granične zbog smanjenja aksijalne sile u njima. Proračunom dodatne količine armature usled momenta drugog reda, dolazi do povećanja količine armature za oko 20%, što nije zanemarljivo i potrebno je uzeti u obzir.

10. LITERATURA

- [1] Živorad Radosavljević, Dejan Bajić: „Armirani beton 3“, Građevinska knjiga, Beograd 2008.
- [2] Đorđe Ladinović: „Analiza konstrukcija zgrada na seizmičko dejstvo“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 1989.
- [3] Zoran Brujić: Materijal sa predavanja iz predmeta Betonske konstrukcije
- [4] EN 1990:2002 Evrokod 0; Osnove proračuna konstrukcija, Beograd, februar 2006.
- [5] EN 1991-1-1: 2002 Evrokod 1; Dejstva na konstrukcije. Deo 1-1: Zapremine težine, Sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade. Deo 1-3; Dejstva snega, Deo 1-4; Dejstvavetra, Beograd, novembar 2009.
- [6] EN 1992-1-1:2004 Evrokod 2; Proračun betonskih konstrukcija. Deo 1-1: Opšta pravila igravila za zgrade. Beograd, februar 2006.
- [7] EN 1998-1:2004 Evrokod 8; Proračun seizmički otpornih konstrukcija. Deo 1: Opšta pravila,seizmička dejstva i pravila za zgrade. Beograd, novembar 2009.
- [8] A.W. Beeby, R.S. Narayanan: „Designers' guide to eurocode 2“: Design of concrete structures, Thomas Telford Publishing, London, 2005.
- [9] „Eurocode 2: Worked examples“, European concrete platform, Brussels, 2008.
- [10] <http://www.radimpex.rs> – Uputstvo za Tower 6
- [11] <http://www.radimpex.rs> – Uputstvo za Armcad

Kratka biografija



Sava Puškar rođen je u Glini 1989. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Seizmičke analize konstrukcija odbranio je 2017 godine.

VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA U IZBORU FASADNOG ZIDA STAMBENOG OBJEKTA U NOVOM SADU**MULTI-CRITERIA ANALYSIS IN SELECTION OF FACADE WALL FOR RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD**

Ana Blagovčanin, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je razmatran problem izbora optimalnog tipa fasadnog zida stambenog objekta u Novom Sadu, variranjem termoizolacionih materijala i materijala za ispunu zida. Analize su obuhvatile ekonomski aspekt, energetske efikasnost, protivpožarnu otpornost i ekološki aspekt.

Abstract – In this paper we have considered the problem of the selection of the optimal type of facade wall for residential building in Novi Sad, based on variation thermal insulating materials and materials for the wall filler. Analysis are made from an economic point of view, energy efficiency, fire resistance and from the ecologic point.

Ključne reči: fasadni zid, višekriterijumska analiza, troškovi, koeficijent prolaza toplote, protivpožarna otpornost, ekološki aspekt

1. UVOD

Poslednjih godina iscrpljivanje prirodnih resursa i porast cene energije ističe značaj termoizolovanja prostora kao osnovnog načina da se dođe do zadovoljavajućeg stepena energetske efikasnosti. Pravilno izabrana i postavljena termoizolacija, vršiće svoju ulogu bez obzira na dnevne, godišnje, vremenske, klimatske, energetske ili finansijske uslove tokom čitavog perioda eksploatacije objekta. To obavezuje arhitektu, izvođača, a pre svega investitora da pri izgradnji novog ili rekonstrukciji postojećeg objekta veliku pažnju posvete aspektu projektovanja i ugradnje termoizolacije,

U ovom radu je razmatran problem izbora optimalnog tipa fasadnog zida, za stambeni objekt u Novom Sadu, u zavisnosti od vrste termoizolacionog materijala i materijala ispunje zida. Kombinovane su dve vrste ispunje zida, zid od opeke debljine 25cm i zid od blokova debljine 25cm, sa tri različite vrste termoizolacionih materijala: stiropor, mineralna kamena vuna i pluta.

Cilj rada je da se uzimajući u obzir ekonomski pokazatelj, koeficijent prolaza toplote kroz fasadni zid, otpornost na dejstvo požara i ekološki pokazatelj, odabere optimalno rešenje.

NAPOMENA:

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

2. VARIJANTNA REŠENJA FASADNOG ZIDA

Jedan od osnovnih zadataka fasade je adekvatna toplotna izolacija objekta. Kontaktne fasade su fasade u kojima je toplotna zaštita pričvršćena direktno na zid objekta sa spoljne strane.

Visoki troškovi grejanja, globalno zagrevanje i zaštita čovekove okoline nametnuli su donošenje strogih zakona i propisa za različite sisteme toplotne izolacije stambenih i poslovnih objekata.

Termoizolacija predstavlja neizostavni elemenat izgradnje svakog objekta i o njoj se mora razmišljati već u fazi projektovanja.

Adekvatno izabrana i ugrađena termoizolacija:

- obezbeđuje prijatnu temperaturu u unutrašnjosti objekta zimi i leti (bez obzira da li je napolju +40 ili -15°C,) temperatura u unutrašnjosti prostorije bi trebalo da bude konstantna,
- sprečava stvaranje vlage, kondenzacije i plesni,
- omogućava da objekat diše, tj. da para koja se stvara unutra nesmetano prolazi kroz fasadni zid,
- mehanički štiti zgradu i produžava vek njenog trajanja,
- obezbeđuje energetske efikasnost objekta smanjuje potrošnju energije za grejanje i hlađenje i tako štedi novac i čuva okolinu,
- utiče na stvaranje zdrave mikroklimе za ugodan boravak ukućana unutar prostorija,
- direktno utiče na vrednost nekretnine u koju je ugrađena, tako što je povećava.

Termoizolacione materijale možemo podeliti na termoizolacione materijale mineralnog, organskog porekla i termoizolacione maltere i betone [1].

Termoizolacioni materijali mineralnog porekla su kamena i staklena vuna, organskog porekla, polimeri, obuhvataju ekspandirani polistiren, ekstrudirani polistiren i poliuretani, dok u prirodne materijale spadaju trska, drvena vlakna sa min. vezivom i reciklirana celuloza.

Za fasadni zid stambenog objekta predloženo je više rešenja u kojima su varirani termoizolacioni materijali i materijali za ispunu zida.

U tabeli 1, prikazani su preseči varijantnih rešenja fasadnog zida i materijali u strukturi ovih zidova.

Tabela 1. Varijantna rešenja fasadnog zida

varijantna rešenja fasadnog zida	
varijantno rešenje I ispuna zida - puna opeka debljine 25cm termoizolacija - stiropor debljine 12cm	
varijantno rešenje II ispuna zida - puna opeka debljine 25cm termoizolacija - kamena mineralna vuna debljine 11cm	
varijantno rešenje III ispuna zida - puna opeka debljine 25cm, termoizolacija - pluta debljine 13cm	
varijantno rešenje IV ispuna zida - blokovi debljine 25cm termoizolacija - stiropor debljine 12cm	
varijantno rešenje V ispuna zida - blokovi debljine 25cm termoizolacija - kamena mineralna vuna debljine 10cm	
varijantno rešenje VI ispuna zida - blokovi debljine 25cm, termoizolacija - pluta debljine 12cm	

3. KRITERIJUMI ZA IZBOR FASADNOG ZIDA

Analiza i vrednovanje varijantnih rešenja rađena je na osnovu četiri kriterijuma:

- troškova za izradu fasadnog zida,
- pokazatelja toplotne provodljivosti za fasadni zid,
- pokazatelja otpornosti na dejstvo požara i
- ekološkog pokazatelja.

3.1 Ekonomski pokazatelj (analiza troškova)

Toškovi izrade fasadnog zida sračunati su za ukupnu površinu $P=97,58\text{m}^2$, a zatim su svedeni na vrednost troškova po m^2 fasadnog zida. Pri analizi troškova korišćeni su normativi u građevinarstvu za odgovarajuće pozicije radova [2], [3]. Troškovima izrade fasade obuhvaćen je materijal, rad i prenos u krugu gradilišta. Transport materijala do gradilišta obuhvaćen je cenom materijala, a cene materijala su dobijene od proizvođača građevinskih materijala. Troškovi izrade fasadnog zida za sve varijante prikazani su u tabeli 2, a rangiranje varijanti prema ovom kriterijumu u tabeli 3.

Tabela 2. Troškovi izrade varijantnih rešenja

	Troškovi [din.]	Troškovi [din/ m^2]	Troškovi [€/m 2]
Varijanta I	446766,12	4578,46	38,8
Varijanta II	587381,83	6019,49	51,01
Varijanta III	1460194,92	14964,08	126,81
Varijanta IV	498602,57	5109,68	43,30
Varijanta V	623140,02	6385,94	54,12
Varijanta VI	1388669,76	14231,09	120,60

Tabela 3. Rangiranje varijantnih rešenja - ekonomski aspekt

	V-I	V-II	V-III	V-IV	V-V	V-VI
Rang	1	3	6	2	4	5

3.2 Koeficijent prolaza topline kroz fasadni zid

Prema Pravilniku [4], za fasadne zidove propisan koeficijent prolaza topline za nove zgrade za spoljni zid je $U=0,30\text{ W/m}^2\text{K}$, a na njegovu vrednost utiče debljina termoizolacionog sloja i usvojen tip izolacije (materijal).

Vrednosti koeficijenata toplotne provodljivosti za sve varijante fasadnog zida prikazane su u tabeli 4, a rangiranje u tabeli 5. Proračun je urađen pomoću programa URSA građevinska fizika.

Tabela 4. Koeficijenti toplotne provodljivosti za sve varijante fasadnog zida

	U [W/m 2 K]
Varijanta I	0,289
Varijanta II	0,278
Varijanta III	0,286
Varijanta IV	0,282
Varijanta V	0,294
Varijanta VI	0,299

Tabela 5. Rangiranje varijantnih rešenja – energetska efikasnost

	V-I	V-II	V-III	V-IV	V-V	V-VI
Rang	4	1	3	2	5	6

3.3 Pokazatelj otpornosti na dejstvo požara

Oblikovanje i materijalizacija fasadnih zidova u cilju zadovoljenja zahteva energetske efikasnosti objekta i standarda termičke izolacije spoljnih zidova, mora da zadovolji i zahteve bezbednosti od požara. Jedan od bitnih kriterijuma za ocenjivanje građevinskih materijala je njihovo ponašanje u slučaju požara [5].

Reakcija na požar je odgovor proizvoda, u smislu doprinosa požaru sopstvenim razlaganjem, pa je usvojena klasifikacija gorivosti materijala. U tabeli 6, su prikazane klase reakcije na požar stiropora, kamene mineralne vune i plute, dok je u tabeli 7, prikazano njihovo rangiranje prema otpornosti na dejstvo požara.

Tabela 6. Klase reakcije na požar stiropora, kamene mineralne vune i plute

Klasifikacija građevinskih materijala - reakcija na požar -	
Negorivi materijali	Gorivi materijali
klasa A1 – kamena mineralna vuna	klasa B1 - teško zapaljivi-stiropor
	klasa B2 - normalno zapaljivi- pluta

Tabela 7. Rangiranje termoizolacionih materijala sa aspekta otpornosti na dejstvo požara

	stiropor	kamena mineralna vuna	pluta
Rang	2	1	3

3.4 Ekološki pokazatelj

Narastajući ekološki problemi doveli su do saznanja o neophodnosti preorijentacije čovečanstva na put razvoja usmeren ka postizanju harmonije uzajamnih odnosa sa prirodom.

Građevinski materijali bi trebalo da budu dugovečni, da ne doprinose ugrožavanju životne sredine, da obezbeđuju efikasno i racionalno korišćenje energije i vode, da nisu toksični, radioaktivni i da ne emituju štetne hemikalije, da obezbeđe difuziju vodene pare, da obezbeđe unutrašnju temperaturu u optimalnom opsegu za zdravlje stanara, da obezbeđe adekvatnu izolaciju od buke, da stvore okruženje koje ne menja prirodnu jonizaciju, magnetno polje i druge elektromagnetne pokazatelje, da su vatrootporni i da budu ekonomični.

Uzimajući u obzir ekološki aspekt rangirani su varirani termoizolacioni materijali (stiropor, kamena mineralna vuna i pluta), a u tabeli 8 prikazan je njihov rang.

Tabela 8. Rangiranje termoizolacionih materijala sa ekološkog aspekta

	stiropor	kamena mineralna vuna	pluta
Rang	2	3	1

4. IZBOR FASADNOG ZIDA

Izbor najpovoljnijeg tipa fasadnog zida urađen je primenom metode višekriterijumske optimizacije (VKO). U postupak optimizacije uključene su četiri kriterijumske funkcije:

- f_1 - troškovi za izradu fasadnog zida (€/m²),
- f_2 – pokazatelj toplotne provodljivosti za fasadni zid (W/m²K),
- f_3 – pokazatelj otpornosti na dejstvo požara i
- f_4 – ekološki pokazatelj.

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

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4) \quad (1)$$

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 otpornosti na dejstvo požara ($w_1=0,1, w_2=0,1, w_3=0,7, w_4=0,1$).

Ulazni podaci za primenu metode VKO, dati su u tabeli 9.

Tabela 9. Ulazni podaci

	f_1	f_2	f_3	f_4
Varijanta I	38.80	0.289	2.00	2.00
Varijanta II	51.01	0.278	1.00	3.00
Varijanta III	126.81	0.286	3.00	1.00
Varijanta IV	43.30	0.282	2.00	2.00
Varijanta V	54.12	0.294	1.00	3.00
Varijanta VI	120.60	0.299	3.00	1.00

Izlazni rezultati optimizacije, redosled varijantnih rešenja, prikazani su tabelarno (od tabele 10 do tabele 14).

Tabela 10. Metoda kompromisno programiranje
 $p=1$ rešenje je najbolje po svim kriterijumima
posmatrano zajedno

	Var. I	Var. II	Var. III	Var. IV	Var. V	Var. VI
Redosled	3	1	5	2	4	6

Tabela 11. Metoda kompromisno programiranje
 $p=2$ rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

	Var. I	Var. II	Var. III	Var. IV	Var. V	Var. VI
Redosled	2	3	5	1	4	6

Tabela 12. Metoda kompromisno programiranje
 $p=\infty$ prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

	Var. I	Var. II	Var. III	Var. IV	Var. V	Var. VI
Redosled	2	3	5	1	4	6

Tabela 13. Metoda višekriterijumsko kompromisno rangiranje alternativnih rešenja

ANALIZA I - isti težinski koeficijenti

Var. reš.	I	II	III	IV	V	VI
redosled varijantnih rešenja						
$v_1=0,0$	2	3	5	1	4	6
$v_1=0,3$	2	3	5	1	4	6
$v_1=0,6$	2	3	5	1	4	6
$v_1=0,9$	3	2	5	1	4	6
$v_1=1,0$	3	2	5	1	4	6

Tabela 14. Metoda višekriterijumsko kompromisno rangiranje alternativnih rešenja

ANALIZA II - različiti težinski koeficijenti

Var. reš.	I	II	III	IV	V	VI
redosled varijantnih rešenja						
$v_1=0,0$	4	1	5	3	2	6
$v_1=0,3$	4	1	5	3	2	6
$v_1=0,6$	4	1	5	3	2	6
$v_1=0,9$	4	1	5	3	2	6
$v_1=1,0$	4	1	5	3	2	6

Analize rađene metodama višekriterijumske optimizacije su pokazale:

Metoda kompromisno programiranje:

- za $p=1$ - rešenje najbolje po svim kriterijumima posmatrano zajedno, optimalno je varijantno rešenje II, ispunja zid od pune opeke debljine 25cm, termoizolacija kamena mineralna vuna debljine 11cm;
- za $p=2$ - rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački, optimalno je varijantno rešenje IV, ispunja zid od blokova debljine 25cm, termoizolacija stiropor debljine 12cm;
- kada je prioritet dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem (za $p=\infty$) najpovoljnije je varijantno rešenje IV, ispunja zid od blokova debljine 25cm, termoizolacija stiropor debljine 12cm.

Metoda višekriterijumsko kompromisno rangiranje alternativnih rešenja:

- sa istim težinskim koeficijentima: najpovoljnije rešenje je varijantno rešenje IV- ispunja zid od blokova debljine 25cm, termoizolacija stiropor debljine 12cm;
- sa različitim težinskim koeficijentima: kada se izborom težinskih koeficijenata naglasi značaj protivpožarne otpornosti, najpovoljnije rešenje je varijantno rešenje II, ispunja zid od opeke debljine 25cm, termoizolacija kamena mineralna vuna debljine 11cm.

5. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem izbora fasadnog zida za stambeni objekat u Novom Sadu. Analizirano je šest varijanti zidova dobijenih kombinacijom različitih termoizolacionih materijala (stiropor, kamena mineralna vuna i pluta) i materijala ispunje zida (zid od pune opeke i zid od blokova).

Za svako varijantno rešenje zida urađeni su odgovarajući proračuni, prema važećim propisima i normativima. Varijantna rešenja su razmatrana sa eko-nomskog aspekta, ekološkog aspekta, vrednovana prema otpornosti na dejstvo požara i prema koeficijentu toplotne provodljivosti.

Formiran je model sa kriterijumskim funkcijama koje su dominantne u procesu donošenja odluke. Izbor najpovoljnijeg rešenja, optimizacija, rađena je na bazi četiri kriterijumske funkcije: troškovi za izradu fasadnog zida, pokazatelj toplotne provodljivosti za fasadni zid, pokazatelj otpornosti na dejstvo požara i ekološki pokazatelj.

Metodom višekriterijumske optimizacije, metodom kompromisnog programiranja i kompromisnog rangiranja alternativnih rešenja za iste i različite težinske koeficijente, dobijena je rang lista povoljnosti rešenja za fasadni zid stambenog objekta u Novom Sadu. Predloženo je:

- varijanta IV fasadnog zida - ispunja zid od blokova debljine 25cm, termoizolacija stiropor debljine 12cm, kao najpovoljnije rešenje u slučaju da se svi kriterijumi optimizacije posmatraju ravnopravno i
- varijanta II fasadnog zida - ispunja zid od opeke debljine 25cm, termoizolacija kamena mineralna vuna debljine 11cm, kao optimalno rešenje u slučaju isticanja značaja otpornosti fasadnog zida na dejstvo požara.

6. LITERATURA

- [1] Radonjanin V, Malešev M.: "Obuka za polaganje stručnog ispita za oblast energetske efikasnosti zgrada", FTN, Departman za građevinarstvo i geodeziju, Novi Sad, (http://www.ingkomora.org.rs/strucniispiti/download/ee/TP6-1_Građevinski_materijali_i_sklopovi.pdf), preuzeto 2017.
- [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.
- [5] Laban, M., Radonjanin, V., Malešev, M., Radeka, M.: "Svojstva građevinskih proizvoda i osnovni zahtevi zaštite fasada od požara pri energetske obnovi stambenih zgrada", Časopis TEHNIKA, br.5/2015.

Kratka biografija:



Ana Blagovčanin rođena je u Sarajevu 17.03.1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja, odbranila 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.

PROCENA LOGISTIČKE KOMPETITIVNOSTI SA ASPEKTA POSLOVNIH MODELA LOGISTICS-BASED COMPETITION- A BUSINESS MODEL APPROACH

Branka Rkman, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj - Logistika je odavno prepoznata kao izvor konkurentske prednosti. Potencijalni strateški uticaj logistike nameće potrebu preduzimanja dubljeg uvida u ulogu logistike u oblikovanju strategije preduzeća. Jedan od načina povezivanja teorijskih istraživanja strategijskog razvoja i realnog logističkog konteksta jesu poslovni modeli. Cilj ovog rada je analiza radva na temu opisa i analize logističke kompetitivnosti uz pomoć pristupa poslovnih modela. Ovako definisana svrha rada podrazumeva istraživanje uloge logistike u strategiji preduzeća kroz identifikaciju više komponenti poslovnog modela koji zajedno čine logistički poslovni model.

Abstract- Logistics is becoming as a source of a competitive advantage. The possible strategic impact of logistics makes it important to gain deeper insight into the role of logistics in the strategy of the firm. A possible tool to use in bridging this gap is identified in business model research. Therefore, the purpose of this dissertation is to describe and analyse logistics-based competition using a business model approach, a topic not handled in earlier research. This purpose entails investigating the role of logistics in the strategy of the firm by identifying a number of business model components which together constitute a logistics-based business model.

Ključne reči-Logistika, kompetitivnost, poslovni procesi, strategija preduzeća, poslovni modeli

1. UVOD

Tokom poslednjih decenija došlo je do promene u poimanju logistike, od shvatanja logistike kao oblasti za uštedu troškova do posmatranja logistike kao strateškog oruđa u jačanju ponude proizvoda ili usluga. Uticaj logistike i upravljanja lancima snabdevanja na rezultate preduzeća je već dobro poznat, međutim, malo napora je uloženo u teorijski opis strateške uloge logistike u preduzeću. Predmet istraživanja ovog rada su postojeća istraživanja na temu formulisanja i primene poslovnih modela u logističkom kontekstu. uloge logistike u poslovnoj strategiji, pre svega sa aspekta poslovnih modela.

Odnosno, osnovna svrha rada je da se opiše i analizira logistička kompetitivnost koristeći pristup poslovnih modela. Osnovno pitanje koje se postavlja u kontekstu definisanog predmeta istraživanja je na koji način steći što tačniji uvid u prirodu i karakter veza između

logističke operative i strategije? Poslovni modeli mogu predstavljati veoma dobro sredstvo (alat) u analizi i opisu ovih veza, tako da je i osnovni zadatak ovog rada da se kroz analizu postojeće literature, opiše i shvati logistička kompetitivnost uz pomoć metode poslovnih modela [1]. Ovako definisan zadatak podrazumeva, pre svega, opis logističke kompetitivnosti (značaj uloge logistike u strategiji preduzeća) i logističkih poslovnih modela (komponente i njihova struktura).

2. UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA

2.1. Osnovne napomene

Lanac snabdevanja (LS) predstavlja mrežu organizacija koje su uključene u određene procese i aktivnosti kojima se uvećavaju vrednosti njihovih proizvoda i usluga sa aspekta krajnjih potrošača. Osnovni elementi lanca snabdevanja su fizički entiteti: snabdevači, proizvođači, distributeri, malo-prodaje.

Ovi entiteti predstavljaju fiksni deo lanca, tj. Osnovnu infrastrukturu lanca ili logističke mreže. Egzekutivni deo lanca čini politika upravljanja zalihama, transportnog rutiranja i dispečiranja.

Upravljanje egzekutivnim delom i oblikovanje fiksnog dela lanca snabdevanja čine zajedno upravljanje lancem snabdevanja [2]. Strategija upravljanja lancem snabdevanja definiše se, pre svega, na osnovu korporativne strategije preduzeća koja jasno oslikava ciljeve preduzeća.

Nivo ispod korporativne strategije je rezervisan za strategije konkurentsosti. Traba naglasiti da se različite strategije konkurentsosti zahtevaju za različita tržišta. Nakon definisanja strategije konkurentnosti definiše se logistička strategija, odnosno strategija upravljanja lancem snabdevanja.

Svrha logističkog poslovanja jeste efektivna i efikasna podrška poslovnim operacijama sa ciljem optimizacije kvaliteta logističke usluge i troškova kroz ostvarenje logističkog zadatka definisanog kroz sedam logističkih zahteva „sedam logističkih zapovesti“.

Logistički zadatak će biti izvršen kada stigne prave (potrebne) količine proizvoda, pravog (dobrog) kvaliteta, u pravo (tačno) vreme, na pravo (odgovarajuće) mesto, pravim (poznatim) potrošačima, traženim količinama, po primerenoj (optimalnoj) ceni.

Izostankom bilo koje promenljive logistički zadatak neće biti izvršen. Kroz definisanje logističkog zadatka definisane su logističke aktivnosti [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, docent.

2.2. Osnovni elementi upravljanja i oblikovanja lanca snabdevanja

Da bi se funkcija upravljanja LS realizovala postoji niz logističkih aktivnosti, a najčešće se navode (Slika 1):

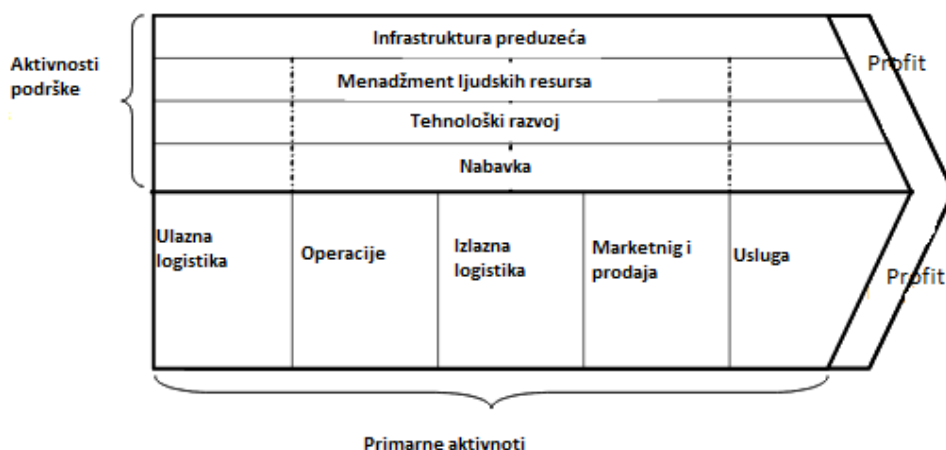
- upravljanje transportom,
- upravljanje zalihama,
- upravljanje informacijama,
- oblikovanje strukture lanca snabdevanja,
- upravljanje korisničkim servisom,
- upravljanje proizvodnjom.



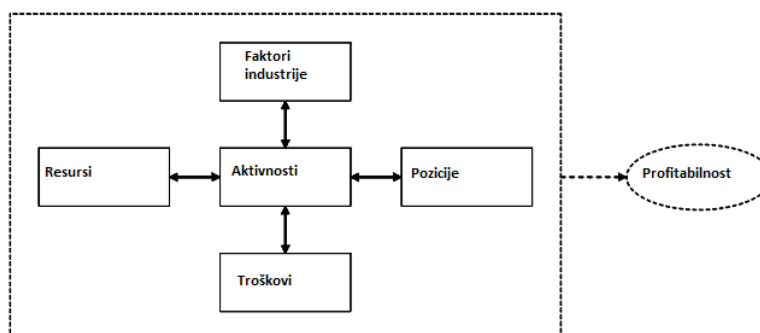
Slika 1. Logističke aktivnosti u lancima snabdevanja [2]

Preduzeće se pozicionira u odnosu na konkurenciju i njihove proizvode i/ili usluge na četiri načina – kvalitetom, uslugom, cenom, brzinom isporuke [4]. Logistika je viđena kao potencijalna mogućnost za smanjenje troškova i za povećanje zadovoljstva potrošača uslugom i/ili proizvodima.

Logistička strategija preduzeća sastoji se od svih strateških odluka i planova koji se odnose na upravljanje lancem snabdevanja. Ona predstavlja vezu između viših strategija i detaljnih operacija u lancu snabdevanja.



Slika 2. Porterov lanac vrednosti [1]



Slika 3. Komponente poslovnog modela [1]

3. STRATEŠKO ODLUČIVANJE I POSLOVNI MODELI

3.1. Postojeće teorije strategije

Rane teorije strategije bile su usmerene prvenstveno na interne aspekte firme, da bi 1980-ih došlo do usmeravanja fokusa prema eksternom okruženju firme, sa dobro poznatim predlagateljima kao što je Porter u industrijskoj organizaciji škole mišljenja [1].

Konkurentska prednost firme zasniva se na pet konkurentskih snaga: pretnja od novih učesnika, pregovaračke moći kupaca, pretnja od zamenskih proizvoda ili usluga, pregovaračke moći dobavljača i rivalitet među postojećim firmama.

Da bi se održao određeni položaj u industriji, preduzeće se u nekom pogledu mora razlikovati od konkurencije. U pristupu industrijske organizacije uobičajeno je da se jedno preduzeće opiše kroz lanac vrednosti, koji je predložen od strane Portera sredinom 1980-ih godina (slika 2).

Vrednost je ono što je kupac spreman da plati za ono što preduzeće pruža.

3.2. Poslovni modeli

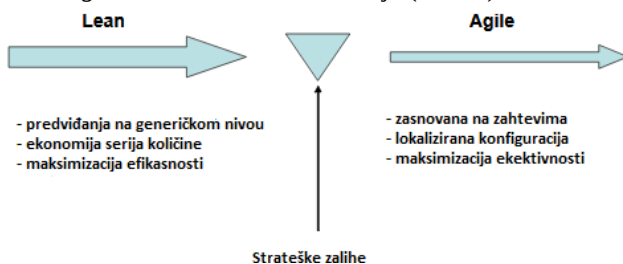
Poslovni model se može shvatiti kao skup komponenata koji zajedno oslikavaju logiku i funkcionisanje preduzeća [1]. Identifikuju se tri opšte dimenzije ili komponente poslovnog modela: unutrašnji faktori, spoljno okruženje i ponuda. Dalji detaljniji prikaz poslovnog modela prikazan je na slici (slika 3). Spoljni faktori su ovde izraženi kao industrijski faktori i konkurentske pozicije, unutrašnji faktori su izraženi kao resursi i aktivnosti. Troškovi su izvučeni kao posebna komponenta.

Uklapanje između komponenti poslovnog modela je neophodno za funkcionisanje samog modela. Terminirane su dve vrste uklapanja, uklapanje okruženja i unutrašnje uklapanje. Ekstrakovane, odnosno izdvojene komponente su:

- strategija,
- položaj,
- ponuda,
- aktivnosti i organizacija,
- resursi i
- troškovi i prihodi.

3.3. Logistički kontekst poslovnih modela

Koncept poslovnog modela fokusira se podalje od tradicionalnog shvatanja strategije, koja je podeljena na korporativnu, poslovnu i funkcionalnu strategiju. Poslednjih decenija došlo je do razvoja stava da logističku strategiju treba shvatiti više nego integraciju, bez smanjivanja vrednosti integracije. Jedan način da se shvati logistička strategija je kroz termine *lean* i *agile*. Predlažu se ova dva termina (*lean* i *agile*) kada se opisuje i povezuje karakteristika logistike u preduzeću sa logističkom kompetitivnošću [1]. Agilnu organizaciju karakteriše visok stepen fleksibilnosti i pokretljivosti. Agilnost se definiše kao sposobnost organizacije da brzo reaguje na promene u potražnji, kako u pogledu obima tako i u pogledu raznovrsnosti. Agilni pristup se traži kada je značajna varijacija u potražnji i kada postoji mnogo različitih vrsta proizvoda u ponudi. Kada je potražnja predvidiva, zahtevi za raznosvršnošću niski, a za količine visoki, prikladniji je *lean* pristup. Osnova *lean* pristupa može se naći u *lean* proizvodnji koja teži ka eliminaciji otpada. Razgraničenje između *lean* i *agile* delova lanca snabdevanja je tačka razdvajanja koja predstavlja i startešku tačku sa pozicije zaliha između *lean* i *agile* delova lanca snabdevanja (slika 4).

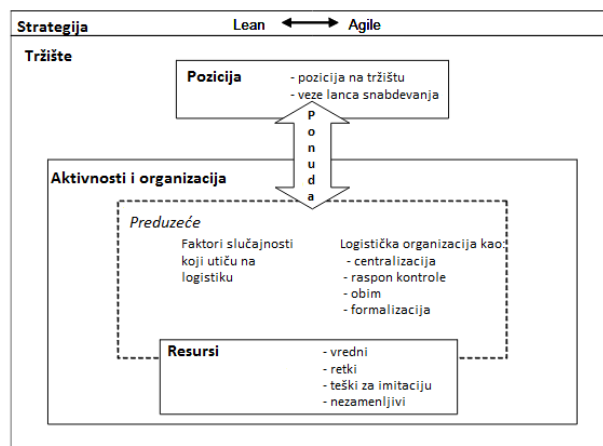


Sl.4. Tačka razdvajanja između *lean* i *agile* strategije [1]
Tačka razdvajanja je tačka u lancu snabdevanja gde je poznata stvarna potražnja. Uzvodno od tačke razdvajanja procesi su zasnovani na predviđanjima, dok su nizvodno od tačke razdvajanja procesi zasnovani na realnoj potražnji.

4. FORMIRANJE MODELA ZA ANALIZU LOGISTIČKE KOMPETITIVNOSTI

4.1. Logistički poslovni model

Razvijeni logistički poslovni model prikazan je na slici 5 i dodatno je usavršen kroz empirijske podatke i kroz analize realnih studija slučaja. Korišćenjem logističkog poslovnog modela moguće je vratiti se na početne istraživačke ideje i sagledati logističku kompetitivnost i ulogu logistike u strategiji preduzeća.



Slika 5. Model za analizu logističke kompetitivnosti [1]

Model za analizu logističke kompetitivnosti na slici 5 predstavlja generalnu ideju poslovnog modela na konceptualnom nivou. Preduzeće (isprekidani pravougaonik na slici) teži određenim aktivnostima unutar i van vlastite organizacije. Ovo znači da su aktivnosti preduzeća, bilo da se sprovedu u okviru preduzeća ili eksterno, deo poslovnog modela i spadaju u komponente aktivnosti i organizacije.

4.2. Analiza osnovnih komponenti modela

Strategija kao što je prikazana u poslovnom modelu mora biti formulisana kao plan bez obzira da li će biti pod uticajem drugih pojava aspekata. Istraživanja logističke strategije imaju umesto toga izražene logističke strategije kao stepen integracije.

U praksi, logistička strategija preduzeća odnosi se na izbor između efikasnosti i efektivnosti. Pozicija je termin blisko vezan sa *outside-in* pristupom strategiji i sa definisanim Porterovih pet snaga.

Pozicija preduzeća upravlja potencijalnim ulaskom na tržište, opasnostima od zamene proizvoda ili usluga, pregovaračkom moći dobavljača i potrošača i rivalitetom između postojećih preduzeća na tržištu. Ponuda predstavlja razmenu koja se odvija između dimenzije položaja na tržištu (spoljno okruženje) i dimenzije operativne platforme (unutrašnji faktori) poslovnog modela.

To znači da se ponuda može posmatrati kao posrednički uređaj između preduzeća i njenog tržišta i potrošača. Aktivnosti i organizacija predstavljaju komponentu koja obuhvata sve operacije sprovedene u preduzeću, kao i one koje se odvijaju od strane spoljnih strana. Ovo je važna razlika jer za funkcionisanje poslovnog modela sve aktivnosti i procesi uključeni u operacione troškove, mogu biti sprovedene spolja ili iznutra.

U suprotnom, poslovni model neće uspeti. Da bi se opisala i shvatila organizacija logistike, popularno je korišten pristup slučajnosti organizacije logistike. Preduzeće mora posedovati ili kontrolisati određeni broj resursa kako bi moglo da sprovede svoje operacije. Nekoliko resursa može biti viđeno kao karakteristične sposobnosti i samim tim doprinose komeptitivnoj prednosti preduzeća.

Za preduzeća koja su logistički kompetitivna i na taj način zapošljavaju logistički poslovni model, logistički resursi trebaju biti od ključnog značaja i na taj način čine karakterističnu sposobnost.

4.3. Zaključak o logističkim poslovnim modelima na osnovu praktičnih istraživanja

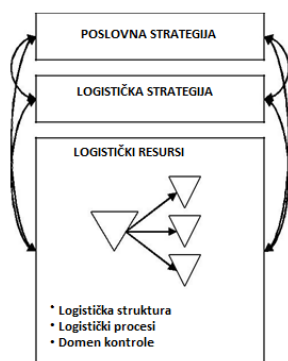
Na osnovu praktičnih primera primenom razvijenog modela došlo je do identifikacije određenih karakteristika logističkog poslovnog modela. Iako su analizirana preduzeća u različitim industrijama, poslovni modeli imaju dosta sličnosti na generičkom nivou.

Strategija - Logistika se ne posmatra samo kao sredstvo za minimizaciju troškova. Umesto toga, u svim slučajevima koriste se različiti oblici hibridne logističke strategije sa komponentama i *lean* i *agile* za različite delova toka ili različite dimenzije toka. Ovakva hibridna strategija može kombinovati *agile* asortiman sa *lean* aktivnostima i procesima.

Pozicija – Različite ponude se prave za različita tržišta ili različite grupe proizvoda. Ove brojne ponude podržane su i omogućene od strane jedne operativne platforme.

Aktivnosti i organizacija – Poslovni model, pre nego organizaciona struktura, određuje raspodelu odgovornosti u slučajevima i postoji visok stepen integracije u dimenzijama toka u organizaciji. U praksi, ovo znači da postoje male ili nikakve funkcionalne granice koje dozvoljavaju marketingu da se uključi u snabdevanje i obrnuto. Kontrola nad logistikom i IT sektorom centralizovana je u svim slučajevima čime se minimiziraju rizici od podoptimizacije u tim područjima.

Resursi – kontrola nad procesima, fizičkim procesima kao i tokovima informacija, sa centralizovanom kontrolom logistike i IT sektora važan je resurs u svim slučajevima. Poslovni model je operacionalizacija poslovne strategije. Koncept poslovnog modela viđen je kao sredstvo koje opisuje logiku i funkcionisanje preduzeća. On može pomoći u unapređenju razumevanja uloge obavljenih operacijam, u ovom slučaju logistike, u strategiji preduzeća (Slika 6).



Slika 6. Uloga logistike u strategiji preduzeća [1]

5. ZAKLJUČAK

U radu je analiziran i obrađen logistički poslovni model i njegove sastavne komponente. Logistički poslovni model formiran je od pet komponenti: strategija, pozicija, ponuda, aktivnosti i organizacija, i resursi. Logistički

poslovni model omogućava opis i analizu uloge logistike u strategiji preduzeća i vodi do identifikacije specifičnih karakteristika poslovnog modela preduzeća koja kompetitivnost baziraju na logistici. Svrha je pružanje boljeg razumevanja i shvatanja uloge logistike u strategiji preduzeća.

Upravljanje lancem snabdevanja i određivanje strateškog pravca preduzeća predstavlja polaznu i najbitniju tačku u odlučivanju. Doprinos u oblasti logistike je napravljen uvođenjem teorije iz oblasti strateškog menadžmenta koja je kombinovana sa logističkim istraživanjem. Logistički poslovni model i rezultirajuća slika uloge logistike u strategiji preduzeća može se posmatrati kao daljna nadgradnja istraživanja koristeći sličan teorijski stav u strateškom menadžmetu, ali dodajući koncept poslovnog modela kao sredstvo za analizu.

Rezultati takođe nadograđuju tradicionalno fokusirana istraživanja logističke strategije gde ovo istraživanje povezuje istraživanje logističke strategije sa strateškim menadžmentom. Iako se istraživanja ne mogu generalizovati tako da vrede za sva preduzeća, verovatno je da će menadžeri većine preduzeća koje obavljaju trgovinu sa fizičkim proizvodima, kako trgovačkih tako i proizvodnih preduzeća, koristiti kao sredstvo logistički poslovni model.

Važno je da postoji uklapanje između različitih komponenti poslovnog modela. Najrasprostranjenije shvatanje pojma uklapanje je konzistentnost između komponenti.

6. LITERATURA

- [1] Tobias Kihlen, *Logistic-based Competition – A Business Model Approach*, 2007.
- [2] Doc. dr Maslarić Marinko, *Osnove upravljanja lancima snabdevanja*
- [3] https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwJRxe-V45zWAhXJd5oKHbRuBocQFggxMAI&url=https%3A%2F%2Fsingipedia.singidunum.ac.rs%2Fpreuzmi%2F40907-logistika%2F867&usg=AFQjCNGNBUI2_Vyq7BXeg0OyckO1FHTe4A
- [4] https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjyG0q5XWAhVJJsAKHdS3C7wQFggxMAA&url=http%3A%2F%2Fpredmet.singidunum.ac.rs%2Fpluginfile.php%2F2588%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FPredavanje%252011%2FChapter%252011-1.pdf%3Fforcedownload%3D1&usg=AFQjCNHSSd-vce5P4AsTvL7SUVJYwmxpg

Kratka biografija:



Branka Rkman, rođena u Somboru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja –oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdevanja odbranila je 2017. god.

**ANALIZA LOGISTIČKE IGRE NA TEMU UPRAVLJANJA RIZICIMA U LANCIMA
SNABDEVANJA****ANALYSIS OF LOGISTIC GAME ON THE SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT**

Ana Vujičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – *Upravljanje današnjim multifunkcionalnim sistemima, kao što su lanci snabdjevanja, postaje sve više zahtjevan i kompleksan zadatak, s obzirom na stanje i razvoj tržišta, kao i na opšte prisutnu globalizaciju. Da bi adekvatno i efikasno upravljali rizicima, menadžeri lanca snabdjevanja moraju da imaju što kvalitetniji uvid u njegovu strukturu, način funkcionisanja i planiranja. Postoji više različitih alata i načina koji pomažu menadžerima u ovome, a jedan od njih su i ozbiljne igre (eng. serious game), koje su se pokazale veoma efikasne kao podrška razumjevanju složenih sistema, kao što su lanci snabdjevanja. Ovaj rad detaljno analizira realan projekat planiranja, formiranja, testiranja i procjene ozbiljne igre i cilj ovog rada je olakšavanje upoznavanja i razumjevanja ključnih konceptata upravljanja rizicima u lancu snabdjevanja.*

Abstract – *Managing today's multi-functional systems, such as supply chains, is becoming a more demanding and complex task, given the state and development of the market, as well as the general globalization that is present. In order to manage risks adequately and efficiently, managers need to have a better insight into its structure, way of functioning and planning. There are many different tools and ways to help managers in this, and one of them is a serious game, which has proven to be very effective in understanding of complex systems, such as supply chains. This work in detail analyzes a realistic project of planning, forming, testing and evaluating serious game and the aim of this paper is to facilitate the introduction and understanding of key concepts of risk management in the supply chain.*

Ključne reči: *Upravljanje rizikom, lanac snabdjevanja, ozbiljne (logističke) igre*

1. UVOD

Upravljanje današnjim multi-funkcionalnim sistemima, kao što su lanci snabdjevanja, postaje sve više zahtjevan i kompleksan zadatak, s obzirom na stanje i razvoj tržišta, kao i na opšte prisutnu globalizaciju [1]. Što je veća nesigurnost u ponudi i potražnji, globalizacija tržišta, kraći životni ciklus proizvoda i tehnologije, učešće više proizvodnih, distributivnih i logističkih partnera (što rezultira složenom međunarodnom mrežom snabdjevanja i odnosa), to je veća izloženost rizicima u lancu snabdjevanja [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, docent.

Da bi adekvatno i efikasno upravljali rizicima, menadžeri lanca snabdjevanja (LS) moraju da imaju što kvalitetniji uvid u njegovu strukturu, način funkcionisanja i planiranja. Postoji više različitih alata i načina koji pomažu menadžerima u ovome, a jedan od njih su i ozbiljne igre (eng. serious game), koje su se pokazale veoma efikasne kao podrška razumjevanju složenih sistema, kao što su lanci snabdjevanja. Igre omogućavaju interaktivan način učenja, za razliku od tradicionalnih metoda koje se baziraju na predavanjima i korišćenju udžbenika. Ovaj rad obrađuje projektne postavke, probleme, izazove, dizajniranje, testiranje i validaciju igre za obrazovanje (budućih) menadžera o upravljanju rizicima u lancu snabdjevanja, a koja je za potrebe kompanije Deloitte razvijena i opisana u radu [1].

**2. UPRAVLJANJE RIZICIMA U LANCIMA
SNABDEVANJA****2.1. Zašto URULS?**

Različite sprovedene studije pokazuju da organizacije ne poklanjaju dovoljno pažnje problemu "upravljanja rizicima u lancima snabdjevanja-URULS", u smislu kreiranja formalnih procedura za njihovu realizaciju, iako je opšteprisutno mišljenje da će LS postajati sve osjetljiviji na rizike u budućnosti. Osnovni razlozi povećanja izloženosti riziku su trend globalizacije, uvoz/izvoz iz zemalja sa niskim troškovima, korišćenje just in time (JIT) prakse (manje sigurnosnih zaliha), veće razmjene informacija i korišćenje strategije "single sourcing" [1]. Takođe, razlozi su i fokusiranje na efikasnost, umjesto na efektivnost, centralizacija proizvodnje i distribucije, oslanjanje na kooperaciju, smanjivanje broja dobavljača, promjenljivost tražnje, to jest zahtjeva korisnika, nedovoljna transparentnost unutar lanca i nerazvijeni kontrolni mehanizmi, itd. [2].

2.2. Teorijski koncepti koji omogućavaju razumjevanje rizika u lancu snabdjevanja

Jedan od ciljeva razmatrane igre o URULS jeste razumjevanje teorijske pozadine koncepta URULS. Da bi se odgovorilo na ovo pitanje, teoretska pozadina rizika u lancu snabdjevanja i naknadna pitanja upravljanja su istražena kroz korišćenje nekoliko teorijskih konceptata (gledišta): teorije normalnih nezgoda, teorije visoke pouzdanosti, ekonomske teorije i dr. Sva saznanja stečena na ovaj način korišćena su za dizajniranje i razvoj igre o URULS.

2.3. Definisanje upravljanja rizikom u LS

Upravljanje rizicima u lancima snabdjevanja predstavlja presjek skupova upravljanja lancima snabdjevanja i

upravljanja rizicima. To je nov koncept koji obuhvata kako operacioni tako i finansijski aspekt procesa odlučivanja koji se zasniva na pravovremenoj reakciji na promjene. Upravljanje lancima snabdjevanja suočava se sa izazovima velikog broja različitih rizika, čiji intezitet posljedica je u rasponu od minimalnih kašnjenja do kompletnog prekida tokova u lancima snabdjevanja. *Upravljanje rizikom u lancu snabdjevanja se definiše kao:* „upravljanje rizikom u lancu snabdjevanja je process sistematskog identifikovanja, analiziranja i suočavanja sa rizicima u lancu snabdjevanja”. Osnovni elementi koncepta URULS prikazani su na slici 1.



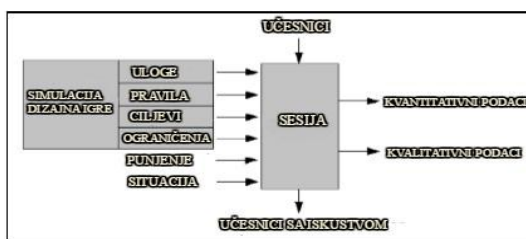
Sl 1. Ulazni i izlazni parametri sesije igre [1]

3. OZBILJNE IGRE KAO METODA UČENJA

3.1. Uvodne napomene

Igrači uče iz ozbiljne igre kroz iskustveno učenje, uče posmatranjem, aktivnim djelovanjem i konceptualizacijom. Ovaj pristup, između ostalog, pogodan je za proučavanje lanca snabdjevanja, za razvijanje sistemskog pogleda, za razvijanje vještine rješavanja problema.

Ozbiljna igra, kao što je razmatrana igra o upravljanju rizikom u lancu snabdjevanja, se igra kroz "sesiju". Sesija igre je događaj koji ima dva važna ulazna parametra: (1) igra o upravljanju rizicima u lancu snabdjevanja, i (2) učesnici (bez iskustva). Tokom sesije igre, učesnici se upoznaju sa zadatkom, igraju igru, i razmišljaju o rezultatima. Oni na taj način razvijaju 'iskustvo'. Izlaz iz sesije igre su "učesnici sa iskustvom". Ulazni i izlazni parametri igre su prikazani na slici 2.



Sl 2. Ulazni i izlazni parametri sesije igre [1]

3.2. Ozbiljne igre kao metoda učenja

Postoje četiri glavna argumenta za korištenje ozbiljne igre kao alata/metoda za „olakšavanje učenja” o ključnim konceptima URULS:

1. Ozbiljne igre simuliraju okruženje koje omogućava igračima da eksperimentišu sigurno.
2. Ozbiljno igranje je interaktivni način učenja.
3. Ozbiljne igre su u mogućnosti da uče ljude o logističkim mrežama.

4. Ozbiljno igranje je posebno pogodno za određene ciljne grupe. Ozbiljno igranje ima posebno ciljanu publiku - generaciju Y.

3.3. Procjena postojećih igara o upravljanju lancem snabdjevanja

Pri procesu selekcije igara prvo šta je potrebno uraditi to je upoznavanje sa postojećim igrama iz oblasti upravljanja lancima snabdjevanja/logistike. U posmatranom radu identifikano je deset takvih igara. Prvi kriterijum za odabir je korištenje kompjutera u igri. Drugi kriterijum za selekciju je da igra treba biti igra „lanca snabdjevanja”. To znači da u igri, proizvodi moraju biti kupljeni i prodani u trgovinskoj mreži. Treći kriterijum je da što više igrača učestvuje u igri. Četvrti kriterijum je da izvori podataka moraju biti dostupni. Ishod procesa selekcije je selekcija deset igrica, koje su razvijene od strane univerziteta i privatnih kompanija širom svijeta. Na osnovu analize sakupljenih logističkih igara izvedeno je nekoliko zapažanja. Prvo, igre se znatno razlikuju po upotrebi kompjutera, broju učesnika, broju igrača, proizvoda, konkurencije i uključivanja rizika u igru. Drugo, ciljevi učenja su u rasponu od specifičnih ciljeva (tj. značaj dijeljenja informacija kada je riječ o neizvjesnosti potražnje), do više opštih ciljeva (tj. pokazati važnost funkcioniranja logistike). Svih deset sakupljenih logističkih igara je procijenjeno u kontekstu pitanja na koji način su rizici uključeni u igru o URULS?

4. OSNOVNE DIZAJNERSKE POSTAVKE POSMATRANE IGRE O URULS

4.1. Cilj dizajna

Glavni cilj dizajna je: *“dizajnirati i razviti ozbiljnu logističku igru, koja olakšava učenje o ključnim konceptima upravljanja rizicima u lancu snabdjevanja”*

Ozbiljna igra zahtjeva uvod i ispitivanje. Uvod u igru je neophodan da bi upoznao ljude sa igrom koju će igrati, zadacima koje trebaju obaviti i problemima sa kojim će se suočiti. Ispitivanje je faza procjene, zatim je potrebno napraviti vezu između igrice i stvarnosti, kako bi se ispunili ciljevi učenja. Time se poboljšava obrazovna vrijednost igre. Procjena je važan metod za obučavanje profesionalaca. Konačno, mora biti razvijen instrument kako bi se izmjerio učinak igre, i to nam omogućava da se odgovori na istraživačka pitanja.

4.2. Metode istraživanja i izvori podataka

Relevantni naučni radovi su konsultovani da bi se opisale teorijske osnove za upravljanje lancem snabdjevanja i upravljanje rizikom. U analiziranom radu je izvršeno odgovarajuće teorijsko istraživanje i intervjui. Ključni pojmovi URULS mogu biti uključeni u jednom ili više elemenata igrice o URULS (uvod, igra i ispitivanje). Pregled literature, koji se sastoji od vrednovanja postojeće logistike i igre o upravljanju rizicima, koristi se za prenošenje teoretske pozadine i ključnih pojmova URULS na listu zahtjeva i na kraju na stvarnu konstrukciju igre. Da bi se utvrdilo na koji način su rizici uključeni u izbor igre o upravljanju lancem snabdjevanja, analizirane su postojeće igre. Takođe metoda koja se koristi da bi se izmjerila obrazovna vrijednost sesija igre je analiza

upitnika znanja prije i posle. Ovaj instrument ima mogućnost statističke analize

5. DIZAJN I KONSTRUKCIJA IGRE O UPRAVLJANJU RIZIKOM U LANCU SNABDJEVANJA

5.1 . Metod dizajniranja igre

Da bi se savladale greške koje predstavljaju "prijetnju validnosti igre", slijedene su smjernice koje mogu biti od pomoći u toku kreiranja igre. U nastavku su opisane prve tri faze, faza inicijacije, projektovanja i izgradnje.

U fazi inicijacije zahtjevi dizajna su bazirani na analizi problema. Lista zahtjeva je bazirana na pregledu literature i razgovorima sa mentorima. Tokom faze dizajna stvara se konceptualni dizajn igre. To je odrađeno prolaskom kroz učestale, kreativne i epizodične procese koji se sastoje od višestrukih ciklusa dizajna i diskusija. Faza izrade sastoji se od iterativnog, kreativnog i epizodičnog procesa izrade, kao i testiranja i ocjenjivanja igre. Dizajn se poboljšava tokom svake aktivnosti testiranja.

5.2. Proces dizajna igre

Proces dizajniranja igre će se opisati u smislu analize faza inicijacije, dizajna i izgradnje. U fazi inicijacije predloženo je pet elemenata igre: klijent, svrha, predmet, ciljna grupa i kontekst korištenja. U analiziranoj igri kompanija Deloitte je klijent igre o URULS. Predmet igre je upravljanje rizikom u lancima snabdjevanja. Igra o URULS je namjenjena svima onima koji su zainteresovani za rizik, snabdjevanje, lanac ili upravljanje rizikom u lancu snabdjevanja. Najvjerovatnija publika je Generacija Y, koja se sastoji od studenata i mladih profesora. Nekoliko važnih zahtjeva dizajna (koji se nazivaju "neophodni" zahtjevi) izvedeni su na osnovu rezultata iz šest intervju sa zaposlenima kompanije Deloitte. To su:

- Sesiji igrice može prisustvovati 4-10 osoba;
- Ukupno trajanje sesije igre ne smije biti duže od 4 sata;
- Sesiju igre treba prilagoditi specifičnim pitanjima i potrebama, stoga igra mora biti prilagodljiva zahtjevima određene ciljne grupe;
- Sesija igre mora imati snažnu poruku (kroz jednostavnost);
- Igra o URULS povećava svijest o rizik

U fazi dizajna, kreiran je konceptualni dizajn igre koji se zasniva na neophodnim zahtjevima i uvidima u ono što je stečeno u svim prethodnim poglavljima. U fazi dizajna su se kombinovali konceptualni zahtjevi sa informacijama o lancu snabdjevanja mesa kako bi se dizajnirala sesija igre. Kontekst igre je lanac snabdjevanja mesom. Struktura lanca snabdjevanja sadrži pet različitih elemenata: farmu za uzgoj, poljoprivrednu kompaniju, kompaniju za obradu, supermarket i tržište potrošača. Dakle, postoji pet različitih učesnika u igri. Upustva za igrače su u velikom dijelu ista za svaku ulogu, samo se razlikuje opis uloga. Uloga kompanije za obradu i upustvo za igrača je nakompleksnij dio. Kompanija za obradu mora, za razliku od ostalih uloga, sklopiti ugovor i pregovarati o iznosu i cijeni, sa dva igrača u igri: farmom (dobavljačem) i supermarketom (kupcem). Drugi igrači (farme i

supermarketi) moraju pregovarati sa samo jednim igračem.

Rizični događaji su simulirani kroz „kartice događaja”. U svakoj rundi u igri se „kartice događaja” uzimaju iz špila. Svaka kartica predstavlja različitu kategoriju. Postoji sedam kategorija (tabela 1), od čega tri opšte kategorije („proizvodnja”, „IT i komunikacije” i „fizički kapaciteti”).

Tabela 1. Kategorije rizika u analiziranoj igri [1]

Opšti rizici (unutar lanca snabdjevanja)	Specifični rizici lanca mesa (van lanca snabdjevanja)
Proizvodnja	Regulacije
IT i komunikacije	Bolesti
Fizički kapaciteti	Higijena
Nepoznati rizici (nezgode, problem pri radu...)	

Učesnici imaju četiri instrumenta za kontrolu rizika:

- 1) Kontrola rizika ulaganjem u preventivne akcije upravljanja rizikom: smanjenje ranjivosti.
 - 2) Kontrola rizika ulaganjem u naknadno upravljanje rizicima: povećanje otpornosti (= smanjenje uticaja).
 - 3) Kontrola rizika povećanjem tehnoloških viškova: izgradnjom tampona sa sigurnosnim zalihama, preko naručivanja više od potražnje kupaca. Ovim se štiti od kašnjenja i gubitka proizvoda.
 - 4) Kontrola rizika povećanjem tehnoloških viškova: izgradnja finansijskog pufera kroz čuvanje profita.
- Runda igre sastoji se od pet faza, to su faza simulacije, narudžbine, isporuke, događaja i faza upravljanja rizicima. Faza je strukturisana prema sledećem redoslijedu:

- 1) *Faza simulacije.* Potražnja krajnjeg tržišta (potrošača) u supermarketima se simulira.

[Akcije u igri : svi supermarket uzimaju kovertu. U koverti je navedena potražnja potrošača za ovaj mjesec (prilično stabilna potražnja odražava stvarnu potražnju kupaca za mesom)]

- 2) *Faza ugovora.* Proizvodi se naručuju kroz nagodbu u ugovoru. Ugovor navodi sledeće informacije: broj, količinu, cijenu po jedinici, ukupnu cijenu, rizike dijeljenja sporazuma, ime kupca i prodavca.

[Akcije u igri: ugovori se popunjavaju i premještaju od kupca do dobavljača. Nema fiksne cijene, osim cijene hrane]

- 3) *Faza događaja.* Učesnici uzimaju „kartice događaja” iz špila. Kartice sa događajima predstavljaju rizike koji imaju finansijski uticaj. Učesnici mogu zaštititi sebe od kategorija rizika. Ako učesnici nisu zaštićeni, uticaj / posljedica je određena bacanjem kockice. Status njihove „mjere elastičnosti” određen je sa kockicom koju učesnik baci.

[Akcije u igri: kartice događaja su uzete. Nakon provjere statusa ranjivosti, kockice „otpornosti” su bačene. To rezultira proizvodom ili finansijskim dobitkom ili gubitkom sa direktnim dejstvom]

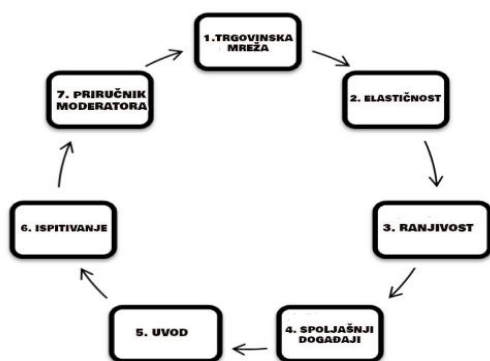
4) **Faza isporuke.** Sve kompanije isporučuju proizvode svojim klijentima. Kupci direktno plaćaju dobavljača. Profit učesnika je razlika u cijeni između kupovne i prodajne cijene.

[Akcije u igri: Proizvodi se pokreću od strane učesnika od dobavljača do kupca, kako je navedeno u ugovoru. Sva roba se direktno plaća, nakon isporuke, od strane kupaca]

5) **Faza upravljanja rizikom.** Učesnici imaju dvije opcije za upravljanje rizikom; 1) smanjenje ranjivosti ili 2) poboljšati otpornost. Učesnici mogu smanjiti ranjivost sa ulaganjima. Učesnici mogu povećati otpornost sa ulaganjima u „meru elastičnosti”.

[Akcije u igri: učesnici ulažu u smanjenje ranjivosti i/ili povećanje otpornosti. To će odrediti njihovu ranjivost na rizike i uticaj rizika u sledećoj rundi. Učesnici takođe mogu odabrati da zadrže profit, a da ne ulažu u ništa.]

U fazi izgradnje, konceptualni dizajn igre je dodatno razrađen. Faza izgradnje sastoji se od izgradnje različitih komponenti u igri. Faze 1, 2, 3 i 4 su o izgradnji „igre”. Faza 5, 6 i 7 mogu biti započete nakon što se faza 4 završi. Logično, uvod, ispitivanje i priručnik moderatora može biti dizajniran i razvijen tek nakon izgradnje dijela koji se igra u igri o URULS (slika 3).



Sl 3. Sedam koraka izgradnje igre [1]

6. PROCJENA IGRE O URULS

6.1. Verifikacija razvijene logističke igre

Performanse igre se testiraju provjerom da li su, ili nisu ispunjeni zahtjevi dizajna. Zatim se raspravlja o svim zahtjevima koji su označeni kao "neophodni". Nakon toga se raspravlja o tome kako su važni zahtjevi ugrađeni u igru o URULS. Za svaki neophodni zahtjev, argumentacija je kratka i ponekad se samo daje jedan primjer kako je ovaj zahtjev ugrađen u igru o URULS.

6.2. Validacija razvijene logističke igre

Formular za procjenu je razvijen kako bi se potvrdila igra o URULS. Rezultati pružaju mjeru uspjeha igre, iz perspektive učesnika. Formular za ocjenjivanje sastoji se od petnaest prijedloga koji su ocijenjeni na "Likertovoj skali od sedam tačaka". Svi učesnici iz prve sesije igre su ispunili formular procjene.

6.3. Zaključne ocjene razvijene logističke igre

Konačni zaključak iz procjene igre o URULS je da postoje naznake da je autor igre 'na pravom putu'. Proces provjere ukazuje na to da su ključni koncepti uključeni u

igru o URULS (ali je to subjektivni proces). Provjera validacije ukazuje na to da je četrnaest od petnaest prijedloga ocijenjeno "na pozitivnoj strani" Likertove skale od 7 tačaka. Kvalitativna zapažanja ukazuju na to da postoje mali strukturni nedostaci u dizajnu igre o URULS. Temeljeni kvalitativni podaci prikupljeni od strane prve sesije igre, oblikovali su namjerne izmjene. Sve promjene koje poboljšavaju igru o URULS se sprovode kroz igru, i mogu se testirati u budućim sesijama igre. Više sesija, sa različitim publikom, neophodne su za dalje poboljšanje dizajna i neophodno je prikupljanje više kvalitativnih i kvantitativnih podataka za podršku tim indikacijama

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U radu je analizirana razvijena igra o URULS sa aspekta dizajna, izgradnje, testiranja i procjene kako bi se postigli određeni ciljevi učenja. Na osnovu rezultata verifikacije, "samoprocjene" učinaka učenja iz formulara procjene i kvalitativnih podataka prikupljenih tokom igre, konačni odgovor na istraživačko pitanje formulisan je na sledeći način:

"Postoje jake indicije da se ključni koncepti URULS mogu naučiti učestvovanjem u sesijama igre. Međutim, nepohodno je više sesija igre, sa različitim publikom, kako bi se dodatno poboljšao dizajn i prikupilo više kvalitativnih i kvantitativnih podataka koji bi podržali ove indicije. Ograničenje ovog istraživanja je da se performanse (efikasnost) projektovanog artefakta, u smislu učenja, ne mogu dokazati."

Ovaj rad predstavlja početnu osnovu za dalje razumjevanje rizika u lancima snabdijevanja i načina suočavanja sa njima u budućnosti. Poseban doprinos ovog rada predstavlja povećavanje literature na sprskom jeziku na temu URULS i stvaranje dobre osnove za razvijanje konkretne igre u budućnosti, pomoću koje će se brže i efikasnije upoznati sa načinom upravljanja rizikom u lancima snabdijevanja.

8. LITERATURA

- [1] Kujipers, R., *Supply Chain Risk Management Game*, Delft University of Technology, faculty of Technology Policy & Management, 2009.
- [2] <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/10%20predavanje%20LS%202016.pdf>
- [3] Maslarić, M., *Osnove upravljanja lancima snabdijevanja*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- [4] <http://edupoint.carnet.hr/casopis/49/clanci/1.html>

Kratka biografija:



Ana Vujičić, rođena u Sarajevu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja –oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdjevanja odbranila je 2017. god.

KANBAN: PRINCIPI, METODOLOGIJA I PRIMER PRIMENE**KANBAN: PRINCIPLES, METHODOLOGY AND EXAMPLE OF APPLICATION**

Teodora Dakić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Kanban sistem zasnovan je na principima vučenih procesa u lancima snabdevanja (eng. Pull) i principom "u pravo vreme" (eng. Just in time – JIT). Tema rada su obrada osnovnih principa, metodologije kao i studije slučaja implementacije Kanbana u realnoj kompaniji, na osnovu čega će se sistematizovati prednosti i nedostaci koje Kanban nosi sa sobom.

Abstract – Kanban system is based on the principles of pull processes in supply chains and the principle of "just in time" (JIT). The subject of the paper is analysis of the principles, methodology and case study about implementation of Kanban in real company. Base on that analysis, the advantages and disadvantages that Kanban brings with them will be specified.

Glavne reči: lanci snabdevanja, Kanban, troškovi, zalihe.

1. UVOD

Tradicionalna strategija upravljanja proizvodnjom (nabavka, doprema, planiranje proizvodnje) podrazumeva Push strategiju (gurane procese u lancima snabdevanja), koja se zasniva na stvaranju (velikih) zaliha proizvoda u skladu sa (predviđanjima) zahteva korisnika. Ovo može da stvori određene probleme kod planiranja i upravljanja, pre svega proizvodnim procesima u lancima snabdevanja, jer se zbog nesinhronizovanih proizvodnih procesa stvaraju prekomerne zalihe. Iz tog razloga je kompanija Toyota koncipirala novi način proizvodnog pristupa–strategiju Kanban sistem [1]. Kanban u suštini označava informaciju koja pokreće neku akciju ili instrukciju za popunu zaliha u lancu snabdevanja, imena poteklog iz japanske terminologije koje, grubo prevedeno označava „karticu koja nosi određene informacije.“

2. TEORETSKI DEO**2.1. Masovno prilagođavanje proizvoda**

„Masovno prilagođavanje“ je koncept kojim se označava sposobnost da se brzo i efikasno proizvodi prilagođavaju potrebama kupaca od početka proizvodnje do isporuke, osmišljen 1987. godine od strane Stena Dejvisa [2].

Prilikom uvođenja koncepta masovne kostumizacije postoje odgovarajuće strategije. Postoje tri načina realizacije: sporije tokom vremena, brže preko transformacije posla ili stvaranjem novog posla.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marinko Maslarić.

2.2. „Lean“ principi

Sušтина „Lean“ proizvodnje jeste naglašavanje minimiziranja količine korišćenih resursa (uključujući vreme u raznim aktivnostima preduzeća). To uključuje identifikaciju i uklanjanje aktivnosti koje ne doprinose vrednosti u razvoju, proizvodnji, nabavci, distribuciji i komunikaciji sa potrošačima [3]. Postoji pet osnovnih koraka u postizanju „lean“ koncepta, koji su definisani kao životni ciklus „lean“ proizvodnje i to su:

- Definisanje vrednosti,
- Kreiranje mape toka vrednosti,
- Tok aktivnosti,
- Reagovanje na potražnju kupaca,
- Neprekidno napredovanje,

2.2. „Just in time“ proizvodnja

Princip „Just in time“ podrazumeva proizvodnju gotovih proizvoda „tačno na vreme“, kako bi se zadovoljila potražnja korisnika. Na japanskom termin „just in time“ znači „vremenski dobro planirano“, odnosno „tačno u pravo vreme“ [3]. Osnovni elementi „Just in time“ proizvodnje su:

- Skraćivanje roka isporuke,
- Nepostojanje zaliha svake vrste,
- Totalno upravljanje kvalitetom,
- Totalno preventivno održavanje,
- Fleksibilnost u svim situacijama.

Primenom „Just in time“ u proizvodnji postiže se:

- Visok kvalitete proizvoda, proizvodnja bez grešaka
- Proizvodnja prema potrebama tržišta,
- Kratak ciklus proizvodnje, efikasna izmena alata

2.3. Kanban sistem

Kanban kao sistem upravljanja proizvodnjom pokriva upravljanje proizvodnjom, kontrolu zaliha, kontrolu kvaliteta, nabavku i distribuciju, pa čak i sistem motivacije radnika. Reč „Kanban“ potiče od japanske reči koja znači „karta“ ili bukvalno „vidljiv zapis“ [3]. Kanban sistem ima za cilj da:

- Identifikuje sadržaj transportno–skladišnih sudova u kojim se roba nalazi i pristize.
- Izvrše novu porudžbinu materijala kada je transportno – skladišni sud prazan.

Osnovna ideja Kanbana je oponašanje samoposluge. Kupci uzimaju robu sa police, a da bi sistem funkcionisao

dobro, mora se voditi računa da police stalno budu pune. U momentu kada se polica sa robom isprazni, to predstavlja signal radnicima u samoposluži da tu policu napune novom količinom robe [3]. Postoje dva tipa Kanban kartica:

- za proizvodnju (sa instrukcijama i operacijama);
- za otpremu (sa instrukcijama o transport i kretanju proizvoda);

2.4. Litlov zakon

„Prosečan broj kupaca u stabilnom sistemu (tokom nekog vremenskog intervala) je jednak njihovoj prosečnoj stopi dolaska koji se množi njihovim prosečnim vremenom u sistemu“ – predstavlja Litlov zakon, koji je prvi put dokazao Džon Litl 1961.godine [5]. Tri osnovne postavke ovog zakona su:

1. Poslovi u toku (WIP) se povećavaju ako je brzina protoka (λ) veća i ako je ciklusno vreme veće (CT);
2. Protok posla (λ) je veći ako se povećava broj poslova u toku (WIP) ili ako se smanjuje ciklusno vreme (CT);
3. Ciklusno vreme (CT) se povećava ako se povećava broj poslova u toku (WIP) ili ako se smanjuje protok poslova kroz proces (λ). [5]

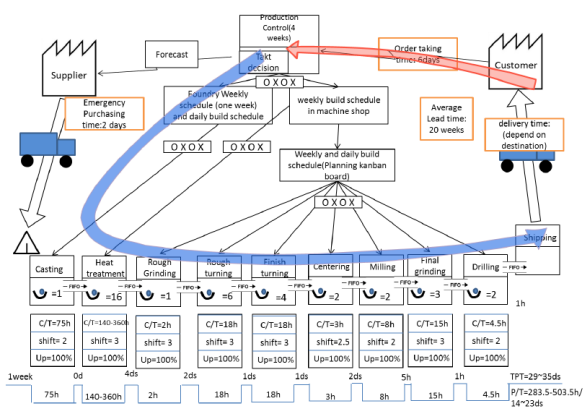
3. STUDIJA SLUČAJA - PRIMENA KANBAN SISTEMA

Studija slučaja koja je analizirana u ovom master radu predstavlja obradu stranog istraživanja na temu proizvodnih procesa u kompaniji Akers Sweden AB, prestavljenog u radu autora Yang Zhang „Kanban Re-engineers Production Process In Akers Sweden AB“. Proizvodi koji se proizvode u Akers Sweden AB su livene rolne koje se mogu podeliti u tri glavne grupe: A300, A500/800 i A100 [2].

3.1. Proizvodni proces – mapa toka vrednosti

Za prikazivanje trenutnog proizvodnog procesa, koristiće se metoda mapiranja toka vrednosti. Na mapi toka vrednosti prikazana na slici 1, mogu se definisati tri glavna procesa koja počinju kada posmatrana kompanija dobije porudžbinu od kupaca, a završava se kada se porudžbine prenesu u plan proizvodnje.

Tri glavna procesa su: realizacija porudžbine, nabavka i proizvodnja. Da bi se proces kompletno završio potrebno je 6 dana [2].



Slika 1. Mapa toka vrednosti – trenutno stanje, [2]

3.2. Opšti opis proizvodnog procesa

Postoje dve proizvodne lokacije, a to su: livnica koja se koristi za livenje i mašinska radionica koja se koristi za toplotno tretiranje i mašinsku obradu. Proizvodni proces počinje sa porudžbinom kupca, usklađivanjem i pravljenjem rasporeda. Nakon primanja porudžbine u livnici, prelazi se na učvršćivanje kalupa za livenje. Mešanje i mlevenje sirovina u pećima (gvožđe i aluminijum). Kada se obavi livenje, rolne se skladište zbog hlađenja. Skida se kalup i rolne se prenosu u mašinsku radionicu. Rolne se obrađuju ultrasoničnim testiranjem, koje obavlja odeljenje kontrole kvaliteta. Ukoliko je rolna u redu, ona je spremna za toplotno tretiranje i mašinsku obradu. Na slici 2 prikazan je proizvodni proces.

U posmatranoj kompaniji postoje tri grupe zaliha: zalihe sirovina, zalihe u procesu proizvodnje (WIP zalihe) i zalihe finalnih proizvoda, koje se nalaze u livnici. WIP sadrži dva tipa proizvoda u obradi: proizvodi pod mašinskom obradom, i proizvodi koji čekaju u redu [2].



Slika 2. Proizvodni proces, [2]

Opis rada zasnovan na mapiranju toka vrednosti

Vreme isporuke predstavlja period od primanja porudžbine do isporuke.. U tabeli 1. prikazana su vremena trajanja pojedinih procesa celokupnog vremena isporuke:

Tabela 1. Komponente vremena isporuke [2]

Primanje narudžbe	6 dana
Podešavanje takta proizvodnje	4 nedelje
Finalno planiranje	1 nedelja
Nabavka	2 dana
Priprema za livenje	1 nedelja
Proizvodnja	5 nedelja
Dostava	Visoko varijabilna

Ukoliko je vreme konačne dostave 4 nedelje, sumirano vreme za isporuku je 15-16 nedelja. Dok proces planiranja i proizvodnje iznosi oko 10 nedelja. Vreme protoka materijala (TPT) varira od 29-38 dana, od čega su 14-23 dana vreme koje je utrošeno na realizaciju aktivnosti koje stvaraju dodatnu vrednost. Na osnovu toga zaključujemo da vreme koje je utrošeno na aktivnosti koje ne donose dodatnu vrednost iznosi 15 dana (uključujući 5

dana pripremnog vremena za livenje). Prosečno vreme protoka materijala za proizvod A300 iznosi 34 dana [2].

Usko grlo definiše tempo kompletnog sistema, u posmatranoj kompaniji predstavljaju ga same procesne jedinice. Procesne jedinice kao usko grulo su uglavnom: grubo okretanje, finalno okretanje, usitnjavanje, i finalno mlevenje.

3.3. Definisanje Kanbana u posmatranoj kompaniji

Cilj Kanbana je da smanji zalihe u radnim procesima (WIP zalihe), da skрати proizvodno prolazno vreme (ukupno vreme protoka materijala - TPT) i da obezbedi da se proizvodni proces uskladi, sa očekivanim rokom isporuke. U posmatranoj Kompaniji Litlov zakon je transformisan u sledeću formulu:

$$WIP = Takt \times TPT$$

WIP – zalihe u procesu obrade, broj proizvoda u stabilnom proizvodnom procesu.

Takt – brzina koja pokazuje koliko porudžbina se ubacuje u proizvodni sistem u svakoj jedinici vremena. Predstavlja broj izlaznih proizvoda/ broj ulaznih porudžbina u jedinici vremena.

TPT - predstavlja vreme protoka materijala. Ukoliko je Takt konstantan, smanjenjem WIP, smanjivaće se i vreme protoka materijala. Takt odluka predstavlja proizvodni pejsmejker i vodi ka ukupnoj sinhronizaciji u posmatranoj kompaniji.

Postoji nekoliko fizičkih Kanbana koji se koriste u posmatranoj kompaniji, a to su [2]:

- Kanban kartica

Predstavlja papir u boji koji ide zajedno sa rolnom kroz proizvodnu liniju od livenja do čekanja na isporuku u skladištu. Na slici 3 prikazan je izgled Kanban kartice. Svaka boja predstavlja jednu proizvodnu liniju proizvoda.

	=2hrs	A300	Bottleneck cycle time: 12hrs
	=1hrs	A100	Bottleneck cycle time: 4hrs
	=4hrs	A500/800/400	Bottleneck cycle time: 16hrs
	=6hrs	A500/800 CV7 AFB	Bottleneck cycle time: 24hrs

Slika 3: Primer Kanban kartice, [2]

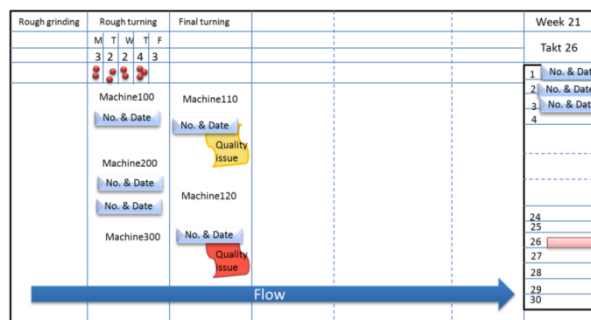
Za proizvod A300, čije je usko grlo u finalnom okretanju koje traje 12 sati i svaka Kanban kartica stoji 2 sata, potrebno je 6 narandžastih kartica za jednu rolnu A300 [2].

- Kanban tabla za planiranje

Nalazi se u mašinskoj radionici i ilustruje pregled mašinskog procesa. Prikazuje kako proizvodi teku kroz proizvodnu liniju na dnevnom nivou. Prikazuje svaku procesnu jedinicu.

Sa gornje strane prikazuje dnevni plan proizvodnje i uslov implementiranja, ispod plana prikazuje mašinsku grupu i rolne.

Krajnje desno nalazi se nedeljni Takt. Uzimajući sliku 4 za primer, Takt je 26, dok je kraj nedelje 21, a izlaz treba da dostigne u 26 nedelji [2].



Slika 4: Kanban ploča za mapiranje sa magnetnim indikatorom [2]

Povezani glavni učesnici su operateri svake faze, supervizori proizvodnje i planeri, kontrolori kvaliteta.

- Lokalna kanban tabla sa magnetnim idikatorom

Potrebno je da bude locirana blizu svake mašinske stanice i koristi se od strane operatera. Služi da pomogne operaterima da obave dnevno operativno planiranje. Povezani glavni učesnici su operateri pojedinih proizvodnih faza.

- Kanban polica

Predstavlja pomoćni alat za Kanban karticu i služi kao držač kartica. Po potrebi operateri skidaju setove fajlova sa police, po završetku procesa se vraćaju na policu. Postoje tri police locirane u logističkoj kancelariji, jedinici toplotnog tretmana i kabini mašinske radionice [2].

4. STUDIJA SLUČAJA - ANALIZA

Kompanija Akers Sweden suočava se sa tržištem kojem su potrebni visoko prilagođeni proizvodi sa velikim zahtevima, ovaj zahtev zahteva brz proizvodni sistem i predstavlja razlog zbog kojeg je Kanban kreiran. Analiza primene Kanban sistema urađena je shodno postavkama SWOT analize koja razmatra četiri osnovne karakteristike: snagu, šanse, pretnje i slabosti [2].

4.1. Snage

Implementiranjem Kanbana proizvodni proces radi u sinhronizovanom tempu. Proizvodna sekvanca radi u skladu sa FOIL. WIP zalihe su smanjene, i iz tog razloga lakše je pratiti probleme u kvalitetu. Kanban postavlja proizvodni tempo, vlada sekvencom toka, standardizuje posao. Smanjenjem WIP zaliha, manji su troškovi zaliha što zajedno sa smanjenjem TPT ubrzava stopu protoka gotovog novaca.

Kod glavnog proizvoda A300 TPT je sa 47 dana smanjen na 34 dana. Što je kraće vreme prolaza, to je preciznija prognoza izlaza. Kanban tabla daje dobru osnovu i početak da osoblje radi zajedno, deli, diskutuje i sarađuje. Svako dodatno razmišljanje i diskusija će poboljšati proizvodnju [2].

4.2. Šanse

Reagibilnost- Kompanija mora da daje brz odgovor na zahteve kupaca za kreće vreme nego ranije. Zbog ograničavanja WIP zaliha i skraćivanja TPT proizvodnje, dolazi do skraćivanja vremena isporuke, na taj način kompanija postaje konkurentnija.

Pouzdanost – se oslikava u dva glavna pravca konzistentnost u kvalitetu i datumu isporuke.

Otpornost - predstavlja sposobnost lanca snabdevanja da se nosi sa neočekivanim poremećajima, kao što su neočekivani zahtevi kupaca, povećanje ekonomskih poremećaja [2].

4.3. Slabosti

Kanban kao projekat koji je u posmatranoj kompaniji još u probnoj fazi, sa sobom nosi i sledeće slabosti:

1. Nekontrolisani tok WIP zaliha

Zbog praznine između ulaza i izlaza, došlo je do fluktuacije WIP zaliha. Ovim načinom dolazi do poteškoće implementacije rutina Kanban kartica jer se ne zna koliko je kartica izdato, a koliko će biti stavljeni u sledeći proizvodni ciklus.

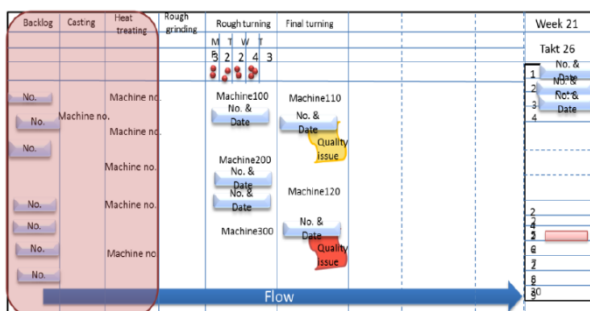
2. Neintegrirani Kanban sistem

Predstavlja samostalnost u nekim delovima proizvodnog sistema, iz tog razloga dolazi do nedostatka komunikacije u informacijama sa drugim procesima. Na taj način holistička sinhronizacija je oslabljena. Neintegracija se oslikava na nekoliko aspekata: zaseban proces planiranja, nepotpuna FOBI sekvenca, nepotpun proces vizuelizacije i neispunjenje datuma isporuke.

- Sugestije

1. Kompletan planiranje putem Kanban table

Da bi se kompletiralo ukupno planiranje, na Kanban tabli je potrebno uključiti livenje, procese toplotnog tretmana kao i skladištenje proizvoda. Problem nastaje u praktičnoj primeni jer su mašinska radionica i pripremna radionica locirane na zasebna dva kraja fabrike. Ovo je moguće rešiti ako se doda jedna polica u osnovi za primanje seta fajlova sa livenja i hlađenja. Na taj način došlo bi do prebacivanja Kanban kartice i pokretanje magnetnog indikatora na Kanban tabli. Potrebno je restrukturirati i Kanban tablu, tako što će se dodati deo za neispunjene pošiljke (backlog), liveni i toplotni tretman u jednoj koloni. Izgled restrukturirane Kanban table prikazan je na slici 5 [2].



Slika 5: Mapiranje toka vrednosti-buduće stanje, [2]

2. Pravljenje rasporeda isporuke

Novim system je moguće preciznije odrediti izlaz, na taj način moguće je planirati i isporuku. Vreme isporuke se u nekoj meri može i smanjiti [2].

3. Mapiranje toka vrednosti - buduće stanje

Izgled budućeg mapiranja toka vrednosti, do sada zasebne procese planiranja, pripreme i mašinsku radionicu kombinuje zajedno. Dnevni i nedeljni planovi, ilustruju se zajedno sa ulaznim i izlaznim taktovima na istoj Kanban table za planiranje. Takt odluka predstavlja raspored za proces isporuke. Implementacijom ažuriranog Kanbana

od TPT-a se očekuje da bude manji od trenutnog prosečnog vremena od 34 dana, a kompanija bi mogla da garantuje kraće vreme isporuke prema kupcima.

4.4. Pretnje/izazovi

Kanban predstavlja revoluciju u proizvodnji, bazirana je na velikim promenama. Do sada najveću prepreku predstavljaju tradicionalni načini razmišljanja ljudi i njihovo svakodnevno obavljanje poslova. Promena uvek daje utisak nesigurnosti i nebezbednosti koje ljudi ne vole [2].

5. ZAKLJUČAK

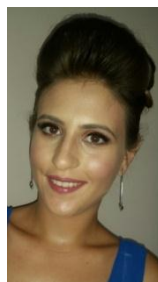
Kanban kao pomoćno sredstvo za rešavanje problema upravljanja, treba da stvara preduslove za proizvodnju bez smetnji, vrši kontrolu kvaliteta, nabavku i distribuciju. Uz pomoć Kanbana na vizuelan i veoma lak način moguće je regulisati količinu robe u sistemu.

Implementacijom Kanbana u kompaniji obuhvaćenoj studijom slučaja je smanjenje zaliha, kraće proizvodno prolazno vreme, proizvodni procesi su sinhronizovani, smanjenjem zaliha stvara se više slobodnog prostora. Analizom primene Kanbana u realnoj kompaniji, jasno su istaknute prednosti i nedostaci koje Kanban nosi sa sobom. Testiranje je vršeno u realnom sistemu i iz tog razloga može pomoći budućim čitaocima da izučavaju problematiku primene Kanbana u sistemima u Srbiji.

6. LITERATURA

- [1] Ahmad Naufal, Ahmed Jaffar, Noviah Yusoff, Narul Hayati, „Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia – Case Study
- [2] Yang Zhang, „Kanban Re-engineers Production Process In Åkers Sweden AB“
- [3] Прекајски Слободан, (2007) „Анализа могућности примене Леан концепта у домаћој пракси“, Дипломски – Мастер рад, Нови Сад, ФТН
- [4] Лазаревић, М., Скрипта са предавања – Производне стратегије, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2013.
- [5] http://www.eknfak.ni.ac.rs/dl/upr_proizvodnjom/JIT,%20Kanban.pdf
- [6] Зеленовић Д., Пројековање производних система, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 2003.

Kratka biografija:



Teodora Dakić rođena je u Somboru 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdevanja odbranila je 2017. god.

ANALIZA RADA I PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE PROIZVODNO-EKONOMSKIH REZULTATA RADA PREDUZEĆA „AB TRANSPORT“ D.O.O. – ZRENJANIN**ANALYSIS AND MEASURES FOR IMPROVEMENT OF PRODUCTION AND ECONOMIC RESULTS OF THE COMPANY “AB TRANSPORT” D. O. O. – ZRENJANIN**Vladimir Takov, Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Drumski vid transporta ima dominantno mesto u okviru transportnih sistema svake zemlje. Njegov udeo je između 75-98% i poslednjih godina uočen je intenzivni rast. Osnovni ciljevi izrade ovog rada odnose se na sagledavanje problematike prilikom odvijanja transportnih procesa u preduzeću a sve u cilju iznalaženja mogućnosti i načina za ostvarivanje maksimalnog povećanja transportnog rada, sa jedne strane i maksimalnog mogućeg smanjenja troškova transporta, sa druge strane. Prikazana je organizaciona struktura, struktura voznog parka, struktura zaposlenih. Na osnovu izvršene analize postojećeg (trenutnog) stanja, izvršena je analiza željenog stanja i na osnovu toga dat je predlog mera za poboljšanje rada i poslovanja ovog autotransportnog preduzeća. Izvršena je klasifikacija troškova, urađena analiza stalnih i promenljivih troškova. Opisani su informacioni sistemi koje koristi autotransportno preduzeće. Pored ostalog opisana je organizacija i rad preduzeća u unutrašnjem i međunarodnom transportu.

Abstract: Road transport has a dominant position within the transport systems of each country. Its share is between 75-98% and in recent years intensive growth has been observed. The main goals of this work are to look at the problems in the process of carrying out transport processes in the company, in order to find the possibilities and ways to achieve maximum increase in transport work, on the one hand, and the maximum possible reduction of transport costs on the other side. Organizational is displayed The organizational structure, the structure of the vehicle fleet, and the structure of the employees are presented. On the basis of an analysis of the current situation, an analysis of the desired condition was made and the proposal of measures for improving the operation and operation of this autotransport company was given. Cost classification was performed, analysis of fixed and variable costs was done. The information systems used by the autotransport company are described. Among other things, the organization and work of companies in domestic and international transport are described.

Ključne reči: Transport, roba, putnici, analiza rada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Gladović.

1. UVOD

Transport kao samostalna privredna delatnost predstavlja sastavni deo jednog društva. Pored toga što ima važnu ulogu u procesu proizvodnje, transportom se može uticati i na nivo razvoja tržišta kao i na stepen snabdevanja nekog tržišta robom.

Transport utiče i na cenu proizvoda i usluga. Iako sam transport ne učestvuje u proizvodnji nekog proizvoda, njegova uloga je veoma bitna zato što omogućava dopremu sirovina i materijala u proizvodni pogon, a nakon toga vrši otpremu gotovih proizvoda.

U domaćoj i u stranoj literaturi mogu se naći različite definicije i tumačenja pojma transporta, ali se uopšteno može reći da transport predstavlja premeštanje putnika i robe uz pomoć transportnih sredstava od izvora do cilja putovanja.

2. ANALIZA RADA VOZNOG PARKA PREDUZEĆA „AB TRANSPORT“ SA ANALIZOM PROIZVODNOSTI VOZILA

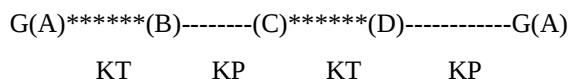
Izvršena je analiza izmeritelja rada na relaciji Zrenjanin gde je ujedno i garaža i utovar, do Subotice, zatim su vozila prazna išla do Sombora gde je vršen utovar i prevoz do Novog Sada i potom prazni vraćali nazad za Zrenjanin. U tabeli 1. prikazani su parametri prevoza u postojećem stanju

Tabela 1..Parametri prevoza

Dužina relacije	L=340 km
Korisna nosivost sa poluprikolicom	q=25t
Koeficijent statičkog iskorišćenja	$\gamma=0.90$
Srednja brzina kretanja	Vsr=60km/h
Vreme utovara u Zrenjaninu i u Somboru	tuA=45 min, tuC=45 min
Vreme istovara u Subotici i u Novom Sadu	tiB= 30min, tiD=35min

U prethodnoj tabeli 1. dati su su paramteri prevoza gde se uočava da je vreme utovara u Zrenjaninu trajalo 45 minuta i u Somboru takođe, dok je vreme istovara u Subotici trajalo 30 minuta a u Novom Sadu 35 minuta. Ukupna dužina relacije je bila 350 kilometara.

Na slici 1. prikazan je prevozni put u postojećem stanju.



Slika 1. Prikaz prevoznog puta

Na prethodnoj slici 1. je prikazana relacija Zrenjanin-Subotica-Sombor-Novi Sad-Zrenjanin. Od Zrenjanina do Subotice se prevozio teret 72 tone pšenice. Od Subotice do Sombora je vozilo išlo prazno. Od Sombora do Novog Sada se prevozio teret od 60 tone da bi se vozilo prazno vratilo u garažu odnosno Zrenjanin.

Na osnovu raznih propočuna došlo se do sledećih rezultata koji će biti prikazani u sledećoj tabeli 2

Tabela 2. Rezultati rada u postojećem stanju

Broj vožnji za transport tereta-12
Količina robe koja se prevozi-132 tone
Vreme obrta-460 minuta
Auto kilometri (pod teretom, prazni, nulti) 1710 km
Transportni rad 15420 t/km

U tabeli 2. prikazani su rezultati rada u postojećem stanju gde se analizom podataka može konstatovati da je osnovni zadatak da se utvrdi varijanta koja je najoptimalnija za prevoz ove vrste tereta. Kako je prevoz organizovan delimično bez tereta, izvršiće se analiza rezultata prevoza tereta i sa povratnom vožnjom.

Zatim je izvršena analiza u i u željenom stanju u koje je povratna vožnja bila sa teretom (maksimalna iskorišćenost). U tabeli 3 dati su parametri prevoza u postojećem stanju

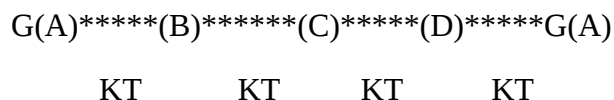
Tabela 3. Paramteri prevoza u postojećem stanju

Dužina relacije	L=340 km
Korisna nosivost sa poluprikolicom	q=25t
Koeficijent statičkog iskorišćenja	$\gamma=0.90$
Srednja brzina kretanja	Vsr=50km/h
Vreme utovara u Zrenjaninu i u Somboru	tuA=45 min, tuB=60 min tuC=45 min, tuD=60mi
Vreme istovara u Subotici i u Novom Sadu	tiA=40 tiB=30min, tiC=35min i tiD=35min

U tabeli 3. dati su paramteri prevoza za željeno stanje gde se još vrši i utovar u Subotici koje traje 60 min, i utovar u Novom Sadu koje traje takođe 60 min. Što se tiče istovara ono je u Zrenjaninu 40 minuta a u Somboru 35 minuta.

Takođe i srednja brzina kretanja je nešto manja pošto se prevozi više tereta.

Na sledećoj slici 2 prikazan je prevozni put u željenom stanju



Slika 2. Prikaz prevoznog puta u željenom stanju

Na prethodnoj slici 2 je prikazan prevozni put u željenom stanju, gde se uočava da nema praznih kilometara, pa je tokom celog prevoznog puta vozilo bilo natovareno.

Nakon proračuna dobijeni su rezultati u željenom stanju, koji će biti prikazani u tabeli 4.

Tabela 4. rezultati rada u željenom stanju

Broj vožnji za transport tereta-12
Količina robe koja se prevozi-132 tone
Vreme obrta-460 minuta
Auto kilometri (pod teretom, prazni, nulti) 1710 km
Transportni rad 15420 t/km

U tabeli 4 prikazani su rezultati u željenom stanju gde se može uočiti u odnosu na postojeće stanje, razlika u količini robe, u postojećem stanju je 132 tone dok je u željenom stanju 266 tone.

Takođe važan parametar je i pređeni kilometri pod teretom, u postojećem 1380 dok je u željenom 4080. Koeficijent iskorišćenja pređenog puta pod teretom je u postojećem stanju 0.68 a gotovo za 32 procenata je veći u željenom stanju i iznosi 1. Koeficijent iskorišćenja nultog pređenog puta u željenom stanju je 0, što je dobro. Puna proizvodnost u zavisnosti od količine prevezenog tereta i ostvarenog transportnog rada je veća u željenom stanju čime se može dati zaključak da je željeno stanje mnogo efikasnije.

3. TROŠKOVI EKSPLOATACIJE VOZILA U DRUMSKOM TRANSPORTU

U transportu se najčešće koristi sledeća podela troškova:

- klasifikacija troškova po ekonomskom obeležju,
- klasifikacija troškova po proizvodnom obeležju,
- klasifikacija troškova prema načinu nastajanja troškova,

- klasifikacija troškova prema nosiocima nastajanja troškova,
- klasifikacija troškova prema načinu utvrđivanja.

Nakon prikupljanja podataka u preduzeću izvršen je proračun stalnih i promenljivih troškova.

U tabeli 5 dat si **stalni troškovi** po vozilu u toku godine u evrima.

Tabela 5. *Stalni troškovi vozila u toku godine.*

Amortizacija vozila	5550
Održavanje vozila	1100
Registracija i osiguranje	700
Ostali troškovi	2400
Plate osoblja	7569
Ukupno	17269

U tabeli 5 prikazani su stalni troškovi po vozilu u toku godine pa se s obzirom da je vozilo prešlo kilometražu od 49545 kilometara visinu stalnih troškova po pređenom kilometru računa se na sledeći način:

$$T_s/km = \frac{T_s}{AK} = \frac{17269}{49545} = 0.35 \text{ €/km} \quad (1)$$

Takođe izračunati su i promenljivi troškovi po vozilu u toku godine. U tabeli 6 dati su promenljivi troškovi po vozilu u toku godine u evrima

Tabela 6. *Promenljivi troškovi vozila u toku godine*

Promenljivi troškovi u toku godine	
Troškovi guma	1189
Troškovi goriva	16350
Troškovi motornog ulja	196
Troškovi ulja u menjaču	42.27
Troškovi ulja za pogonski most	50.2
Troškovi ulja za upravljački mehanizam	9.35
Materijal za tekuće opravke	1000
Tekuće opravke	1000
Ukupni promenljivi troškovi	19837

U tabeli 6 dati su promenljivi troškovi po vozilu u toku godine na osnovu kojih se kao i kod stalnih troškova utvrđuje visina promenljivih troškova po pređenom kilometru puta na sledeći način:

$$T_p/km = \frac{T_p}{AK} = \frac{19837}{49545} = 0.40 \text{ € / km} \quad (2)$$

Zatim se izračunavaju ukupni troškovi po km puta:

$$U_{tkm} = T_p/km + T_s/km = 0.35 + 0.40 = 0.75 \text{ € / km} \quad (3)$$

4. PREDLOG MERA ZA POVEĆANJE EFIKASNOSTI POSLOVANJA RADA POSLOVANJA PREDUZEĆA „AB TRANSPORT“

Analizirajući poslovanje autotransportnog preduzeća „AB TRANSPORT“ uočeni su neki nedostaci, pa se u ovom poglavlju predlažu mere za poboljšanje produktivnosti i ekonomičnosti poslovanja, tačnije povećanje efikasnosti rada i poslovanja autotransportnog preduzeća.

Predlog mera (1).

U okviru modernizacije i razvoja saobraćajne funkcije predviđena je obnova, modernizacija i proširenje transportnih kapaciteta. Dobro organizovan i ureden unutrašnji, i pre svega međunarodni transport. Preduzeće mora izvršiti kupovinu novih vozila kako bi se povećao broj transporta roba prihvatanjem novih poslova, i transport različite robe, kao i kupovinom specijalnih kamiona radi transporta specijalnog tereta, koji zahteva posebne uslove.

Predlog mera (2).

Primećeno je da se ne vodi zadovoljavajući način vrednosti izmeritelja eksploatacije i rada voznog parka. Rešavanjem ovog problema došlo bi se do unapređenja poslovanja, što bi omogućilo povećanje proizvodno – ekonomskih pokazatelja. Glavni problem i nedostatak jeste da povratne vožnje u većoj meri su prazne, pa se predlaže da povratne vožnje budu pod teretom ili delimično pod teretom, kako bi se povećala efikasnost preduzeća i poboljšali izmeritelji rada. Povratne vožnje sa teretom doprinele bi povećanje racionalnosti transporta, zatim povećanje transportnog rada kao i proizvodnosti preduzeća. Ovim bi se takođe postigla veća ekonomska dobit preduzeća i smanjenje troškova po pređenom kilometru.

Predlog mera (3)

Da bi se povećalo poslovanje autotransportnog preduzeća, potrebno je proširiti vozni park, radi povećanja poslovanja, i izvršavanje više transportnih usluga, kako u unutrašnjem tako i u međunarodnom transportu. Primećuje se da je vozni park mali i da se sastoji od 4 teretna vozila. Povećanjem kapaciteta postojaće veća mogućnost za prevozom, čime bi se došlo do povećane produktivnosti rada preduzeća a time i do pobošanja poslovanja kao i ekonomske dobiti.

Predlog mera (4)

Još jedan od predloga mera koji bi trebao biti implementiran je uvođenje digitalnog tahografa i GPS za ostala vozila. Digitalni tahograf je uređaj koji omogućava permanentno praćenje režima vožnje i eksploatacije motornog vozila. Uvođenjem digitalnog tahografa omogućilo bi se da svaki vozač mora posedovati digitalnu karticu. Na osnovu svega ovoga snimaju se različite vrste podataka kao što su: identifikacija kartice (datum izdavanja itd.), identifikacija vlasnika kartice, informacije o vozačkoj dozvoli, podaci o aktivnostima vozača kao i važnim kontrolnim aktivnostima (datum i vreme kontrole itd.). Velika efikasnost preduzeća bi se ostvarila uvođenjem digitalnog tahografa iz predhodno navedenih razloga. Takođe veća je efikasnost kontrole. Policija može

Iako doći do informacija preko lap topa ili čitača kartice ili proverom štampanih podataka vezanih za aktivnost koje je izveo vozač. Što se tiče GPS, to je globalni pozicioni sistem koji se sastoji od 24 satelita raspoređenih u orbiti zemlje. Tako se na osnovu radio signala mogu odrediti tačne pozicije vozila danju ili noću i po svim vremenskim uslovima. Ovo može doprineti velikoj efikasnosti u praćenju vozila, u bilo kom trenutku.

Predlog mera (5)

Primećuje se da preduzeće raspolaže sa malim brojem vozača, svega 3. Povećanjem broja vozača po vozilu povećalo bi se iskorišćenje rada vozila u toku 24 časa. Na ovaj način ne bi bilo potrebe da se prave dangube i pauze vozača, već bi se menjali i na taj način bi se povećalo iskorišćenje rada vozila u toku 24 časa.

5. ZAKLJUČAK

Izvršena je analiza postojećeg i željenog stanja preduzeća „AB TRANSPORT“ iz Zrenjanina, odnosno sagledana organizaciona i kvalifikovana struktura preduzeća, struktura voznog parka, analiza troškova i pokazatelji rada voznog parka.

„AB TRANSPORT“ ima trenutno 5 zaposlenih radnika od čega su 3 vozača sa srednjom stručnom spremom, zatim preduzeće raspolaže sa jednim menadžerom transporta i na čelu sa direktorom preduzeća (Borivoj Sudarski).

Vozni park je heterogen, sastoji se od 4 vozila (tegljača). Starost vozila ide i do 30 godina. Iz navedenog se zaključuje da je potrebno da se u budućnosti vozni park poveća, kupovinom novih vozila bi se povećao broj transporta roba prihvatanjem novih poslova, i transport različite robe, kao i kupovinom specijalnih kamiona radi transporta specijalnog tereta, koji zahteva posebne uslove.

Ako preduzeće što pre prihvati analizirano željeno stanje, ekonomija preduzeća i finansijski podatak biće značajno veći.

Takođe, uočeno je da se transportuje roba bez povratne vožnje, pa se teži da u buduću bude više povratnih vožnji sa teretom.

Sva vozila koriste analogne tahografe. Uvođenjem digitalnih tahografa u sva vozila može doprineti bolju kontrolu rada vozila. Vozilo koje se koristilo za transport poseduje GPS sistem za kontrolu i praćenje.

Takođe dat je predlog mera za korišćenje standarda radi povećanja efikasnosti preduzeća.

6. LITERATURA

- [1] Prof. dr Pavle Gladović „Tehnologija drumskog saobraćaja“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010. Godina
- [2] Dokumentacija autotransportnog preduzeća „AB TRANSPORT“
- [3] Prof. dr Pavle Gladović „Organizacija drumskog saobraćaja“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014. Godina
- [4] <http://automobilizam.org> – 2015
- [5] Prof. Dr Pavle Gladović „Informacioni sistemi u drumskom transportu“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014. Godina

Kratka biografija



Vladimr Takov rođen je u Zrenjaninu 1993. Diplomski rad je odbranio 2016 godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Saobraćaj i transport.

МЕТОДЕ ЗА ПРЕДВИЂАЊЕ ФРЕКВЕНЦИЈЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА METHODS FOR PREDICTING THE NUMBER OF ROAD ACCIDENTS

Јелена Цветић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Саобраћајне незгоде представљају главни проблем небезбедности саобраћаја. Многи приступи вредновања безбедности саобраћаја засновани су на методама предвиђања саобраћајних незгода. У раду су разматране поједине методе.

Abstract – Traffic accidents represent the main problem of traffic safety. Many approaches to evaluating traffic safety are based on traffic accidents forecasting methods. Some methods are considered in this paper.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, саобраћајне незгоде, методе предвиђања.

1. УВОД

Highway Safety Manual (HSM), објављен 2010. од стране Америчког удружења за државне аутопутеве и саобраћајне званичнике (у даљем тексту AASHTO), је осмишљен као извор за помоћ саобраћајним инжењерима да доносе праве одлуке које утичу на безбедност на путевима. AASHTO тврди да HSM „окупља тренутно доступне информације и технологије о мерењу, процени и вредновању путева у погледу учесталости и озбиљности незгода“ (AASHTO, 2010).

Safety Performance Functions (SPF) су неки од ових алата доступних у HSM и користе се за квантитативно мерење безбедности на путевима у погледу броја незгода. SPF су модели предвиђања незгода, који укључују познате информације о путним ентитетима, као што су раскрснице или деонице пута, у једначину која процењује безбедност ентитета у виду учесталости незгода на годишњем нивоу. Модели могу бити искоришћени на два начина. Један је предвиђање безбедности путева за предстојећи период (на пример, после изградње или реконструкције), а други је идентификација места са екстремном фреквенцијом незгода, где је посматрана фреквенција много већа од предвиђене вредности.

Циљ рада је преглед метода за утврђивање броја саобраћајних незгода коришћених у HSM. SPF који прецизно представљају посматрану учесталост незгода су драгоцени за државу и локалне саобраћајне агенције. Међутим, AASHTO препознаје да постоје многи локални фактори који утичу на безбедност, као што су: број возача, локални путеви и услови околине путева, структура саобраћаја (AASHTO, 2010).

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ред. проф.

2. МЕТОДЕ ЗА ПРЕДВИЂАЊЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Безбедност је често на другом месту у односу на оно што неки сматрају хитнијим питањима од транспортног система: загушења, време путовања, загађење ваздуха и потрошња горива (Lord and Persaud, 2004). У последњих неколико година, безбедности се посвећује више пажње од како су се федералне агенције фокусирале на смањење незгода и смртних последица. Не само да је број повреда у незгодама константно опадао од 1999. (NHTSA, 2010a), него је и број смртних последица у 2009. (33.808) био најнижи забележен у САД од 1950. (NHTSA, 2010b).

Смањење броја повређених и погинулих у незгодама може се приписати појачаним прописима у безбедности (прописи о коришћењу сигурносних појасева или захтеви производње) и напору да се возачима повећа свест о проблемима у безбедности саобраћаја (као што је употреба мобилног телефона током вожње). Међутим, NHTSA приписује приметно оштар пад броја незгода и смртних последица 2008. и 2009. године економским променама, као што је раст незапослености (NHTSA, 2010a). Ове промене компликују процес предвиђања незгода, јер оне углавном нису приметне док се не догоде. Упркос овим изазовима, још увек постоји вредност у развоју SPF јер постоје друге стабилне везе које се могу мерити.

2.1 Примена метода предвиђања

Метод предвиђања, садржан у поглављима 10-12 (део Ц) у HSM, обезбеђује квантитативне мере очекиване просечне фреквенције незгода (AASHTO, 2010) које се могу применити, на основу постојећих услова пута или за будуће услове, као што је пројектовани ПГДС (Просечни Годишњи Дневни Саобраћај). Свако поглавље дела Ц (HSM) фокусира се на различите класификације путева. Поглавље 10. је за ванградске двотрачне двосмерне путеве, поглавље 11. је за ванградске вишетрачне аутопутеве и поглавље 12. је за градске и приградске путеве великог капацитета. Ово истраживање се фокусира на ванградске двотрачне двосмерне деонице као што је дискутовано у поглављу 10. (HSM).

У поглављима 1-9 у деловима А и Б (HSM) дискутује се, између осталог, о избору контрамера за смањење броја незгода, економским проценама контрамера и одређивању приоритетних пројеката. Када се користи са овим поглављима HSMa, SPF може помоћи практичарима да идентификују локације које могу имати највише користи од економских побољшања.

На пример, на критичном месту може долазити до великог броја незгода слетањем возила са пута, које се могу смањити повећањем ширине банке или инсталацијом вибрирајућих трака на ивици коловоза. Побољшањем геометрије околине пута може се смањити број незгода, јер пут више „прашта“ грешке возача. SPF могу помоћи да се обележе места где овакве промене могу унапредити безбедност саобраћаја.

2.2 Функције перформанси безбедности саобраћаја

SPF користи познате информације о путевима, као што су геометрија и ПГДС, да предвиди број саобраћајних незгода и њихову озбиљност на деоници или у раскрсници. Као што је претходно поменуто, поједине аспекте безбедности, као што су прописи или економске промене, је веома тешко укључити у SPF јер их је тешко дефинисати или се често мере тек када настану. Континуалне промене у посматраној безбедности путева, отежавају утврђивање променљивих које би требало да се користе, да би се предвидео број незгода на датом месту. Једини параметар који се мења из године у годину у SPF дат у HSM је ПГДС (осим ако се геометрија не промени услед побољшања).

Поглавље 10. у HSM даје модел предвиђања за ванградске двотрачне, двосмерне деонице путева. SPF је развијена из студија које укључују низ области у САД и може се калибрисати тако да боље предвиђа безбедност специфичних надлежности. Једначина 1 је SPF за ванградске двотрачне путеве који испуњавају основне услове као што је документовано у HSM (AASHTO, 2010).

$$N_{spf} = PGDS \times L \times 365 \times 10^{-6} \times e^{-0.312} \quad (1)$$

N_{spf} - број предвиђених незгода

PGDS- просечни годишњи дневни саобраћај

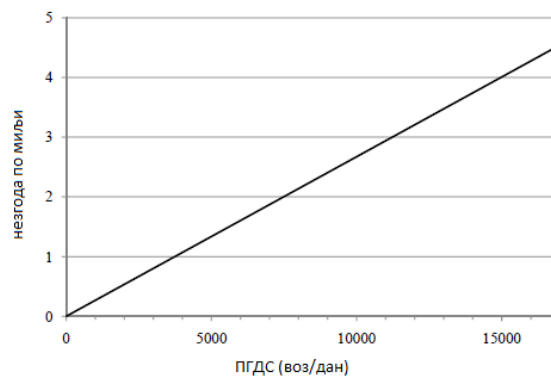
L- дужина деонице

Овај модел даје закључак да су незгоде директно пропорционалне излагању милион возила миља путовања (million vehicle miles traveled- MVMT). Коефицијенти 365 и 10^{-6} су коришћени да се ПГДС и дужина деонице претворе у годишње вредности MVMT.

Слика 2.1 показује предвиђен стопу незгода (незгода/миља) за ванградске двотрачне путеве на основу ПГДС, приказујући линеарну везу између ПГДС и незгода/миља, која је дата у једначини 1. Овај модел се користи за деонице које испуњавају одређене основне услове и разматра само изложеност (ПГДС и дужина деонице). Основни услови су дефинисани у HSM и представљени у табели 2.1.

Табела 2.1 Основни услови за ванградске двотрачне двосмерне путеве (AASHTO, 2010)

Ширина траке: 12 ft	Вертикалне кривине: нема
Ширина банке: 6 ft	Разделне шуштеће траке: нема
Тип банке: асфалтирана	Траке за претицање: нема
Стопа ризика околине пута: 3	Траке за лева скретања у оба смера: нема
Густина прилаза: 5 прилаза по миљу	Расвета: нема
Хоризонталне кривине: нема	Аутоматско примењивање брзине: нема



Слика 2.1. Предвиђена стопа незгода на основу ПГДС (AASHTO, 2010)

2.3 Фактор модификације незгода

Фактор модификације незгода (Crash Modification Factor, CMF), се користе када карактеристике локације одступају од основних услова датих у HSM. CMF се множи са основном предвиђеном вредношћу (N_{spf}), чиме се основна предвиђена учесталост незгода прилагођава стварним условима. Једначина 2 приказује ову везу. CMF већи од 1 указује на повећање предвиђеног броја незгода услед постојања услова који не спадају у основне, док CMF мањи од 1 представљају смањење броја незгода.

$$N = N_{spf} \times CMF1 \times CMF2 \times \dots \times CMFi \quad (2)$$

N- број предвиђених незгода узимајући у обзир услове који не спадају у основне

$CMFi$ - фактор модификације незгода

N_{spf} - број предвиђених незгода из једначине 1

Процедура калибрације дата у HSM дозвољава калибрацију две групе сегмената: оних који су строго у складу са основним условима, где је сваки $CMF=1$, и оних са различитим карактеристикама, чији CMF су укључени у укупно предвиђање. Ово истраживање се фокусира на други случај и укључује калибрацију сегмената који нису у складу са основним условима у HSM. Ово је урађено из разлога што је практично немогуће наћи довољно деоница које су строго у складу са основним условима из табеле 2.1.

3. ВРСТЕ МЕТОДА

3.1 Емпиријски Бајесов (ЕБ) метод

ЕБ метод упућује на два проблема у вези са моделима предвиђања незгода: регресија ка средњој вредности (Regression to the Mean, RTM) и недостатак података када је доступно само неколико година историје незгода (Hauer et al., 2002). RTM је честа појава код вредновања мреже локација са високом фреквенцијом незгода, јер подручја са великим бројем незгода у једној години могу имати мању, уобичајенију фреквенцију незгода у наредним годинама. Прецизност модела за предвиђање незгода је мала када се базира на ограниченом временском периоду, јер је мало вероватно да кратак временски период добро репрезентује праву средњу вредност учесталости незгода.

ЕБ метод препознаје да је безбедност локације најбоље процењена разматрањем и броја посматраних

незгода на локацији и броја незгода на локацијама са сличним карактеристикама, као што предвиђа SPF (Hauer et al., 2002). Помоћу ЕБ метода долазимо до очекиваног броја незгода на датој локацији кроз математичку комбинацију предвиђене и посматране учесталости незгода. Једначина 3 се користи за процену очекиване учесталости незгода. Тежина (w), коришћена у једначини 3 је израчуната комбинацијом параметра овердисперзије (већа варијабилност у подацима од оне која је предвиђена статистичком моделом) из модела (ϕ) и $Nspf$, како је приказано у једначини 4.

$$Nočekivano = w \times Nspf + (1 - w) \times Nposmatrano \quad (3)$$

$Nočekivano$ - очекивани број незгода утврђен ЕБ методом

w - тежина утврђена једначином 4

$Nposmatrano$ -посматрани број незгода на локацији

$$w = \frac{1}{1 + \phi \times Nspf} \quad (4)$$

ϕ - параметар овердисперзије

$Nspf$ је коришћен у обе једначине (3 и 4) и представља број предвиђених незгода. Параметар ϕ је елемент негативне биномне расподеле, који указује на ширење података о незгодама. Ако је тај параметар велики (показује да су подаци о незгодама широко распоређени), ЕБ метод ставља мању тежину на предвиђање SPF.

3.2 Хијерархијска (потпуна) бајесова метода

У оквиру броја непознатих параметара који утичу на фреквенцију незгода, који је иначе немогуће квантификовати, предложен је потпуни Бајесов приступ као метод за утврђивање стварног утицаја параметара на променљиве од интереса. Бајесове методе су такође вредне јер пружају тачне процене када је доступно мало података, околности које се обично сусрећу са моделовањем незгода. Овај одељак се заснива на детаљној расправи о Бајесовој статистици (Gelman et al., 2004).

Бајесова теорема, основ за Бајесову примену, описана је у једначини 5.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (5)$$

$P(A|B)$ - условна вероватноћа (или постериорна) A , с обзиром на B

$P(B|A)$ - условна вероватноћа (или вероватноћа) B , с обзиром на A

$P(A)$ - безусловна (или претходна) вероватноћа A

$P(B)$ - безусловна вероватноћа B

Бајесови модели користе функције густине за утврђивање утицаја датих параметара на модел уместо дискретног коефицијента. Употреба функције

густине омогућава веће разумевање количине непоузданих података (Lan et al., 2009). Функција густине за сваки параметар даје вероватноћу која има одређени ефекат предвиђања. У једначини 7, вредности условне вероватноће могу бити замењене функцијама густине.

Безусловна претходна расподела A је информација која је унапред позната о параметру („a priori“). Ове расподеле су безусловне јер не зависе од других параметара, већ представљају вероватноћу одређене појаве. Користе се за изражавање непоузданости повезане са подацима. Информативна претходна (priori) расподела, на пример, може бити вероватноћа функције густине ПГДС на ванградским, двотрачним, двосмерним путевима у Јути.

Примена Бајесове теореме за модел предвиђања незгода приказана је у једначини 6. Условне вероватноће замењене су функцијама густине. За ову примену једначине 5, уместо параметара A и B користе се параметри θ и y , где θ представља вектор параметара за моделовање, а y представља познату фреквенцију незгода.

$$f(\theta|y) = \frac{f(y|\theta)P(\theta)}{P(y)} \quad (6)$$

y - фреквенција незгода

θ - вектор непознатих параметара моделовања

Због непоузданости повезане са моделовањем незгода, неопходно је одредити вероватноћу за θ за дату y (или $f(\theta|y)$), како би се касније дошло до закључака о читавој популацији. Тако је $f(\theta|y)$ представљена као последња (постериорна) расподела ($\pi(\theta|y)$) приказана у једначини 7. Информативна претходна (priori) расподела за θ је представљена као $\pi(\theta)$.

$$\pi(\theta|y) = \frac{f(y|\theta)\pi(\theta)}{P(y)} \quad (7)$$

$\pi(\theta|y)$ - постериорна расподела за θ , утврђена из познатих података о незгодама

$f(y|\theta)$ - вероватноћа од y с обзиром на θ

$\pi(\theta)$ - информативна претходна (priori) расподела

$P(y)$ која се назива нормализирајућом константом, решава се интегрирањем $f(y|\theta) \pi(\theta) d(\theta)$. Замењујући ово у једначину 7, постериорна расподела од θ се решава једначином 8.

$$\pi(\theta|y) = \frac{f(y|\theta)\pi(\theta)}{\int f(y|\theta)\pi(\theta)d\theta} \quad (8)$$

Интеграл у имениоцу даје једначини 10 тачну функцију густине. Када се за вектор θ користи више параметара, имениоц у једначини 10 мора бити интегриран за сваки дефинисани параметар. Ово је веома тешка једначина да се математички реши. Уместо извођења комплексне интеграције, метода Markov Chain Monte Carlo (MCMC), а нарочито Metropolis-Hastings and Gibbs узорковање, могу се

користити за одабир узорка из постериорне расподеле. Користећи хиљаде узорака, може се прецизно проценити тачна постериорна расподела.

4. ПОТРЕБНИ ПОДАЦИ

HSM специфицира који су подаци потребни за извођење SPF калибрације или развој нових модела. Захтеви за подацима за сваки модел могу се наћи у поглављу HSM за одговарајући модел. За развијање нових модела специфичне надлежности у овом истраживању, укључене су променљиве, осим оних које захтева HSM, за које се верује да доприносе фреквенцији незгода. У овом поглављу се разматрају две врсте података потребних за моделовање незгода: подаци о незгодама и подаци о објектима.

4.1 Подаци о незгодама

Могућност предвиђања модела зависи од нивоа темељности података. Што се тиче података о незгодама, калибрација модела према HSM само захтева укупну фреквенцију незгода за период од једне или више година (једнако временском периоду за који ће се фактор калибрације користити). Могу се укључити и други подаци како би се процениле ове специфичне појаве: тежина незгода, врста незгоде и фактори који доприносе настанку незгода (AASHTO, 2010.). КАБЦО скала најчешће се користи за дефинисање нивоа озбиљности незгода: К-смртност, А-повреде које доводе до инвалидитета, Б-повреде видљиве на лицу места, Ц-могуће повреде О-без повреда (NHTSA, 2008).

4.2 Подаци о објекту

Подаци о објекту укључују карактеристике локације, као што су класификација путева, геометријски услови (број трака, почетне и завршне тачке деонице, присуство разделног појаса и вибрирајућих трака, ширина трака и банкина, кривине, уређаји за контролу саобраћаја и конфигурација трака) и подаци о протоку возила (укључујући ПГДС за главне и споредне улице ако се моделују незгоде на раскрсницама). HSM препознаје да неки важни подаци можда неће бити доступни, као што су радијуси хоризонталних кривина (AASHTO, 2010). У овом истраживању, укључене су само тангентне деонице путева за калибрацију и развој нових модела.

4.3 Пристрасност података

Тачност SPF је одређена квалитетом његових репрезентативних података. У овом делу се говори о три извора пристрасности које могу резултовати непрецизним моделима: непрецизни подаци, варијације у праговима извештавања и разлике у методама извештавања о незгодама или дефиницијама од стране агенција (AASHTO, 2010).

Прецизност података је пресудна јер су незгоде представљене одређеним моделом само оне које су забележене да су се догодиле унутар граница одређеног времена и места, без обзира на број незгода које су се заправо догодиле. Ове незгоде су „посматране“ незгоде. Ако су локације незгода (засноване на рути и стационажи) неправилно забележене од стране органа за спровођење закона,

неке незгоде можда нису укључене у модел или неке могу бити укључене у модел, а да се заправо нису догодиле на одређеној локацији.

5. ЗАКЉУЧАК

HSM је водич за инжењере и агенције одговорне за безбедност на путевима. SPF једначине у делу Ц у HSM могу се користити за предвиђање укупног броја незгода за одређени временски период. Поред тога, ЕБ метода је доказана техника која се користи за одређивање очекиване фреквенције незгода. Ово се постиже комбиновањем предвиђених и посматраних фреквенција незгода користећи дефинисани тежински фактор. Када се калибрише, способност предвиђања SPF-а се побољшава и може се користити у читавој надлежности. Ако је на располагању довољно података, могу се развити потпуно нови модели специфичне надлежности. Ови нови модели могу искористити функционалне облике који могу боље прилагодити локалне трендове који нису приказани у HSM SPF.

Хијерархијски Бајесов приступ боље одговара варијабилности података коришћењем функције густине за процену постериорне расподеле параметара. Затим се може одредити функција густине за фреквенције незгода, која, у поређењу са посматраним фреквенцијама за поједине деонице пута, може идентификовати опасне деонице.

Прецизно прикупљање података је неопходно за моделе да би се представили стварни услови. Ако незгоде нису правилно пријављене, резултујући модел може да не предвиди или да предвиди превелику фреквенцију незгода за будући временски период. Ако подаци о објекту нису правилно прикупљени, резултујући модел неће прецизно приказати факторе који доприносе настанку незгода и предвиђања незгода. Прагови за пријављивање незгода, поред метода извештавања, могу се разликовати према надлежности. Важно је да агенције одржавају што је могуће више конзистентности у пријављивању незгода, тако да се могу направити тачна поређења и закључци.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2010). Highway Safety Manual, Volume 2. Washington, DC
- [2] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2008). Model Minimum Uniform Crash Criteria. <www.mmucc.us> (January 16, 2011).
- [3] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2010b). Highlights of 2009 Motor Vehicle crashes, DOT HS 811-363. National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

Кратка биографија:

Јелена Цветић рођена је у Ужицу 1990. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2017. год.

**VREDNOVANJE PREDLOGA REŠENJA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA
SAOB. NA RASKRSNICI D.T.-K.-B I M.O U UŽICU****EVALUATION OF THE PROPOSAL OF THE SOLUTION FOR IMPROVING THE
CONDITIONS OF TRAFFIC AT THE INTERSECTION OF D.T.-K.-B.-M.O. IN UŽICE**

Nevena Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje način analiziranja saobraćaja na raskrsnicama, kao i predloge za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja sa funkcionalnog, ekološkog i ekonomskog aspekta.

Abstract – This paper presents a way of analyzing traffic at intersections, as well as proposals for improving the conditions of traffic flow from a functional, ecological and economic aspect.

Ključne reči: saobraćaj, nivo usluge, vrednovanje, saobraćajni tok

1. UVOD

Raskrsnice, kao mesta gde dolazi do presecanja saobraćajnih tokova, sa aspekta kapaciteta i nivoa usluge, predstavljaju potencijalno kritična mesta na putnoj i uličnoj mreži.

Osnovni načini regulisanja saobraćaja na raskrsnicama jesu:

- saobraćajni znakovi prioriteta;
- kružni tok odvijanja saobraćaja;
- svetlosna signalizacija.

Kada intezitet saobraćaja u vršnim časovima pređe objektivni kapacitet raskrsnice, vremenski gubici počinju da rastu, pa se iz tog razloga, način regulisanja saobraćaja na raskrsnicama menja.

Na raskrsnicama, gde je saobraćajno opterećenje do 800 voz/h, saobraćaj na raskrsnicama se reguliše saobraćajnim znakovima, za opterećenja od 800-3000 voz/h, saobraćaj se može regulisati putem kružnog odvijanja, a za najveća opterećenja, uobičajeno je da se upotrebljava svetlosna signalizacija.

U okviru ovog rada, izvršena je analiza uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici ulica Dimitrija Tucovića-Karađorđeva-Miloša Obrenovića-Banjička, u Užicu, gde su dati predlozi rešenja poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja, kao i funkcionalno, ekološko i ekonomsko vrednovanje predloženih rešenja, nakon čega se dobija optimalno rešenje, koje se predlaže za realizaciju.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Saobraćajni tok može biti prost i složen. Prost saobraćajni tok se sastoji od jednog niza vozila koja se kreću u jednom pravcu i u jednom smeru. Složen saobraćajni tok se sastoji od dva ili više prostih saobraćajnih tokova s obzirom na međusobne odnose nizova.

S obzirom na strukturu saobraćajni tok može biti:

- Homogen;
- Nehomogen (mešoviti) tok;
- Uslovno homogen.

Nivo usluge je kvalitativni pokazatelj odvijanja saobraćaja na raskrsnici. On se zasniva na utvrđivanju vremenskih zastoja po vozilu za svaku grupu traka i za svaki prilaz, kao i za celu raskrsnicu. Za utvrđivanje nivoa usluge raskrsnica koristi se 6-to stepena skala sa nivoima usluge od A do F (A najbolji, F najlošiji).

3. Analiza uslova odvijanja saobraćaja

Predmetna raskrsnica izabrana je za analizu, usled stvaranja većih gužvi na glavnom pravcu, koja utiče na povećanje vremena prolaska vozila kroz raskrsnicu, tj. dolazi do povećanja vremenskih gubitaka, samim tim i do smanjenja nivoa usluge. Osim toga, povećanjem vremena prolaska kroz raskrsnicu utiče se na povećano zagađenje vazduha i na povećani nivo buke.

Raskrsnica povezuje centralni deo grada sa stambenim naseljem, koje je smešteno u neposrednoj blizini raskrsnice. Takođe, povezuje centralni deo grada sa delom gde je smeštena bolnica, industrijski kompleksi, sportski prostor, škola, kao i teretna železnička stanica, odakle je primećen povećani intezitet saobraćaja. Jednom prilazom, raskrsnica povezuje grad sa Magistralnim putem E761, koji prolazi kroz Užice. Izgled raskrsnice dat je na Slici 1



Slika 1. Analizirana raskrsnica u Užicu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nenad Ruškić.

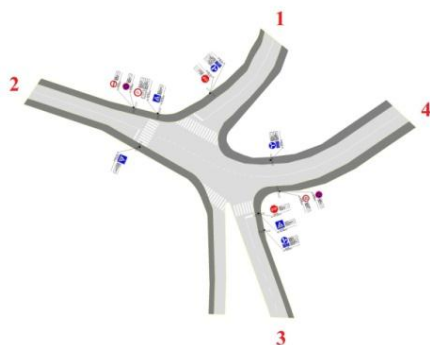
Predmetna raskrsnica je standardna četvorokraka, i predstavlja spajanje četiri ulice, Ulice Dimitrija Tucovića, Karađorđeve ulice, Ulice Miloša Obrenovića i Banjičke ulice.

Predmetna raskrsnica je u postojećem stanju nesignalisana, regulisana elementima horizontalne i vertikalne signalizacije.

Prioritet je dat Ulici Miloša Obrenovića i Ulici Dimitrija Tucovića, dok su prilazi iz Karađorđeve i Banjičke ulice regulisani znakovima obaveznog zaustavljanja.

Postoje intenzivni pešački tokovi na raskrsnici, što dovodi do potencijalnih konfliktnih situacija za vozilima.

Na Slici 2 prikazan je raspored vertikalne i horizontalne signalizacije na raskrsnici.



Slika 2. Prikaz horizontalne i vertikalne signalizacije na raskrsnici

Ukupno saobraćajno opterećenje, za 6 sati brojanja iznosi 6934 vozila, što je u proseku 1156 vozila na sat. Najopterećeniji period funkcionisanja raskrsnice je jutarnji vršni period, odnosno period od 16:00-17:00, gde je zabeležen protok od 1373 vozila na svim prilazima, dok je najmanja registrovana vrednost saobraćajnog opterećenja registrovana u periodu od 09:00-10:00 časova, gde je ukupan protok vozila sa svih prilaza iznosio 864 vozila.

Što se tiče strukture toka na analiziranoj raskrsnici, najveći procenat zauzimaju putnički automobili, čak 95,08%, što je prikazano na Slici 12. Posle putničkih automobila, najzastupljenija su laka teretna vozila, sa 3,21%. Autobusi su zastupljeni sa 1,10 %. Srednjih teretnih vozila ima 0,42%, dok teških teretnih vozila ima 0,15%. Autovozova ima u najmanjoj meri, svega 0,04%.

4. PROGNOZA SAOBRAĆAJNOG OPTEREĆENJA

Razlikujemo postojeće i planirano stanje. Postojeće saobraćajno opterećenje (može se prebrojati) i koristi se za preduzimanje neposrednih akcija u regulisanju saobraćaja.

Prognozirano saobraćajno opterećenje daje buduće količine saobraćaja za koje treba obezbediti odgovarajuće kapacitete gradske putne mreže i sistema javnog gradskog prevoza.

Opšti obrazac za prognozu saobraćaja glasi:

$$Vi^n = Vi_{BAZ} * Fi^n;$$

$$Fi^n = (i + e * RBDP^n \%);$$

5. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA ANALIZIRANOJ RASKRSNICI

Radi poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja na analiziranoj raskrsnici, u cilju povećanja bezbednosti nemotorizovanih učesnika u saobraćaju, istovremeno obezbeđujući smanjene brzine kretanja vozila kroz raskrsnicu, u sklopu mera za poboljšanje, predlažu se sledeće varijante: Varijanta 1- Četvorokraka nesignalisana raskrsnica-Zadržava se postojeća geometrija raskrsnice, sa malim izmenama;

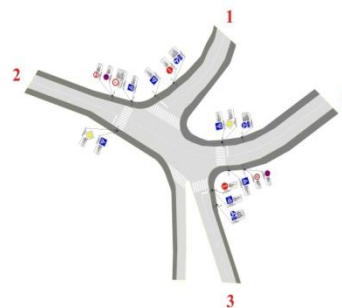
Varijanta 2- Četvorokraka signalisana raskrsnica-dvofazni ciklus;

Varijanta 3- Četvorokraka signalisana raskrsnica-dvofazni ciklus sa međufazama prilaze na glavnom pravcu;

Varijanta 4- Četvorokraka signalisana raskrsnica-dvofazni ciklus sa detektorima sporednom prilazu;

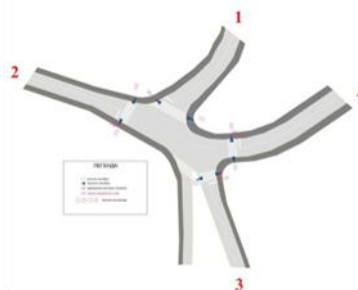
Varijanta 5- Kružna raskrsnica.

Izgled Varijante 1 dat je na Slici 3.



Slika 3. Varijanta 1

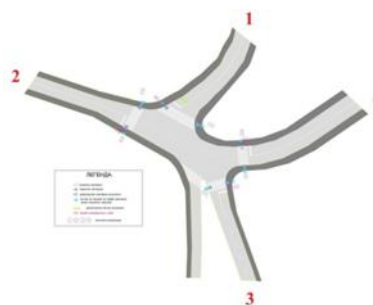
Izgled Varijante 2 dat je na Slici 4.



Slika 4. Varijanta 2

Varijanta 3 ima isti raspored svetlosnih signala kao i Varijanta 2.

Izgled Varijante 4 dat je na Slici 5.



Slika 5. Varijanta 4

Izgled Varijante 5 dat je na Slici 6.



Slika 6. Varijanta 5

6. VREDNOVANJE PREDLOGA MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA

6.1. Funkcionalno vrednovanje predloženih mera

Funkcionalno vrednovanje vršeno je uz pomoć softverskog paketa PTV VISTRO, koji je namenjen proračunu kapaciteta i nivoa usluge na raskrsnicama, uzimajući u obzir HCM metodologiju. Osim toga, program pruža mogućnost izrade određenih simulacija za zadate saobraćajne situacije. Program funkcioniše tako što se unose određeni podaci, kao što je veličina saobraćajnog opterećenja, širina traka, faktor vršnog časa, podaci o nagibima, periodu analiziranja, itd, nakon čega se dobijaju informacije o vremenskim gubicima i nivou usluge, kako na svim prilazima, tako i celokupne raskrsnice. U narednoj tabeli, prikazan je nivo usluge za svaku varijantu ponaosob, posmatrajući postojeće (2017) i buduće stanje (2027).

Tabela 1. Dobijeni nivo usluge za svaku varijantu

Varijanta 1	
2017	2027
C	F
Varijanta 2	
2017	2027
F	F
Varijanta 3	
2017	2027
C	D
Varijanta 4	
2017	2027
C	F
Varijanta 5	
2017	2027
B	C

6.2. Ekonomsko vrednovanje predloženih mera

U narednoj tabeli dat je prikaz troškova sa aspekta građevinskih radova.

Tabela 2. Ukupni građevinski troškovi

Varijanta 1	488,92 \$
Varijanta 2	14.031,80 \$
Varijanta 3	14.031,80 \$
Varijanta 4	15.118,61 \$
Varijanta 5	165.100,33 \$

6.3. Ekološko vrednovanje predloženih mera

Sagorevanjem benzina i dizela dobija se ugljen-dioksid (CO₂) i vodena para (H₂O). U direktnom kontaktu CO₂ nije škodljiv, ali ima negativnu ulogu u očuvanju životne sredine. Spada u gasove koji čine efekat staklene bašte i tako utiče na globalno zagrevanje.

Usled nepotpunog sagorevanja u motorima, zaostaju kapljice goriva i ulja, i javljaju se štetni gasovi kao što su ugljen monoksid (CO), ugljovodonici (CH₄), i oksidi azota (NO_x). Oksidacijom ugljen-monoksida i ugljovodonika sa azotom, koji se takođe nalazi u izduvnim gasovima motora, nastaju oksidi azota. Tri najznačajnija izduvna gasa, koja će biti razmatrana u analizi jesu:

- CO - ugljen monoksid;
- CO₂ - ugljen dioksid;
- NO_x - oksidi azota.

U Tabeli 3 predstavljeni su troškovi zagađenja vazduha, uzimajući u obzir pomenute izduvne gasove. Proračun direktno zavisi od dobijenih vremenskih gubitaka na raskrsnici, od broja vozila u vršnom satu, od PGDS-a, od cene izduvnog gasa kao i od emisije izduvnog gasa u toku jednog časa.

Na osnovu istraživanja, u toku jednog sata emituje se 10 kg CO, 110 kg CO₂, 0,3 kg NO_x –a.

Tabela 3. Predložene vrednosti zagađenja vazduha u Srbiji

Zagađenje	Vrednost (\$/t)
CO	547,12
CO ₂	9,14
NO _x	4,23

Pored troškova navedenih izduvnih gasova, postoje i troškovi goriva, koji nastaju zaustavljanjem vozila na raskrsnici. Saobraćajne gužve mogu imati različite uticaje na društvo: troškovi održavanja vozila, eksploatacije vozila, povećanje cene vremena putovanja, povećanje potrošnje goriva, troškovi nepruženih transportnih usluga, itd. U Tabeli 4 dati su ukupni troškovi zagađenja vazduha

Tabela 4. Ukupni troškovi zagađenja vazduha

	2017	2026
	\$	
Nesignalisana raskrsnica	838.500,66	4.005.264,96

Signalisana raskrsnica	769.624,94	2.342.460,87
Signalisana raskrsnica sa međufazama na glavnom pravcu	235.617,01	545.818,3
Signalisana raskrsnica sa detektorima na sporednom pravcu	205.526,42	4.053.720,37
Kružna raskrsnica	91.102,15	193.828,51

Na kraju, u Tabeli 5 dati su ukupni troškovi.

Tabela 5. *Ukupni troškovi*

	God.	Troškovi zagađenja vazduha	Troškovi gradnje	UKUPNI TROŠKOVI (\$)
V1	2017	838500,66	0	838.500
	2027	4,005,264,96	488,92	4,005,453
V2	2017	769.624,94	0	769.625
	2027	2.342.460,87	14.031,80	2.356.493
V3	2017	235.617,01	0	235.617
	2027	545.818,3	14.031,80	559.850
V4	2017	205.526,42	0	205.526
	2027	4.053.720,37	15.118,61	4.068.839
V5	2017	91.102,15	0	91.102,15
	2027	193.828,51	165.100,33	358.929

7. ZAKLJUČAK

Rad je imao za cilj da na predmetnoj raskrsnici ukaže na probleme odvijanja saobraćaja kao i mogućnost njegovog rešenja.

Nakon prvog Poglavlja, gde su definisani osnovni pojmovi, kao i ciljevi ovog rada, u Poglavlju 2 predstavljene su teorijske osnove koje su sastavni deo pri svakom proračunu.

U Poglavlju 3 detaljno je predstavljena analizirana raskrsnica u Užicu, koja spaja četiri ulice, i to:

- Karađorđeva ulica (Prilaz 1);
- Ulica Dimitrija Tucovića (Prilaz 2);
- Ulica Banjička (Prilaz 3);
- Ulica Miloša Obrenovića (Prilaz 4).

Nakon definisanja osnovnih karakteristika raskrsnice, sledi prikaz rezultata dobijenih brojanjem. Brojanje je vršeno 17.05.2017.godine, u vremenskom periodu od 07:00-10:00 i od 14:00-17:00 časova, gde je kao vršni sat dobijen period od 16:00-17:00 časova. Najopterećeniji prilaz jeste Prilaz 2, koji povezuje centralni deo grada sa periferijom i bitnim sadržajima (škola, stadion, teretna železnička stanica, bolnica, itd.).

U vršnom vremenskom periodu, izbrojano je 1373 vozila, tako da se taj broj vezuje za celu analizu, u slučaju posmatranja postojećeg stanja.

Na osnovu rasta bruto domaćeg proizvoda, preuzetog od Svetske banke, vršena je prognoza budućeg saobraćaja za narednih 10 godina, gde je dobijen očekivani broj vozila, u realnoj, pesimističkoj i optimističkoj varijanti. Dobijeno

saobraćajno opterećenje predstavljalo je glavni ulazni podatak za proračun kapaciteta i nivoa usluge na raskrsnici. Za narednih 10 godina, očekivani broj vozila u vršnom satu iznosi 2036, tako da se taj broj vezuje za celu analizu, u slučaju posmatranja budućeg stanja.

Proračun nivoa usluge vršen je u programima Synchro 9.0 i PTV Vistro.

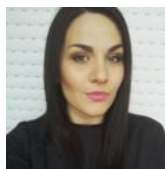
Analizom saobraćajnog toka, utvrđeno je da će porast inteziteta saobraćaja uticati na to da se u budućnosti može očekivati da saobraćajno opterećenje prelazi granicu kapaciteta posmatrane raskrsnice. Uzimajući u obzir važnost ovog putnog pravca u gradskoj uličnoj mreži, neophodno je doneti i prilagoditi tehničko rešenje analizirane raskrsnice.

Predlaže se ugradnja kružne raskrsnice, kao najbolje rešenje, koje utiče na maksimalno smanjenje vremenskih gubitaka, omogućavajući vozilima slobodan prolaz kroz raskrsnicu, bez dužih zadržavanja. Osim toga, Varijanta 5 emituje najmanju emisiju štetnih izduvnih gasova, što je za Užice velikog značaja, s obzirom na to da je prema poslednjim istraživanjima proglašen kao jedan od najzagađenijih gradova u Srbiji, gde je vazduh proglašen „nezdravim za populaciju“.

8. LITERATURA

- [1] (2010). Highway Capacity Manual. The National Academies
- [2] (2000). Highway Capacity Manual. The National Academies
- [3] <http://www.putevi-srbije.rs>. (n.d.)
- [4] Đorđević, T., & Vuk, B. (2002). *Kapacitet putnih i uličnih ukrštanja prioritetne raskrsnice (novi koncept)*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka
- [5] Kuzović, Lj. (1994). *Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže*. Beograd: Saobraćajni fakultet.
- [6] Kuzović, Lj. (2000). *Kapacitet i nivo usluga drumskih saobraćajnica*. Beograd: Saobraćajni fakultet.
- [7] Kuzović, Lj., Bogdanović, V. (2010). *Teorija saobraćajnog toka*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [8] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji. ("Sl. glasnik RS", br. 134/2014)

Kratka biografija:



Nevena Pavlović rođena je u Prijepolju 1993. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport, završila je 2016. godine. Trenutno master studija na smeru Projektovanje i organizacija.

**INDIKATORI MOBILNOSTI NA TERITORIJI NOVOG SADA U FUNKCIJI
OBRAZOVNE STRUKTURE****INDICATORS OF MOBILITY IN FUNCTION OF EDUCATION –
CASE STUDY NOVI SAD**

Dražena Čopić, Valentina Basarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – U ovom radu su definisane i analizirane osnovne karakteristike putovanja, prema obrazovnoj strukturi građana Novog Sada u okviru studije NOSTRAM. Rezultati ove analize mogu se koristiti u saobraćajnim studijama za utemeljivanje budućih planova mobilnosti.

Abstract – This thesis presents main characteristics of population trips in Novi Sad. Indicators of mobility was education structure, and results based on data collected by NOSTRAM study, will be possible to use in traffic forecasts to determined of mobility plants.

Ključne reči: biheviorizam, planiranje saobraćaja, mobilnost

1. UVOD

Planiranje saobraćaja postaje sve važnija naučna oblast, kako na nivou manjih gradskih sredina, tako i na nivou većih teritorijalnih oblasti, pa i samih država. Bez obzira na veličinu i položaj sredine na koju se planiranje odnosi, saobraćajna istraživanja su neophodan deo planiranja. Na osnovu saobraćajnih istraživanja formiraju se baze podataka, pomoću kojih se kasnije utvrđuju najvažnije karakteristike stanovništva sa aspekta saobraćaja. Jedna od karakteristika koja se može smatrati kao polazna ili najvažnija prilikom planiranja jeste mobilnost stanovništva koja se utvrđuje posmatranjem koliko količinski individua ili određena grupa ljudi izvrši putovanja u okviru vremenskog perioda posmatranja.

**2. SAOBRAĆAJNA ISTRAŽIVANJA I OSNOVNE
KARAKTERISTIKE PUTOVANJA U GRADOVIMA**

Putovanje se definiše kao promena mesta boravka radi obavljanja različitih aktivnosti, i kao takvo predstavlja jednu od osnovnih životnih aktivnosti. Da bi se putovanje obavilo koriste se neka od sredstava kretanja ili pešačenje, a samo putovanje se obavlja po saobraćajnoj mreži.

Osnovni cilj planiranja saobraćaja je uspostavljanje ravnoteže između prevoznih zahteva (tj. saobraćajne potražnje) i prevozne sposobnosti (tj. saobraćajne ponude), dok se planiranje definiše kao upravljačka funkcija u složenim i razvijajućim sistemima kojom se vrši odabiranje ciljeva i kriterijuma sistema, kao i politika programa, postupaka i metoda za njihovo ostvarivanje [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Valentina Basarić.

U saobraćaju postoje dve osnovne grupe istraživanja:

- 1) brojanja u saobraćaju,
- 2) anketiranja u saobraćaju [1].

Brojanjem saobraćaja se utvrđuje intenzitet i struktura saobraćaja u određenim vremenskim intervalima i/ili periodima i na određenim prostorno definisanim lokacijama. Izvodi se automatski ili ručno, a najčešće se izvode brojanje: kolskog saobraćaja, pešačkog saobraćaja, brojanje putnika javnog prevoza i parkiranja.

Anketiranje učesnika u saobraćaju je takav vid istraživanja koji podrazumeva intervjuisanje osobe, odnosno sakupljanje podataka pismenim putem. Najčešće se anketiraju domaćinstva, gde se sakupljaju socio-ekonomske karakteristike na novio domaćinstva.

Na osnovu istraživanja u saobraćaju dobija se sveobuhvatna baza podataka o karakteristikama putovanja na nivou posmatranog grada prema različitim karakteristikama.

2.1. Osnovne karakteristike putovanja u gradovima

Obradom ovih podataka, dalje se formiraju osnovni pokazatelji putovanja u gradovima, a to su: mobilnost, raspodela putovanja prema sredstvima (načinima prevoza), raspodela putovanja prema svrhama (razlozima – motivima putovanja) i vremenska raspodela putovanja (najčešće u okviru 24 časa).

Mobilnost predstavlja prosečan dnevni broj putovanja koje neki stanovnik odnosno grupa ljudi obavi u toku dana, meseca ili godine. Mobilnost zavisi od niza faktora: socio-ekonomske strukture stanovništva (zaposlenost, nacionalni dohodak, stepen motorizacije), demografskih karakteristika (veličina domaćinstava, broj stanovnika, starosna struktura), površine područja, administrativnog, obrazovnog i kulturnog značaja područja i karakteristika područja opsluge, kao i od kvaliteta transportnog sistema (pristupačnost u prostoru i vremenu).

Raspodela putovanja prema sredstvima – načinima prevoza pokazuje korišćenja različitih načina prevoza pri vršenju putovanja, pri čemu osim pešačenja, postoje i kretanje dvotočkašima, putničkim automobilima, svim raspoloživim sredstvima javnog prevoza, železnicom i taksijem.

Raspodela putovanja prema svrhama – motivima podrazumeva podelu putovanja prema: primarnom motivu (svakodnevna putovanja koja su jednim krajem vezana za stan ili kuću, a drugim krajem za posao ili školu/fakultet) i sekundarnom motivu (neustaljena putovanja poput kupovine, posete, rekreacije, razonode, korišćenja usluga i sl.).

Vremenska raspodela putovanja prikazuje procentualno učešće broja putovanja po časovima u toku dana, pri čemu se pojavljuju časovi sa najvećim opterećenjima (vršni časovi), koji se u zavisnosti od toka u kom delu dana se javljaju dele na jutarnji (jvč) i popodnevni (pvč) vršni čas.

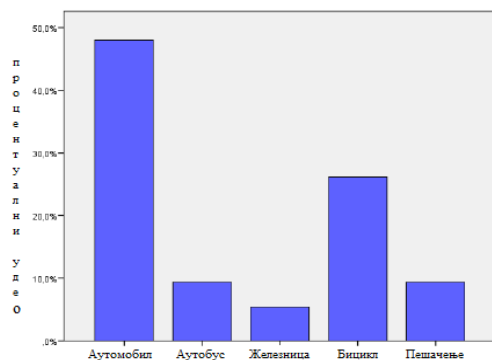
3. SAVREMENA SAOBRAĆAJNA ISTRAŽIVANJA I UKLJUČIVANJE OBRAZOVNE STRUKTURE STANOVNIŠTVA U ANALIZU

Saobraćajna istraživanja u Evropi u svetu na temu individualne karakteristike putnika i njihov uticaj na izbor vida prevoza, postala su gotovo uobičajena stvar, i uglavnom se baziraju na korišćenju podataka dobijenih na osnovu analiza kretanja određenog broja ispitanika, u okviru jednog ili više dana.

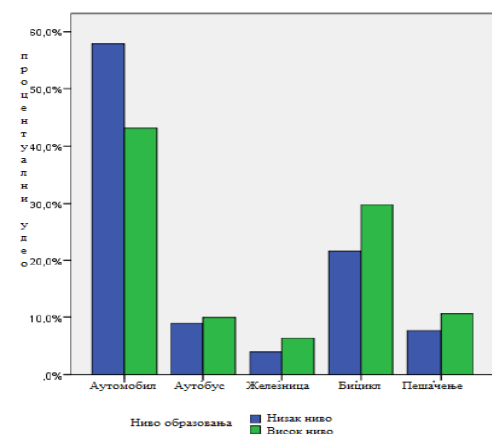
3.1. Analiza uticaja individualnih karakteristika ispitanika prilikom obavljanja putovanja u evropskim istraživanjima

Jedno od istraživanja prikazanih u radu, sprovedeno je u Švedskoj (Malme), 2014. godine, a imalo je za cilj da utvrdi koje su to karakteristike putnika koje najviše utiču na izbor vida prevoza i na dužinu trajanja putovanja.

Analiza je obuhvatila 14 152 osobe starosti od 18 do 65 godina, što je oko 46% populacije Malmea. Rezultati analize pokazuju da je putnički automobil najčešće korišćeno sredstvo prevoza, što se može videti na grafikonu (Grafikon 1.), kada je u pitanju raspodela putovanja prema sredstvima, a najčešće ga koriste ispitanici sa niskim nivoom obrazovanja, a to je slučaj i kod ispitanika sa visokim nivoom obrazovanja, što je i prikazano na grafikonu (Grafikon 2.) [2].

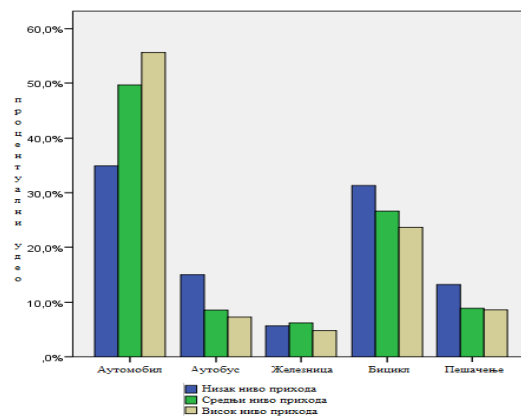


Grafikon 1. Raspodela putovanja prema vidovima prevoza



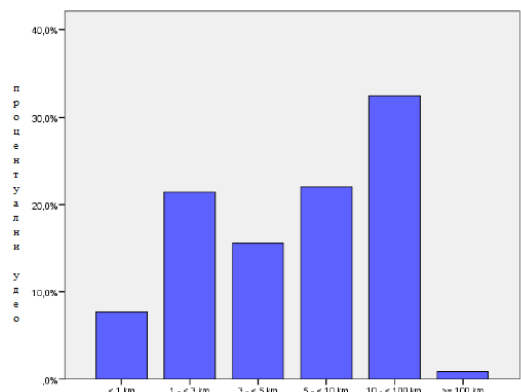
Grafikon 2. Raspodela putovanja prema vidovima prevoza na osnovu nivoa obrazovanja

Kada se analizira raspodela putovanja prema vidovima prevoza na osnovu prihoda, što je prikazano na grafikonu (Grafikon 3.), uočava se da ispitanici sa visokim nivoom prihoda više koriste putničke automobile, ali to se ne polkapa sa prethodnim grafikonom, gde ispitanici sa niskim nivoom obrazovanja više koriste putničke automobile, što dovodi do zaključka da ispitanici sa visokim nivoom obrazovanja imaju manje prihode od onih sa niskim nivoom obrazovanja.



Grafikon 3. Raspodela putovanja prema vidovima prevoza na osnovu primanja

Prosečna dužina trajanja putovanja sa svrhom odlaska na posao, iznosi 12.9km, što je i prikazano na grafikonu (Grafikon 4.), koji prikazuje raspodelu dužine trajanja putovanja svih ispitanika.



Grafikon 4. Raspodela dužine trajanja putovanja

4. TRANSPORTNI MODEL NOVOG SADA – NOSTRAM

Izrada novog Generalnog urbanističkog plana grada (GUP) uslovljava i podstiče izradu nove saobraćajne studije – Saobraćajne studije grada Novog Sada, predviđenu kao studiju za 2029. godinu.

Metodologijom izrade studije predviđene su tri osnovne faze:

1. Izrada Transportnog modela Novog Sada – NOSTRAM
2. Saobraćajne prognoze, i
3. Predlog plana saobraćaja Novog Sada 2029.

Aprila 2009. godine u saradnji JP Urbanizam i Departmana za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad obavljena je saobraćajna studija sa dinamikom uređenja saobraćaja, poznata kao studija NOSTRAM, koja je definisana sa "Osnovnom knjigom" i sedam pratećih knjiga, od kojih

svaka obrađuje niz tema od značaja za pravilno funkcionisanje saobraćaja u gradu. Jedno od saobraćajnih istraživanja koje je vršeno jeste anketiranje u domaćinstvima, koje predstavlja istraživanje o navikama i potrebama građana Novog Sada u saobraćaju, i kojim je obuhvaćeno 303 saobraćajnih zona, uključujući naselje Veternik. Ukupan broj domaćinstava nad kojim je vršeno anketiranje jeste 4 147, a broj članova obuhvaćenih anketom jeste 11 016.

Anketiranje je vršeno uz pomoć dva polustandardizovana upitnika, jednog koje putem intervjuisanja popunjava jedan od članova domaćinstva, a drugo koje popunjavaju svi članovi domaćinstva, opisujući sva svoja putovanja u toku jednog dana. Popunjeni upitnici su kasnije prikupljeni i prosleđeni na dalju obradu. Osnovni podaci o anketi u domaćinstvima prikazani su u narednoj tabeli (Tabela 1.).

Tabela 1. Osnovni podaci iz ankete u domaćinstvima

Broj anketiranih domaćinstava:	uzorak od 4.147 domaćinstava
Broj članova anketiranih domaćinstava:	11.016 članova
Broj članova anketiranih domaćinstava koji su vodili dnevnik:	8.640 članova
Tip uzorka:	višeetapno projektovan, kombinovani uzorak sa primenom metodološkog koraka
Reprezentativnost:	način projektovanja uzorka, veličina uzorka, slučajnost uz primenu metodoloških koraka – omogućava se reprezentativnost po teritorijalnoj raspoređenosti po polu, starosti, obrazovanju, zanimanju i sl.
Prosečan broj građana/stanu:	2.50 građana/stanu
Prosečno članova/domaćinstvu:	2.70 članova/domaćinstvu
Položen vozački ispit (B kategorija):	55% anketiranih

5. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PUTOVANJA U NOVOM SADU NA OSNOVU NOSTRAM – a

Raspodela putovanja prema sredstvima je prikazana u tabeli (Tabela 2.), i na osnovu nje se zaključuje da se najveći broj putovanja obavi pešačenjem.

Tabela 2. Raspodela putovanja prema svim sredstvima

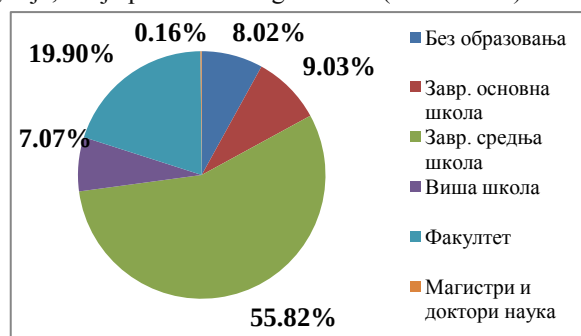
Sredstvo	Broj kretanja na dan	Učešće u %
Pešice	361 282	48,5
Bicikl	18 772	2,5
Skuter	5 782	0,8
Motocikl	2 217	0,3
Putnički automobil (vozač)	129 358	17,4
Putnički automobil (putnik)	44 265	5,9
Javni prevoz	159 994	21,5
Taksi	21 904	2,9
Autobus radne organizacije	1 094	0,1
Železnica	77	0,01
UKUPNO	744 745	100,0

Analizom rezultata ankete iz 2009. god. utvrđeno je da je u Novom Sadu prosečnog radnog dana realizovano oko 744 745 putovanja svim načinima prevoza, uključujući i pešačenje[3].

Analiza raspodele putovanja po svrhama – motivima, utvrdila je da se čak 42% putovanja obavi sa svrhom kuća /stan, što je i očekivano, jer ova svrha spada u primarne, svakodnevne svrhe putovanja. Mobilnost, kao jedna od osnovnih karaktersitika putovanja je iznosila 2,65 putovanja/dan/stanovniku.

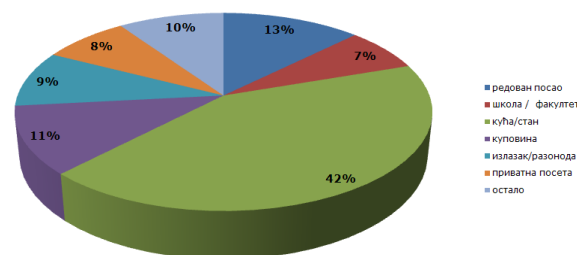
6. OSNOVNE KARAKTERSITKE PUTOVANJA U NOVOM SADU U FUNKCIJI OBRAZOVNE STRUKTURE STANOVNIŠTVA

U okviru rada analiziran je uzorak od 6 919 ispitanika, starijih od 25 godina, podeljenih u šest obrazovnih kategorija, što je prikazano na grafikonu (Grafikon 5.).

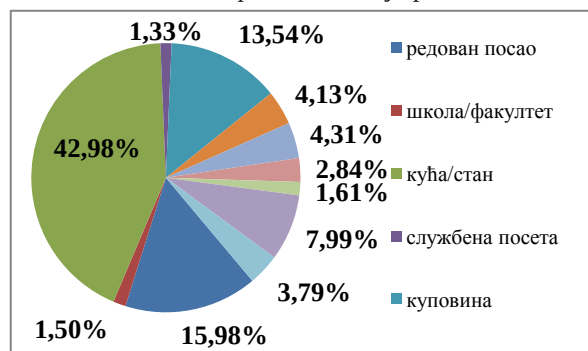


Grafikon 5. Образовna структура ispitanika

Raspodela putovanja prema svrhama svih ispitanika prikazana je na grafikonu (Grafikon 6.) [3], dok je na grafikonu (Grafikon 7.), prikazana raspodela putovanja prema svrhama ispitanika sa završenom srednjom školom, kojih ima najviše u okviru ovog ispitivanja (oko 56%).



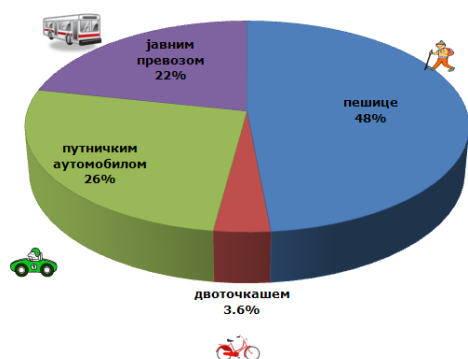
Grafikon 6. Raspodela kretanja po svrhama



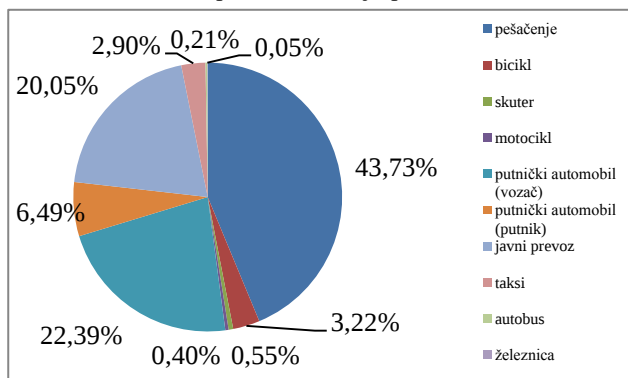
Grafikon 7. Raspodela kretanja po svrhama – ispitanici sa završenom srednjom školom

Rezultati analize mobilnosti pokazuju da najviše putovanja u toku dana obave ispitanici koji pripadaju grupi magistara i doktora nauka, 3,45 putovanja/dan, a najmanje ispitanici sa završenom osnovnom školom, 2,23 putovanja/dan.

Raspodela putovanja po sredstvima – vidovima prevoza svih ispitanika prikazana je na grafikonu (Grafikon 8.), gde se uočava da najveći broj ispitanika obavi svoja putovanja pešačenjem (48%), a najmanje dvotočkašima (3,6%) [3]. Na grafikonu (Grafikon 9.), dat je prikaz raspodele putovanja prema vidovima prevoza ispitanika sa završenom srednjom školom, gde se takođe, najviše putovanja obavi pešačenjem, zatim putničkim automobilom i javnim prevozom.



Grafikon 8. Raspodela kretanja prema sredstvima



Grafikon 7. Raspodela kretanja prema sredstvima – ispitanici sa završenom srednjom školom

Prosečno trajanje putovanja svih obrazovnih kategorija, prikazano je u tabeli (Tabela 3.). gde se uočava da putovanja najduže traju kod ispitanika sa koji pripadaju grupi magistara i doktora nauka (22,97 min), a najkraća su putovanja ispitanika bez obrazovanja (16,08 min).

Tabela 3. Prosečno trajanje putovanja svih kategorija obrazovanja

Obrazovna struktura	Bez obrazovanja	Osnovna škola	Srednja škola	Viša škola	Fakultet	Magistri i doktori nauka
Prosečno trajanje putovanja (min)	16,08	18,92	18,97	22,48	19,01	22,97

Raspodela trajanja putovanja po 5 – minutnim intervalima ispitanika sa završenom srednjom školom prikazano je u tabeli (Tabela 4.), a na osnovu analize se zaključuje da najveći broj ispitanika svoja putovanja obavi u trajanju od 5 do 20 minuta.

Tabela 4. Raspodela trajanja putovanja ispitanika sa završenom srednjom školom po 5-minutnim intervalima

Trajanje (minuta)	
do 5	13.01%
5 do 10	22.46%
10 do 15	21.04%
15 do 20	17.37%
20 do 25	8.07%
25 do 30	10.04%
30 do 35	2.43%
35 do 40	1.95%
40 do 45	1.20%
45 do 50	0.77%
50 do 55	0.27%
55 do 60	0.54%
preko 60	0.40%
preko 90	0.44%
Ukupno:	100.00%

7. ZAKLJUČAK

Kao krajnji zaključak može se reći da uticaj obrazovanja na karakteristike putovanja postoji, ali da obrazovanje nije jedan od ključnih faktora pri odlučivanju individue kojim sredstvom će obaviti svoja putovanja, i koliko će to putovanje trajati. Na ovakav zaključak navode rezultati analize osnovnih karakteristika kretanja, koji su približno isti kod svih obrazovnih kategorija.

LITERATURA

- [1] Vračević Radomir (2002.), *Osnove planiranja saobraćaja*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Hägg Erike (2014.), *What individual characteristics influence commuting distance and mode transportation*, Department of Geography and Economic History
- [3] JP "Urbanizam" (2009.), *Saobraćajna studija grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja, knjiga 3 – anketa domaćinstva*, Zavod za urbanizam, Novi Sad

Kratka biografija:



Dražena Čopić rođena je u Srbu (Hrvatska) 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja, Saobraćaj i transport, odbranila je 2017.god.

PRIMENA CISCO TEHNOLOGIJE U RAČUNARSKOJ MREŽI POŠTE

THE IMPLEMENTATION OF CISCO NETWORKING TECHNOLOGY IN POSTAL NETWORK SYSTEM

Nikola Stanković, Željko Trpovski, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Ovaj rad opisuje primenu Cisco tehnologije u računarskoj mreži pošte. Cisco je podrška pružanju usluga koje pošta pruža korisnicima, kao i optimizaciji poslovanja u cilju što boljeg iskorišćenja postojećih resursa i infrastrukture.

Ključne reči: Cisco, mrežna tehnologija, mreža Pošte

Abstract – Paper describes the implementation of Cisco networking technology in postal network system. Cisco is a support to providing services to the postal users, as well as business optimization in order to make use of existing resources and infrastructure better.

Keywords: Cisco, network technology, Postal network

1. UVOD

Savremene mreže nastavljaju da se razvijaju držeći korak sa promenom organizacije rada obavljajući svoje dnevne poslove. Korisnici danas očekuju brz pristup resursima kompanije iz bilo kog mesta i u bilo koje vreme. Ovi resursi ne samo da uključuju tradicionalne podatke, već i video i glas.

Većina preduzeća su mala preduzeća koja imaju mreže manjeg obima, a njihov dizajn je obično jednostavan. Broj i vrsta uređaja na mreži su značajno smanjeni u poređenju na veće mreže. Topologija male mreže obično obuhvata ruter i jedan ili više svičeva, a mogu imati i bežične pristupne tačke (eventualno ugrađene u ruter) i IP telefone. Veza sa internetom je obično jedna WAN konekcija preko DSL-a, kabla ili Ethernet-a [1].

Cilj je projektovati, implementirati i testirati računarsku mrežu koja će biti prilagođena potrebama radnih zadataka poštanskih jedinica. Za potrebe izrade ovakve mreže korišćena je Cisco mrežna tehnologija, u Cisco Packet Tracer simulacionom softveru. Izgled (okruženje) poštanskih jedinica izrađeno je u MS Visio programu.

2. KREIRANJE RAČUNARSKE MREŽE POŠTE

Mreža se sastoji od tri različite lokacije poštanskih jedinica, provajdera Internet servisa koji povezuje poštanske jedinice i pruža im dalji izlazak ka Internetu i Internet koji je simbolično prikazan kao cloud. Sve ove lokacije sadrže komponente koje omogućuju da ova vrsta mreže funkcioniše kao jedinstvena celina.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski.

2.1. Računarska mrežna oprema pošte

Računarska mreža pošte sačinjena je od sledeće mrežne opreme: PC računara, VoIP telefona, svičeva, rutera, i servera (Web, Email, TFTP).

PC računar poseduje mrežnu Fast Ethernet karticu sa kojom ostvaruje konekciju na mrežu. Brzina kartice je 100 Mbit/s. Pored toga, ima mogućnost konfiguracije IP adrese, korišćenja terminala, *command prompt*-a, *web* pretraživača i ostalih opcija.

VoIP telefon – Cisco IP Phone 7960. U gornjem levom uglu ekrana prikazuje se vreme i datum, dok se u desnom delu nalazi jedinstveni broj uređaja za poziv (lociranje na mreži). Zadnji deo uređaja, koji ima priključak za RS 232 konektor, kao i za *Straight-Through* UTP konektore koji dolaze od sviča i PC računara. Na taj način se može ubaciti između PC računara i njegove konekcije ka sviču, tako da nema potrebe postavljati dva različita kabla od sviča.

Svič – Cisco Catalyst 2960 koji poseduje 24 *Fast Ethernet* porta i dva *Gigabit Ethernet* porta sa kapacitetom do 1000 Mbit/s.

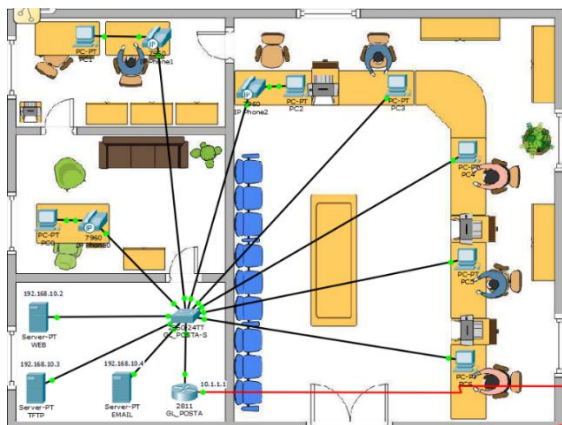
Ruter – Cisco 2811 koji po inicijalnoj upotrebi poseduje samo dva *Fast Ethernet* porta, ali je dosta fleksibilan kada se radi o nadogradnji modula. Omogućuje da se na praznim mestima nadgrade moduli za serijsku konekciju, RJ-11 konektore, dodatne *Fast Ethernet* portove, module za analogne telefonske servise i ostalo. Jedna njegova bitna karakteristika koja ga izdvaja od ostalih rutera koji su u ponudi u simulacionom Ciscov-om okruženju jeste da jedini ima mogućnost konfiguracije telefonskog VoIP servisa.

Server – sadrži jedan *Fast Ethernet* port koji mu je dovoljan za konekciju do najbližeg sviča koji vodi ka Internet konekciji. Postoji mogućnost dodavanja još jednog porta koji može biti drugačiji, npr. za *wireless* konekciju.

Mrežu sačinjavaju i dve vrste kablova: **UTP** – koji je tipa *Straight-Through*, pošto su međusobno povezani samo različiti tipovi uređaja i **Serial DCE** – za WAN konekciju između rutera.

2.2. Implementacija računarske mreže u glavnoj pošti

Glavna pošta poseduje šalter salu koju čini pet šaltera za pružanje usluga korisnicima, odeljenje za kontrolu i pozadinske aktivnosti neophodne za rad pošte, zatim prostoriju upravnika pošte i data centar kao posebna prostorija (Slika 1.). Zbog svoje važnosti u smislu čuvanja podataka, ovaj centar je jedinstven i stoga je smešten u glavnoj pošti.



Slika 1. Raspored i računarska mreža glavne pošte

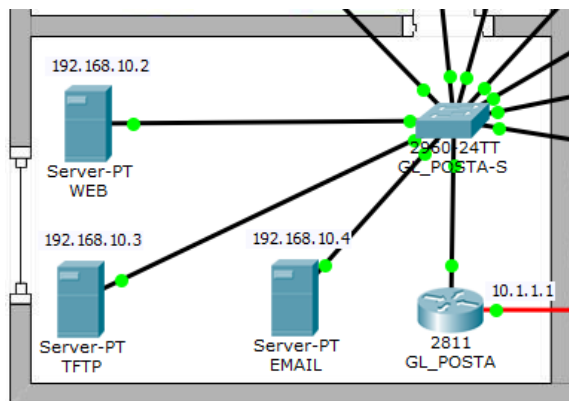
Pošto u mreži postoji prenos podataka i glasa, potrebno je te dve vrste saobraćaja podeliti na podatke i glas, pa je na sviču potrebno formirati dva nova VLAN-a, za svaku vrstu podataka po jedan, a zatim im dodeliti pripadajuće portove.

Nakon toga, potrebno je odabrane portove prebaciti u stanje *access*, a one koji vrše i prenos glasa prebaciti u stanje *voice*. Na kraju, port koji je povezan sa ruterom treba da bude u stanju *trunk* [2].

Kada je izvršena konfiguracija VLAN-ova na sviču, pristupa se konfiguraciji rutera. Potrebno je izvršiti enkapsulaciju napravljenih VLAN-ova na interfejsu kojim je ruter povezan na svič kako bi sada dve odvojene (virutalne) mreže mogle dobiti svoj izlaz ka Internetu preko istog porta, kao i DHCP uslugu. Na kraju, potrebno je konfigurisati telefonski servis na ruteru.

PC računaru se sada može dodeliti automatski dinamička IP adresa. Pored adrese, PC računari dobijaju automatski i adresu *default-gateway*-a kao i adresu DNS Servera. PC računar prilikom zahteva IP adrese dobija prvu slobodnu adresu od raspoloživih adresa koje se nalaze u *pool*-u. Postupak se ponavlja za svaki PC računar koji se nalazi na datoj lokaciji.

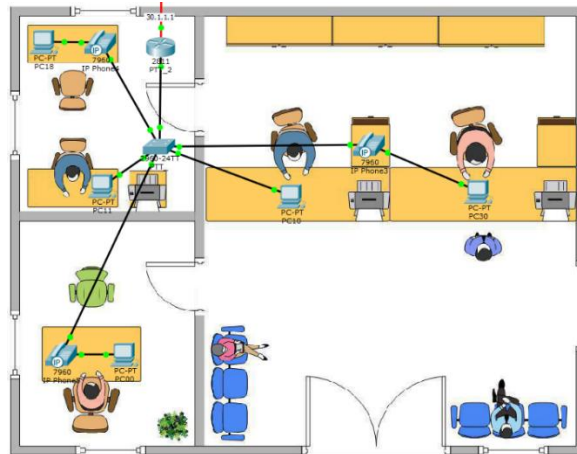
U Data centru glavne pošte smeštena su tri servera: WEB, TFTP i E-MAIL (Slika 2.). Svaki od ovih servisa smešten je na (fizički) posebnom serveru. Serverima su dodeljene statičke IP adrese koje su prethodno isključene iz opsega raspoloživih adresa DHCP servera, pošto je poželjno da ovi servisi ne menjaju svoje adrese.



Slika 2. Data centar glavne pošte

2.3. Računarska mreža druge jedinice – „PTT 2“

Poštanska jedinica „PTT 2“ sastoji se od šalter sale sa dva radna mesta za pružanje usluga korisnicima, kao i dva radna mesta u odeljenju za kontrolu i ostale potrebne aktivnosti u pošti i jednu prostoriju namenjenu za upravnika pošte. Izgled ove radne jedinice prikazan je na slici 3.



Slika 3. Raspored i računarska mreža pošte PTT-2

Kao što je bio slučaj i u mreži glavne pošte, tako i u ovoj mreži postoje dve vrste saobraćaja: glas i podaci. Njihova podela vrši se formiranjem dva nova VLAN-a kojima će zatim biti dodeljeni interfejsi. Nakon toga, potrebno je odabrane portove prebaciti u stanje *access*, a one koji vrše i prenos glasa prebaciti u stanje *voice*. Na kraju, port koji je povezan sa ruterom treba da bude u konfigurisan u mod *trunk*.

Kada je izvršena konfiguracija VLAN-ova na sviču, pristupa se konfiguraciji rutera. Kao i u prethodnim slučajevima za svič glavne pošte, potrebno je izvršiti enkapsulaciju napravljenih VLAN-ova na interfejsu kojim je ruter povezan na svič kako bi sada dve odvojene (virutalne) mreže mogle dobiti svoj izlaz ka Internetu preko istog porta, kao i DHCP uslugu.

Nakon što je izvršena konfiguracija VLAN-ova na sviču, i omogućen DHCP servis na ruteru, PC računaru se može dodeliti automatski dinamička IP adresa.

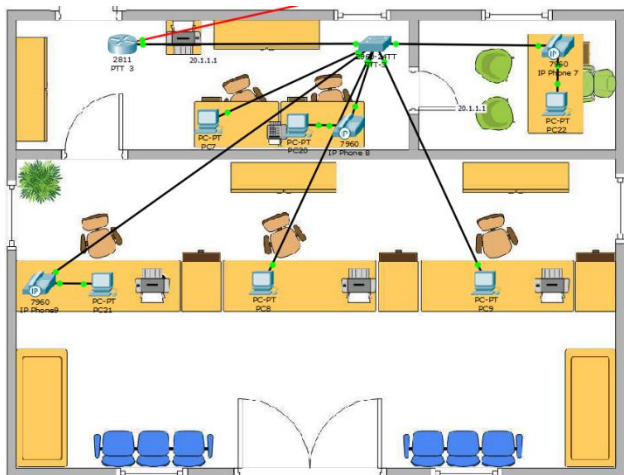
2.4. Računarska mreža treće jedinice – „PTT 3“

Poštanska jedinica „PTT 3“ poseduje šalter salu sa kapacitetom od tri šaltera za pružanje usluga korisnicima, zatim dva radna mesta u okviru odeljenja za kontrolu i pozadinske aktivnosti koje su neophodne za rad pošte i prostoriju upravnika pošte (Slika 4.).

Kao što je bio slučaj i u prethodno prikazanim rešenjima za mrežu pošte, tako i u ovoj, saobraćaj će biti podeljen na glas i podatke. Njihova podela vrši se na isti način, formiranjem dva nova VLAN-a kojima će zatim biti dodeljeni pripadajući portovi. Nakon toga, potrebno je odabrane portove prebaciti u stanje *access*, a one koji vrše i prenos glasa prebaciti u stanje *voice*. Na kraju, port koji je povezan sa ruterom treba da bude u stanju *trunk*.

Kada je izvršena konfiguracija VLAN-ova na sviču, pristupa se konfiguraciji rutera. Kao i u prethodnim

slučajevima za svičeve glavne pošte i pošte PTT 2, potrebno je izvršiti enkapsulaciju napravljenih VLAN-ova na interfejsu sa kojim je ruter povezan na svič kako bi sada dve odvojene (virutalne) mreže mogle dobiti svoj izlaz ka Internetu preko istog porta, kao i DHCP uslugu. Na kraju, potrebno je konfigurirati telefonski servis na ruteru.

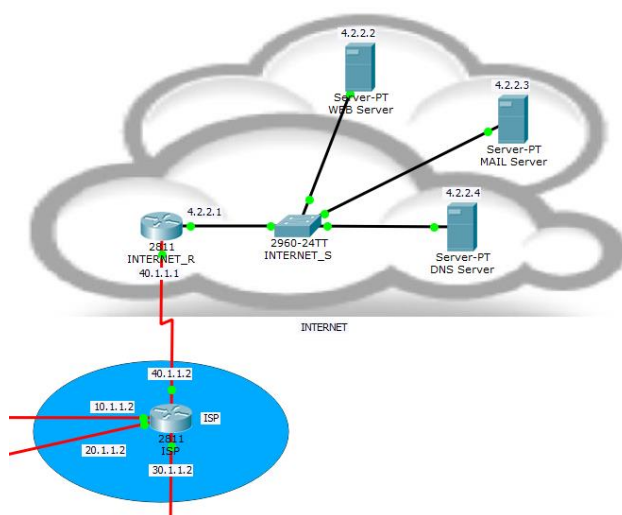


Slika 4. Raspored i računarska mreža pošte PTT-3

3. PROVAJDER INTERNET SERVISA I INTERNET

Provajder Internet servisa (ISP) predstavlja ruter koji pruža konektivnost između poštanskih jedinica kao i njihovu povezanost sa Internetom dok je Internet je simbolično prikazan u vidu oblaka kao na slici 5. na kome se za potrebe primera ove mreže nalazi:

- Web server – na kome se nalaze Internet sajtovi.
- Mail server – na kome je omogućen domen „ftn.uns.ac.rs“ i
- DNS server – koji pruža servise svim računarima poštanskoj mreži.



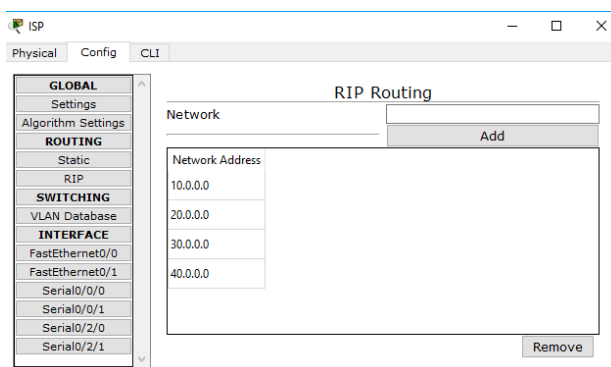
Slika 5. Provajder Internet servisa i Internet mreža

Konektivnost između ISP-a i Internet mreže se obavlja u ovom slučaju preko rutera na Internetu koji predstavlja dalji prolaz ka svim ostalim servisima koje postoje na Internetu.

Rutiranje saobraćaja vrši se RIP protokolom. Za svaki ruter u mreži potrebno je izvršiti zasebnu konfiguraciju ovog protokola, odnosno potrebno je navesti koje mreže su direktno konektovane na izabrani ruter. Drugim rečima, potrebno je ruteru staviti “do znanja” koje mreže i sa kojih mreža će rutirati saobraćaj [3].

Kako bi se definisale mreže za rutiranje, potrebno je u ruterima izabrati opciju Config, a zatim u opciji routing izabrati RIP. U polje Network unosi se adresa mreže čiji će saobraćaj biti rutiran, i zatim se uneta mrežna adresa dodaje opcijom Add na listu mrežnih adresa (Network Address). Na slici 6. dat je prikaz prozora za ovu konfiguraciju na ruteru ISP-a. Unete adrese predstavljaju:

- Mrežna adresa 10.0.0.0 – mreža koja obezbeđuje konektivnost sa mrežom glavne pošte,
- Mrežna adresa 20.0.0.0 – mreža koja obezbeđuje konektivnost sa mrežom pošte “PTT 3”,
- Mrežna adresa 30.0.0.0 – mreža koja obezbeđuje konektivnost sa mrežom pošte “PTT 2” i
- Mrežna adresa 40.0.0.0 – mreža koja obezbeđuje konektivnost sa Internetom.



Slika 6. Konfiguracija RIP protokola na ruteru ISP

3.1. Konfiguracija Internet mreže

Konfiguracija rutera se sastoji iz dva dela. Potrebno je definisati *default-gateway* za uređaje koji se nalaze u ovoj mreži i omogućiti RIP protokol rutiranja. *Default-gateway* se konfiguriše tako što se interfejsu koji je povezan sa svičem dodeli IP adresa.

Postupak konfiguracije *e-mail* servera zahteva da servisi SMTP i POP3 budu omogućeni. Za primer servisa na Internetu, izabrano ime domena je “ftn.uns.ac.rs”. Kada se domen definiše, potrebno je izvršiti registraciju korisnika (*User Setup*) dodeljivanjem korisničkog imena (*User*) i lozinke (*Password*).

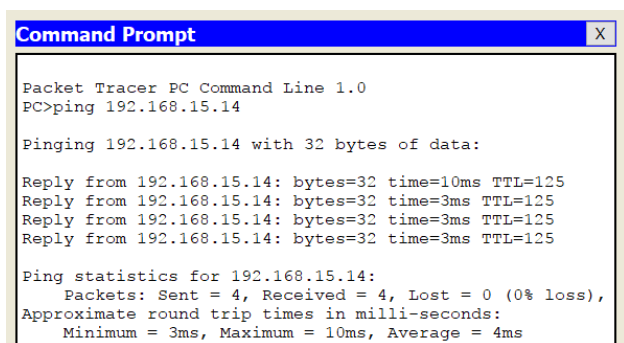
Odabirom opcije DNS Service: **On**, omogućava se DNS servis na serveru. U polju *Name* potrebno je uneti naziv domena, dok se polje *Address* popunjava sa IP adresom tog domena. Ove IP adrese su samo adrese servera na kojima se zapravo nalaze određeni sadržaji svakog od domena. DNS server je tu “samo da uputi” uređaje koji šalju zahteve za određenim domenima ka njihovim (fizičkim, realnim) destinacijama [4].

4. TESTIRANJE KONEKTIVNOSTI UREĐAJA U MREŽI

Ovo poglavlje posvećeno je testiranju konektivnosti uređaja koji se nalaze u istoj i različitoj mreži u odnosu na onu u kojoj se nalaze. Testiranjem će biti obuhvaćen minimalan broj slučajeva testiranja konektivnosti između:

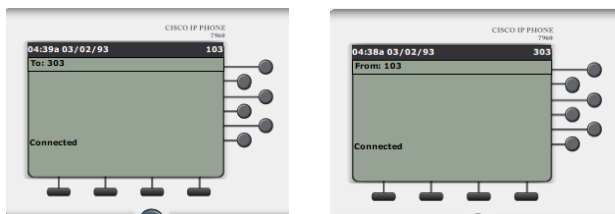
- PC računara i PC računara u istoj i različitoj mreži
- VoIP telefona i VoIP telefona u istoj i različitoj mreži i
- PC računara i servera na istim i različitim mrežama (glavne pošte i Interneta).

Testiranje konektivnosti između dva računara se može proveriti jednostavnom ping komandom u *command prompt*-u. Potrebno je zadati IP adresu destinacionog uređaja i sačekati odziv. Na slici 7. prikazan je postupak kada PC2 iz mreže glavne pošte pinguje PC10 koji se nalazi na drugoj mreži (pošta „PTT 2“) čija je IP adresa 192.168.15.14. Rezultat je uspešno dostignuta destinacija, bez gubitka paketa u toku transmisije podataka.



Slika 7. Testiranje konektivnosti računara na različitim mrežama

Pod testiranjem konektivnosti VoIP telefona podrazumeva se provera da li jedan VoIP telefon može da uspostavi konekciju (vezu) sa drugim VoIP telefonom u istoj i različitoj mreži. Kako bi se to proverilo, potrebno je pozvati broj sa GUI jednog VoIP telefona i posmatrati ponašanje pozvanog VoIP telefona. Na slici 8. prikazan je rezultat uspešno izvršene konekcije između VoIP telefona koji se nalaze na različitim mrežama.



Slika 8. Uspešna konekcija između VoIP telefona

Pod testiranjem konektivnosti između PC računara i servera podrazumeva se provera dostupnosti servisa korisnicima koji se pružaju na serverima. Dostupnost *Web* i *DNS* servisa može se testirati kroz jedan slučaj korišćenja ova dva servisa. Da bi *Web Browser* računara pristupio jednoj od *web* stranica koja se nalaze na serveru, potrebno je da *DNS* server bude ispravno implementiran, i da sadrži zapis u svojoj bazi podataka o traženom sajtu.

Na slici 9. prikazan je uspešan pristup stranici www.cisco.com na web browseru jednog od računara.



Slika 9. Web browser: pristup sajtu www.cisco.com

Kako bi se testirala dostupnost ovog servisa, potrebno je da nakon konfiguracije *Mail* servisa na PC računarima (koje je prethodno urađeno u delu konfiguracije PC računara) razmeniti *e-mail*-ove na oba domena koja postoje u primeru ove mreže („posta.rs“ i „ftn.uns.ac.rs“).

5. ZAKLJUČAK

Projektovana računarska mreža za potrebe poštanskih jedinica ispunjava uslove modularnosti, fleksibilnosti i skalabilnosti koje su neophodne za izvršavanje poslova koji se obavljaju unutar takve organizacije.

Povezivanjem poštanskih jedinica koje se nalaze na različitim lokacijama javnom infrastrukturom u jedinstvenu mrežu predstavlja optimalno rešenje, kako sa aspekta jednostavnosti, tako i sa aspekta troškova. Na ovaj način, poštanske jedinice su odgovorne samo za održavanje svojih lokalnih mreža.

Primenom virtualizacije lokalnih mreža postignuta je optimizacija saobraćaja na lokalnom nivou. Smeštanjem *Data* centra u jedinicu glavne pošte postiže se centralizacija podataka i poslova održavanja.

Uvođenje VoIP telefonije dovodi do racionalizacije resursa i smanjenja troškova u oblasti telefonskih komunikacija, jer se koristi postojeća računarska mreža (infrastruktura) za komunikaciju među zaposlenima.

6. LITERATURA

- [1] ROBERTS, L.G.: “Multiple Computer Networks and Intercomputer Communication”, ACM 1987.
- [2] ANDREW S. TANENBAUM: Računarske mreže, 4. izdanje, 2005.
- [3] <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=3127>
- [4] MACEDINIA, M.R.: “Distributed File Sharing”, Computer, vol. 33, 2000.

Kratka biografija:



Nikola Stanković rođen je u Sremskoj Mitrovici 1993. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije završio je 2016. god.

Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

Dejan Nemec rođen je 1972. god. Diplomirao je, specijalizirao i magistrirao na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektro-tehnike i računarstva. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

NARATIVI PATOLOŠKOG URBANOG ARTEFAKTA

NARRATIVES OF PATHOLOGICAL URBAN ARTIFACT

Marija Čaćić, Igor Maraš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj: *Rad istražuje uzroke i posledice urbane prostorne patologije, na primjeru bivšeg zatvora Jusovače u Podgorici, kao i postojanje i poziciju semiotičkih vrijednosti prostora, sa ciljem njegovog aktiviranja u strukturi, identitetu i značenjima grada.*

Abstract: *The paper examines the causes and consequences of the development of urban spatial pathology, as well as the existence and position of semiotic values with the aim of activating the structure, identity and meanings.*

Ključne reči: *Patološki urbani artefakt; egzistencijalni prostor; događaj; narativna funkcija; programska neodređenost; atmosfera;*

1. UVOD

Urbane strukture su pod pritiskom savremenih socio-prostornih distorzija. Morfološka dezintegracija, napada istorijske ostatke i teži potpunom raskidu sa njihovim identitetom. Djelimično je to posledica kolektivnog nemarnog odnosa prema naslijeđu, kojim sve ubjedljivije negiramo stav Alda Rosija da grad treba da predstavlja „locus kolektivnog sjećanja njegovih stanovnika”.¹ „Vrijednost istorije, shvaćene kao kolektivno sjećanje i kao odnos zajednice prema mjestu je u tome što nam pomaže da razumijemo značenje urbanih struktura, njihovu posebnosti i arhitekturu, koja je oblik te posebnosti.”² Čuvanjem njihove posebnosti, istorijsko sjećanje postaje kulturno konstruisana stvarnost. Nažalost, sve je očiglednije da se stanovnici savremenog heterotopijskog vremena, više ne sjećaju. Zaborav vlada i prostorom nekadašnjeg zatvora - Jusovačom. Muk njenih zatvorenika, prekinuli su zvuci iz muzičke škole, dok je danas, taj prostor, porodični dom. Bez prostorne i funkcionalne komunikacije sa ostatkom naselja, kompleks trune u naslagama istorijske patine. Značenje, struktura i identitet ovog artefakta negiraju se u procesu savremene proizvodnje prostora. Radivoje Dinulović, istražujući ideologije u društvu spektakla, upućuje nas na pitanje: „Da li i kako može arhitektura da funkcioniše na ideološkom planu u društvu čija je suština merkantilna, koje je ostalo bez ideala, bez vjere, bez uvjerenja i bez prihvatljivog sistema vrijednosti?”³ Kako u takvim okolnostima oživjeti istorijsko mjesto u gradu spektakla i merkantilnog društva? Kakvu poziciju ima oboljeli prostor u egzistencijalnom prostoru stanovnika, koji su pasivni korisnici, ali ne i protagonisti?

NAPOMENA:

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

¹ Rosi Aldo, *Arhitektura grada*; Građevinska knjiga, Beograd, 2008.; str. 183.

² Ibid. str. 184.

³ Dinulović Radivoje, *Ideološka funkcija arhitekture u društvu spektakla*; (ULUPUDS), Beograd, 2012; str.5

2. PROSTOR

2.1. Patološki ostaci egzistencijalnog prostora

Društvena odgovornost prema prostoru, trebalo bi da se temelji na prepoznavanju značajnih urbanih artefakata, koji su posledice istorijskih tokova, ali i proizvodi savremenih djelovanja. Oni su elementi koji čine grad i u psihološkoj dimenziji predstavljaju prostorne shemate. Prema Norberg-Šulcu, stabilan sistem perceptualnih shemata predstavlja urbani nivo egzistencijalnog prostora.⁴ Urbani artefakti kao univerzalne, socijalne i kulturno uslovljene strukture su značajni označitelji egzistencijalnog prostora. Iz ugla Šulcovih koncepata prostora, urbani artefakti su elementi uključenja u socijalnu i kulturnu totalnost. Kvalitet njihove strukture prepoznaje se kroz trajnost. Često takvi artefakti čuvaju svoju vitalnost, ali postoje i oni koji se iscrpljuju, „čuvajući samo trajnost njihovog oblika, fizičkog znaka, locusa”.⁵ Ovim, Aldo Rosi definiše urbane artefakte kao pokretačke (monumente) i patološke trajnosti.

Socio-prostorne interakcije su indikatori pokretačke ili patološke spacijalne prirode. Upitno je da li su prostori, kao što je Jusovača, postali patološki prije nego što su odbačeni iz egzistencijalnog prostora ili je društveno negiranje egzistencijalnog karaktera, njegovu patologiju učinilo vidljivom?

2.2 Prostorni kontaminirani otpadak

Jusovača se nalazi na granicama različitih morfoloških, funkcionalnih i socioloških cjelina. To je mjesto sukoba različitih urbanih struja, gdje fizička struktura i izgrađena sredina ne komuniciraju. Morfološka izgubljenost, u teško čitljivom kontekstu, je posledica lošeg ne-integrisanog planiranja bez društvenog učešća. I pored konstantnog kretanja koje se odvija oko njega, ovaj patološki artefakt postaje terra inkognita u procesu nestajanja, otpadni prostor sličan braunfeld lokacijama. Deindustrijalizacija je donijela kontaminirane pejzaže kao posledica propalih proizvodnih sistema, dok se prostor Jusovače sa istim posledicama, može definisati kao kontaminirani ostatak propalih ideologija. Njegova istorija je kontaminirala prostor bolnim sjećanjima, zbog kojih je napuštena, postajući prostorni otpadak u urbanom tkivu u kojem je nakon deindustrijalizacije aktuelna deistorijalizacija.

2.3. Jusovača _ diskreditovan oblik totalitarizma

Događaji Jusovače, ostavljali su trajne manifestacije u gradskom životu, ali ovaj urbani artefakt nikada nije postao oblik identifikacije, zbog svoje zloglasne prirode. Geneza Jusovače paradoksalno se završava oslobođanjem. Ukidanje zatvora i priznavanje kulturno spomeničkog značaja bili su početak vidljivosti patologije. Taj prelazni

⁴ Norberg-Šulc K. *Egzistencija, prostor i arhitektura*; GK Beograd 1975. str.11
⁵ Rosi Aldo, *Arhitektura grada*; Građevinska knjiga, Beograd, 2008.; str. 72.

trenutak trebao je da postane momenat kulturno-istorijske identifikacije, koju društvo i danas odbacuje kao zakonski legitimu. Kada se prostor vezuje za istoriju, nepostojanje simboličkog statusa ne može se vezati za ruiniranu morfološku konfiguraciju, jer patologija ovde nema većinske veze sa locusom.

Zatvor je specifična tipologija prostora i oblik prostorne isključivosti. Kako definisati njegovu prostornu egzistencijalnu dimenziju? Reklo bi se da ima kontradiktorne obrise. Zatvor je egzistencijalni prostor moći i bespomoćnosti. I kada je u njoj boravilo 2000 ljudi Jusovača je bila oblik društvene i političke patologije, iza koje se krio složen mehanizam, instaliran u društveno-političkom aparatu. Jusovača je bila afirmaciju moći jednog čovjeka, jedne varoši, jednog vladara, više država i više okupatora. Razlog ruiniranog stanja je disciplina koja je upravljala prostorom i koja je služila moć autoriteta. Prostor zatvora je imao karakter totalitarizma. Ovde su i ljudi i prostor robovali moći i disciplini, „kao tehnici za fabrikovanje korisnih jedinki“⁶, koji kontrolišu događaj u prostoru i nameću drugačiji odnos tijela sa prostorom i događajem. Kao i u svim ljudskim aktivnostima i u arhitekturi postoji nasilje - nad tijelom.⁷ Kada vlada moć i disciplina, tijelo postaje instrument manipulacije i posmatranja u prostoru. Mehaniizam panoptikona, prostor pretvara u mašinu koja razvija „instrumentalnu kodifikaciju tijela“.⁸ Kada se javi oblici disciplinske moći, egzistencija mijenja svoje uslove, a patologija razvija svoje korijene. Komunikacijske relacije između tijela i prostora, pojedinca i prostora, društva i prostora, grada i prostora nikada nisu ostavarile poželjne dijaloge. Osjećaj pripadnosti nije razvijen, pa smo odbojnost naslijedili od predaka, dok u savremenim okolnostima, ne vrednujemo istorijsku pozadinu. Negiramo ga simbolički, morfološki ga obezvređujemo i činimo beznačajnim u gradskom pejzažu. Savremeni ideološki okviri diskredituju društveni kontekst i istorijski značaj prostora, posmatrajući ga i dalje kao oblik totalitarizma koji nema mogućnost kritičko konstruktivnog vrednovanja i integracije materijalne i nematerijalne istorije prostora u neki novi progresivni socio-prostorni program. Da li može kolektivna svijest da oživi istorijski i spomenički prostor u gradu koji pati od hronične simboličke oskudice?

3. DOGAĐAJ

3.1. Imaginacija i reifikacija

Imaginacija i zajedničko sjećanje su osnovne karakteristike urbanih artefakata.⁹ Kada imaginacija nedostaje, a zajedničko sjećanje blijedi, tada urbani artefakti pokazuju znake svoje patologije. Da li je moguće u takvim prostorima ostvariti imaginaciju i vratiti zajedničko sjećanje? Kako patološku trajnost pretvoriti u pokretačku, koja predstavlja „katalitički element grada moćnu formu koja postaje stabilna, ali čija funkcionalna varijabilnost doprinosi razvojnog procesu urbanizacije i proizvodnje novih arhitektonskih iskustava“¹⁰? Važno je patološke prostore posmatrati u sadašnjem trenutku i učiniti ih

prisutnim. Osvjestiti sadašnji trenutak prostora, sa njegovim trenutnim nedostacima i mogućnostima, ali temeljiti na naslijeđenim naracijama i simbolima, moguće je ostvariti uz socijalnu angažovanost koja će prostor u realnoj interakciji tretira kao pokretačku stvarnost.

U tom slučaju uslov nemogućnosti može biti istorijska i društvena situacija u kojoj nema potrebe za arhitekturom kao kulturnom reprezentacijom. Takvu situaciju je povoljna za uspostavljanje drugačije arhitektonske funkcije.¹¹ „Povratiti objekat ne znači reparirati ga, niti ga održavati ili obnoviti, to je ustvari uspostavljanje jedinstvenog stanja koje nikada ranije nije postojalo“¹². Anticipirati budućnost kontinualnim identitetom, ne znači obnavljati prethodne funkcije, već dati nova značenja. Dakle potrebna je svjesna imaginacija, kao inicijator deformisanja prostorne predstave u nove događaje prihvatljive u zatečenom prostorno-vremenskom kontinuumu. Rekli bismo da je opstanak Jusovače moguć kroz retrospektivnu imaginaciju semiotičkih naracija.

Kada se arhitektonska potreba artikuliše kao simbolička, pokreće se istraga o mogućnostima arhitekture, a ne o njenim aktuelnostim. U te svrhe ispituje se narativna funkcija, koja otvara arbitrarna iščitavanja semiotičkih slojeva, koji će doprinijeti procesu „reifikacije“ simboličkog naslijeđa Jusovače. Razmišljanje o generalnom vodi ka prepoznavanju procesa, trenutnih tendencija i kvaliteta prostora, gdje će „reifikacija doprinijeti beživotnim količinama“¹³.

3.2. Prostorni semiotički impuls

Arhitektonski prostor karakteriše kontradikcija dva nivoa: realnog i metafizičkog. Metafizika je u službi naracije, koja se u realnom vremenu interpretira kroz doživljaj prostora. Između realnog i doživljaja leže posebna značenja arhitekture koja možemo definisati kao metafizičke prostorne narative.

Narativna funkcija prostora, definiše nematerijalna svojstva, zbog čega se veže za prostorni semiotički diskurs, koji tretira koncept kao jezik iščitavanja i otkriva da su prostor i događaj apriori inherentni. Prostor je konstanta koja se oblikuje u događaj, tj. svaki događaj imanentno zahtjeva prostor i vice versa. Možemo pretpostaviti da je svaki događaj u direktnoj vezi sa funkcijama prostora i da funkcije anticipiraju događaje, ali i da sami događaji definišu funkcije arhitekture. „Doživljavanje prostora se tako izražava putem napona između naše neposredne situacije i egzistencijalnog prostora“¹⁴, objašnjava Norberg-Šulc. Do koje mjere nam prostor pruža mogućnost njegovog iščitavanja?

3.2.1. Geometrijska kombinatorika

Forma uspostavlja značajan dijalog sa naracijom, postajući njen jezik u određenoj mjeri. To nam potvrđuje i da je forma „perceptualna struktura, konfiguracija ili diskurzivna kompozicija elemenata“¹⁵. Materija, dobija dvojni ulogu: kao granica vizuelnih mogućnosti prostora

6 Fuko Mišel, Nadzirati i kažnjavati; Prosveta, Beograd, 1987.; str. 186-231
7 Tschumi Bernard, Architecture and Disjunction; Mit press, 1996; str. 120-125

8 Fuko Mišel, Nadzirati i kažnjavati; Prosveta, Beograd, 1987.; str. 201.

9 Rosi Aldo, Arhitektura grada; Građevinska knjiga, Beograd, 2008.

10 Hays K. Michael, Architecture's desire; The Mit press, London, 2010.; str.34

11 Ibid.; str 11.

12 Viollet-le-Duc, Restoration; from the Dictionnaire raisonné de l'architecture française du Xle au XVIe siècle (1854-1868); str: 9

13 Hays K. Michael, Architecture's desire; The Mit press, London, 2010.; str.7

14 Norberg-Šulc K. Egzistencija, prostor i arhitektura; GK, Beograd; 1975.; str. 39

15 Dinulović Radivoje, Ideološka funkcija arhitekture u društvu spektakla; (ULUPUDS), Beograd, 2012; str.5

i kao medij koji generiše potencijale narativnosti. Forma mora biti uvijek u vezi sa nečim nematerijalnim, pa geometrija predstavlja dio sintakse arhitektonskog prostora.¹⁶ „Gramatika i sintaksa arhitektonskih znakova postaju instrumenti za sofisticiranu i ugodnu manipulaciju prostorom. Dovedena do krajnosti takva manipulacija vodi prema poetici beživotnih znakova odvojenih od stvarnosti, u suptilni ledeni užitak uma”.¹⁷

Norberg Šulc tvrdi da čovjekov egzistencijalni prostor ne može biti opisan jedino pojmovima geometrijskih mreža. Tu hladnu i apstraktnu prirodu geometrijske kombinatorka¹⁸, Čumi oplemenjuje značenjima kroz društvene interakcije, koje definišu prostor kao događaj. Kroz formu se tako realizuju funkcije koje korisnik nesvjesno koncipira kroz događaj.

Jezik je dio naravi prostora. Prostorne naracije dopunjuju se subjektivim čitanjima. Taj proces je individualan, ali ne i apsolutno hermetičan, podložan je uticajima kolektivne svijesti. Događaj, u takvom procesu, postaje inicijator komunikacijske interakcije, koji je nagovješten atmosferom koju grade elementi prostorne geometrije. Geometrijskom kombinatorikom upravlja jezik i razvija memorijsku osobenost prostora. U tom procesu neophodna je doza obazrivosti jer često pogrešni pristupi pukih apstraktnih geometrija stvaraju prostore trenutnih osjećaja ili senzacije, kao prolaznih emocionalnih manifestacija. U tom slučaju prostor vrlo brzo gubi svoju egzistencijalnu dimenziju.

3.2.2. „Beskorisnost”

Sedrik Prajs smatra da uloga arhitekture nije proizvodnja „vizuelno prepoznatljivih simbola identiteta, mjesta i aktivnosti”.¹⁹ Kod njega forma je proizvod rešavanja problema kroz dijagram, koji odvaja formu od programskih problema. Prajs naglašava i bitnost socijalnih interakcija i uvodi vrijeme ne kao akumulaciju istorije, već kao jedinicu protoka informacija. Njegova arhitektura poziva na preispitivanje iskustva vremena i socijalnih interakcija u sadašnjem trenutku. Vizuelni kontekst u tom slučaju predstavlja abstrakt značenja prostorne organizacije i (ne)programa u zatečenom trenutku, čime se stvara drugačija jezička komunikacija.

Tretman socijalne transformabilnosti izrodio je efemeranost prostora i memorije, koji zahtjevaju neodređen prostorni program. Efemeranost traži inicijalnu bezpredmetnost, koja je otvorena za buduću programsku neodređenost. Bezpredmetnost i programska neodređenost prostora upućuju na naizgled beskorisnost, koja se nerado povezuje s arhitektonskim sadržajima. Beskorisnost otkriva specifičnu narav arhitekture, koja samu sebe preispituje i negira. „Ili, ako je u novije vrijeme bilo razloga za sumnju u nužnost arhitekture, tada nužnost arhitekture može isto tako biti njena ne-nužnost”.²⁰

3.2.3. Tragovi

Ajzenman insistira na raskidanju forme sa funkcijom, smislom, pa čak i estetikom, negirajući postojanje tih uslova i ispituje unutrašnju matricu značenja, čija je priroda neodređena i nesigurna. Projekat Cannaregio u Veneciji, predstavlja tačku usmjerenja ka djelovanju na tragovima. „Trag je brisanje sebe, sopstvenog prisustva, on je konstituisan pretnjom ili teskobom zbog svog neizbežnog nestajanja, zbog nestajanja svog nestajanja”.²¹ Tragovi prethodnih narativa postaju inicijalan kontekst i koncept. Korbizjeov projekat u tom slučaju postaje jedan narativni sloj kulturne istorije i trag memorije prostora.²² Uspostavlja se kritički dijalog sa kontekstom čime se daje značaj narativnoj funkciji.

Kontradiktornost između arhitektonskog koncepta i iskustva prostora, gdje leži narativnost, razrešava se u jednoj dodirnoj tački, koju Čumi objašnjava kao mjesto gdje se gubi razlika između argumenata i metafora. Takvo mjesto može imati pljesnive tragove i prljave ostatke svakodnevnog života. Prema Čumiju negiranje istorije, ali građenje na njenim tragovima, negiranje pravila i traganje za metafizičkim, pitanje je transgresije. „Transgresija ne podrazumijeva metodičko uništavanje svakog koda ili pravila koji se tiču prostora ili arhitekture. Naprotiv, ona uvodi nova razdvajanja između spoljašnjeg i unutrašnjeg, između koncepta i iskustva.”²³

3.2.4. Nesvjesno

Nesvjesno, u prostoru, možemo povezati sa atmosferom, koja omogućava razmjenu između materijalnih svojstava mjesta i nematerijalne čovjekove percepcije, imaginacije. Za Cumtora atmosfera je estetska kategorija, koja zahtjeva mentalno učešće, pa objašnjava da „osjećamo atmosferu kroz našu emocionalnu senzibilnost, oblik percepcije koji nam je neophodan da preživimo”.²⁴ Dakle osjećati, ali i razumijeti atmosferu znači i odrediti naš vlastiti egzistencijalni oslonac. Razumjevanje atmosfere ipak zahtjeva svjesnu percepciju njenih entiteta. Prema Cumtoru glavni elementi atmosfere su: forma kao materijalno prisustvo stvari, kompatibilnost materijala, zvuk prostora, temperatura, okolina, pokret, tenzija između spolja i unutra, intimnost i svjetlost. Dovedeni do harmoničnog odnosa, definisani elementi prestaju nezavisno da egzistiraju i čine ono što shvatamo kao jedan pojam, pojam atmosfere. Bernard Čumi nas dalje upućuje da postoji i poseban užitak, koji se rađa u konfliktima „kada je čulni užitak prostora u konfliktu s užitkom reda”.²⁵ U pitanju su spomenici, koje Adolf Los opisuje kao „mali dio arhitekture koji pripada umjetnosti”.²⁶ Ironično spomenici pružaju nesvjesni užitak, nudeći teške naracije.

Doživljaj prostora se ovde ne vezuje za program, već struktura, zvuk i materijal nude efektivno nesvjesno iskustvo u osnovi tragičnih naracija. Zato boravak u prostorima spomenika, nije obično prisustvo, potrebna je

16 Norberg-Šulc K. Egzistencija, prostor i arhitektura; GK, Beograd; 1975.; str. 14

17 Bernard Tschumi, Arhitektura i Transgresija, AGM-Zagreb, 2004.; str. 169.

18 Norberg-Šulc K. Egzistencija, prostor i arhitektura; GK, Beograd; 1975.; str. 14

19 George Baird „La Dimension Amoureuse” in architecture, u: Hays K. Michael, Architecture Theory since 1968; The Mit press, London, 1998.; str.40.

20 Bernard Tschumi, Arhitektura i Transgresija; AGM-Zagreb, 2004.; str. 170.

21 Miško Šuvaković, Hibridna pitanja o dekonstrukciji i umjetnosti, Institut za filozofiju i društvenu teoriju, Beograd, 2005. str. 83.

22 <http://www.architectural-review.com/view/interviews/interview-peter-eisenman/8646893.article>

23 Bernard Tschumi, Arhitektura i Transgresija, AGM-Zagreb, 2004. str. 164.

24 Zumthor Peter, Atmospheres; Birkhauser, Basel, 2006.; str. 13

25 Bernard Tschumi, Arhitektura i Transgresija, AGM-Zagreb, 2004. str. 162.

26 Adolf Loos, Ornamentat i zločin, Mladost, Zagreb, 1952. , str.24.

određena količina energije, koncentracije i participacije. Njihova narativna funkcija zahtjeva fizičku i mentalnu participaciju individualnog čitanja i tumačenja atmosfere. Na kraju Bogdan Bogdanović upozorava da je „svaki spomenik pomalo agresivan, a sjećanja koja budi su uvijek opasna”²⁷, znajući da je izvan arhitektonskog simboličkog radikalno ništavilo arhitektonskog realnog.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Bez sumnje odnos između individue (društva) i (izgrađenog) okruženja je nužno obostrani komunikacijski proces. Često različiti faktori određuju tokove tog procesa, koji nerijetko dovode i do socio-prostornog konflikta, pa se kao posledice javljaju nepromišljene urbane distorzije i sve učestalije devastacije prostora. U tako nastalom vrtlogu dislokacija, distorzija, devastacija, disharmonija, disproporcija...i dezintegracija istorijskog naslijeđa postaje neminovna. Zaključili smo da takva (ne)odgovornost, dodatno pojačana opštom nerazvijenom svijesću o prostoru, nije primarno uzrokovana ruiniranim sadašnjim trenutkom, već naslijeđenom kolektivnom odbojnošću prema prostoru discipline i moći, jer nam je, u krajnjem slučaju, genetski u prirodi dato da izbjegavamo neprijatne i opasne atmosfere.

Da bi patološki urbani artefakt u procesu reifikacije svojih ruina dobio osobenost egzistencijalnog prostora, on mora nužno biti javnog karaktera. Ali da bi postao identitetsko mjesto grada, ovaj prostor mora nuditi otvorenost za savremene zahtjeve, a ne isključivo imati samo spomeničku funkciju. Ipak treba stvoriti prostor koji će biti programski neodređen jer Mišel Fuko upozorava: „Javni prostor nema sadržaj, on je makar po definiciji potpuno otvoren i stvoren zarad dobra, te je stoga lišen bilo kakvih unaprijed određenih sadržaja izuzev onih koji nastaju u trenutku kad u njemu borave pojedinci ili grupe.”²⁸ Efemernost prostora ostvariće sposobnost prilagođavanja nestabilnim i arbitrarnim socijalnim aktivnostima, pa prostor postaje poziv ili sugestija za različita pojedinačna djelovanja. Tako se formira simulakrum monumenta kao scenografije spremne da se prilagodi svim budućim performansima.

Aktiviranje narativne funkcije zahtjeva mentalno učešće korisnika, pa taj proces postaje i intuitivni izbor. Narativnost prostora nije univerzalan model već forma fleksibilne aktivnosti koja se prilagođava relevantnom kontekstu i socijalnoj interakciji u određenoj vremenskoj varijabilnosti. Simbolička vrijednost prostora se, kroz narativnost, interpretira kao kulturni manifest koji evocira moć komunikacije i privileguje formu kao novi jezički alat narativnosti. Socio-prostorna interakcija aktivira se inicijalno vizuelnom percepcijom, dok se tokom vremena proces usložnjava i postaje dio periferne (nesvjesne) percepcije. Uloga forme u takvoj interakciji, koja je podređena naraciji, daje uvodnu „riječ” u komunikacijskom procesu. Program prostora dalje određuje naš tjelesni i psihološki položaju u prostoru, stepen emocionalnog i mentalnog učešća, slobode i ograničenja, znanja i očekivanja u daljim „čitanjima prostora”. Na tom stupnju efemernost prostora, kao osobina programske

neodređenosti, oslobađa prostor od svih definišućih uzroka prethodno objašnjenih ograničenja. Dalji proces u razvijanju narativnosti prevazilazi formu i sadržaj, otkriva ono što stoji iza njih, skrivena i latentna značenja porijekla, istorije, naslijeđa i svih memorijskih zapisa. Atmosfera iza koje stoje svi prethodni elementi vodi u nesvjesni doživljaj prostora i potpuno dostizanje narativne kompleksnosti. Ovaj proces definiše socio-prostornu interakciju koja razvija narativnost i sama za sebe postaje događaj.

Ovim postupcima koncipiran prostor ne samo da ima snagu pokretanja emocionalnih interakcija, već na urbanom nivou mijenja urbanu atmosferu i unosi novu ravnotežu kao prostor koji je zasnovan na granici filozofije i materije. Postaje direktan odraz samorefleksije društva i grada, ali i vid samoanalize i samokritike sa ciljem pronalaženja društvenih problema. Javni spomenički prostor postaje kritička prostorna intervencija sa ciljem razvoja kolektivne svijesti o naslijeđenom, ali i zdravom razvoju javnog prostora, jer treba zapamtiti da bezlični prostori dovode do psihološke destrukcije društva, ali i suprotno, destrukcija društva vodi do destrukcije prostora.

6. LITERATURA

- [1] Rosi Aldo, *Arhitektura grada*; GK, Beograd, 2008.
- [2] Dinulović Radivoje, *Ideološka funkcija arhitekture u društvu spektakla*; (ULUPUDS), Beograd, 2012;
- [3] Norberg-Šulc K. *Egzistencija, prostor i arhitektura*; Građevinska knjiga, Beograd; 1975.;
- [4] Fuko Mišel, *Nadzirati i kažnjavati*; Prosveta, Beograd, 1987.
- [5] Tschumi Bernard, *Architecture and Disjunction*; Mit, 1996.
- [6] Viollet-le-Duc, *Restoration*; from the Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle (1854-1868);
- [7] Hays K. Michael, *Architecture's desire*; The Mit press, London, 2010.
- [8] Hays K. Michael, *Architecture Theory since 1968*; The Mit press, London, 1998.
- [9] Miško Šuvaković, *Hibridna pitanja o dekonstrukciji i umetnosti*, Zbornik radova sa naučnog skupa „Glas i pismo: Žak Derida u odjecima“, Institut za filozofiju i društvenu teoriju, Beograd, 2005.; str. 81-87
- [10] Zumthor Peter, *Atmospheres*; Birkhauser, Basel, 2006.
- [11] Adolf Loos, *Ornamentat i zločin*, Mladost, Zagreb, 1952.
- [12] Prodanović Srđan i Krstić Predrag, *Javni prostor i slobodno delanje:Fuko vs. Lefevr*, Izvorni naučni članak, Beograd, 2011.

Kratka biografija:



Marija Čačić, rođena je 1991. god. u Pljevljima, Crna Gora. Osnovne i specijalističke studije završila je na Arhitektonskom fakultetu u Podgorici. 2015. godine upisala je master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Dobitnica je nagrade Univerziteta Crne Gore; nagrade Arhitektonskog fakulteta; priznanja 21. Međunarodnog Salona Urbanizma.

27 Intervju sa Bogdanom Bogdanovićem, za Svjetlo riječi, 2007

28 Mišel Fuko u: Srđan Prodanović i Predrag Krstić, Javni prostor i slobodno delanje:Fuko vs. Lefevr, Izvorni naučni članak, Beograd, 2011.;str.430

UPOREDNA ANALIZA PRISTUPA ARHITEKTONSKOJ VIZUALIZACIJI COMPARATIVE ANALYSIS OF ARCHITECTURAL VISUALISATION APPROACHES

Jasmina Vojnić Zelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj: Ovaj rad se bavi analizom arhitektonske vizualizacije u pogledu ispitivanja tri različita pristupa radu kroz njihove prednosti i mane. Poseban osvrt je na vremenskom intervalu koji je potreban za materijalizaciju scene i preradu dnevnih i noćnih prikaza. Izvršeno je poređenje tri pristupa u različitim softverima i istaknut je najbolji metod kroz primere generisanja scena.

Abstract: This paper is dealing with the analysis of architectural visualization in examining three different approaches to work through their advantages and disadvantages. A special overview is the time interval required for the materialization of the scene and adaptation of the day and night scenes. A comparison of three approaches was made through different software and the best method was highlighted through examples of generated scenes.

Ključne reči: Arhitektonska vizualizacija, uporedna analiza, renderi, postprodukcija, vremenski interval

1. UVOD

Arhitektonska vizualizacija je veoma mlada oblast industrije, čijem je napretku mnogo doprineo razvoj računara i informatike. Ona ljudima daje uvid u trodimenzionalni prikaz određenog neizgrađenog prostora pre početka bilo kakvih radova. Izvršenim istraživanjima primenjenim u ovom radu i samostalnom praksom u ovom i srodnim poljima moguće je uočiti da postoji niz pristupa problemu brzine izrade i kvalitetu izrade fotorealističnih prikaza.

1.1 Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je ustanoviti koji metod generisanja i dorade arhitektonskih vizualizacija je najadekvatniji u odnosu na kvalitet prikaza, utrošak vremena i primenu alata potrebnih za upoređivanje metoda primene odabranih softvera. Krajnji rezultat treba da budu arhitektonski prikazi na osnovu kojih može da se zaključiti, koji metod generisanja je najbolji, a primenjuju se:

1. Izrada scene u 3DS Max-u sa upotrebom V-Ray-a u materijalizaciji, osvetljenju i kao rendering engine;
2. Izrada scene u 3DS Max-u sa upotrebom Adobe Photoshop-a u materijalizaciji i osvetljenju;
3. Kombinovani metod, izrada scene u 3DS Max-u i upotreba oba programa za materijalizaciju i osvetljenje.

2. PRIPREMA SCENE

Pravljenje vizualizacije zahteva upotrebu različitih softvera koji zadovoljavaju sve aspekte potrebne za dobijanje željenog prikaza. Dobijanje scene zahteva pre svega softvere za modelovanje, zatim za materijalizaciju i kasnije postprodukciju. Programi koji su korišćeni kroz analize su 3DS Max, V-Ray i Adobe Photoshop. Početnu fazu istraživanja čine clay renderi.

2.1 Clay renderi

Clay renderi prikazuju samo modele sa svetlima, odnosno ambijentom koji se postiže na slici. Oni su bili početni korak u pripremi za dalja istraživanja i dolazak do željenih zaključaka. Clay scene su priprema pre početka postavljanje tekstura i materijala u radu, odnosno samog oživljavanja scene. Teksture tada imaju istu materijalizaciju, u ovom slučaju je svima dodeljen V-Ray Mtl, a diffuse tab je podešen kao V-RayEdgesTex, čime je istaknuta geometrija scene. (Slika 1.)



Slika 1. *Enterijer, Clay render*

Pripremljene i izrenderovane clay scene čine početni korak za primenu različitih metodoloških prikaza, istaknutih u uvodnom delu od kojih je prvi izmena materijala direktno u softveru za modelovanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Vesna Stojaković, vanredni prof.

3. RAZLIČITI PRISTUPI MATERIJALIZACIJI SCENE

Istražuju se paralelno tri metoda izrade i prerade iste scene. Uzima se niz scena koje su nepromenjene, gde se materijalizaciji, osvetljenju i ambijentu u slici prilaziti različitim pristupima.

3.1 Generisanje scene primenom V-Ray-a

Primenom V-Ray-a postavljeni su materijali i osvetljenje na scenu. Kada posmatramo scenu sa dnevnim osvetljenjem (Slika 2), korišćeno je samo jedno V-RaySun i jedno V-RayLight Plane, koji nisu toliko zahtevni kada je renderovanje scene u pitanju jer ne dolazi do preteranog preklapanja osvetljenja koje otežava render. Kada se posmatra ista scena samo noćni prikaz (Slika 3.) postoji razlike u vremenu koje je potrebno za izradu rendera, jer je u noncom prikazu dodato još 2 osvetljenja.

Kada posmatramo postavljanje materijala ono nije trajalo dugo jer scena ne sadrži veliko broj elemenata. Najviše vremena je bilo potrebno da se podese parametri kada su pravljene površine koje imaju visoku refleksiju kojih ima četiri, da bi se dočarao materijal poput metala i stakla koje se nalazi na stolu i lampama. Svaki od elemenata ima drugačiju materijalizaciju samim tim i drugačije parametre. Ako posmatramo scenu sa dnevnim i noćnim pristupom vreme koje je bilo potrebno da se izradi je oko 5 sati samo materijalizacija i dnevna svetla, dok je render trajao sat vremena. Prerada scene je trajala pola sata i pretvaranje scene iz dnevne u noćnu, dok je render trajao sat i po.



Slika 2. Enterijer, 3DS Max dnevni prikaz



Slika 3. Enterijer, 3DS Max noćni prikaz

3.2 Generisanje scene u Adobe Photoshop-u

Sljedeća faza istraživanja u radu je izrada materijalizacije i svetla u Adobe Photoshop-u, izradu ambijenta i postprodukciju kako bi se mogle uporediti iste scene kao i vreme potrebno za dobijanje prikaza u 3DS Max-u i Adobe Photoshop-u.

Efekat i materijali koji su postignuti na slikama su rađeni isključivo u Photoshop-u, dok su početne slike bili obični Clay render (slika 1.). Time je dokazano da se isti efekat, odnosno sličan prikaz može uraditi u oba programa sa svim senkama i dočaranim ambijentom. Obična tekstura je uvezena kao slika koja je seamless texture, lepljena i prilagođavana na svaki deo nameštaja, dok su se pomoću običnog brush tool-a (četkice) pravili zasenčeni i osvetljeni delovi. Tako postignuta materijalizacija, pogotovo delova koji imaju visoku refleksiju, kao i ambijent, izvor osvetljenja i sve ostalo.

Izrada slika na ovaj način je izuzetno zanimljiva i zahteva visok nivo kreativnosti kako primeniti obične alatke, ali iz vremenske tačke gledišta je potpuno neisplativa. Za izradu najjednostavnijeg prikaza (slika 4.) od niza urađenih scene bilo je potrebno šesnaest sati.

Potrebno je istaći da je za preradu ovih prikaza bilo potrebno znatno manje vremena u Photoshop-u nego što bi bilo potrebno u 3DS Max-u, jer je u njemu potrebno iznova renderovati datu scenu, dok se to u Adobe-ovom programu vrši pomoću nekoliko alatki za osvetljenje, efekata i postavljanja maski na zatamnjene odnosno osvetljene delove zavisno od efekta koji je primenjen.



Slika 4. Enterijer, Adobe Photoshop

Primetno je da oba gore navedena pristupa imaju prednosti i mane, pa treći pristup teži da iskoristi prednosti oba, i kroz kombinovanu primenu dođe do istih ili boljih rezultata nego prethodna dva pristupa.

3.3 Kombinovani metod

Treći metod koji se istražuje je kombinovani metod, odnosno izrada prikaza u oba programa. Ideja je izraditi ceo prikaz u 3DS Max-u, dok postprodukciju, odnosno sve izmene odraditi u Adobe Photoshop-u.



Slika 5. Enterijer, Kombinovani metod

Kombinovani metod koristi prednosti oba od prethodno navedenih pristupa, tako da se u daljem radu uočava primena gotovog rendera iz 3DS Max-a i njegova postprodukcija u Photoshop-u (slika 5.). Posmatrano iz tačke vremenskog intervala koji je utrošen za izradu ovih promena na navedenom primeru računa se vreme koje je utrošeno za izradu u 3DS Max-u na pravljenje scene, misleći na dodavanje materijala i svetla, i postprodukcija u Photoshop-u koja je trajala veoma kratko kad su ovako sitne izmene u pitanju, utrošeno je sve ukupno 8 sati.

4. UPOREDNA ANALIZA

Izrada i postprodukcija sva tri metoda je različita pa su samim tim i pristupi za poređenje veoma različiti. U ovom radu analizirane su tri stavke, a to su: 1. Poređenje vremena, 2. Poređenje prerade dnevni / noćni prikaz i 3. Poređenje materijalizacije.

Vreme utrošeno za izradu noćnog prikaza u Max-u je bilo 8 sati i 30 minuta, vreme utrošeno u Photoshop-u je bilo 16 sati, dok je kombinovanim metodom bilo potrebno 8 sati. Posmatrano iz vremenske tačke gledišta najbolji je kombinovani metod.

Posmatrajući istu preradu noćne scene, u Max-u je cela scena poprimila žutu boju zbog svetla, u Photoshop-u je neravnomeran prelaz između svetlih i tamnih delova, dok je kombinovanim metodom uzeto najbolje sa oba prikaza.

Kada su u pitanju materijalizacija određenog elementa velika prednost 3DS Max-a je da program prepoznaje delove koji su savijeni poput tkanina i precizno može da prijanja materijal na njih. Photoshop može da postigne iste rezultate, ali je za to potrebno uložiti puno više truda i rada. Kada je poređenje izrade materijalizacije u pitanju lakše je izvršiti to u Max-u, ali ako je u pitanju postprodukcija koja zahteva sitne promene kao na primer promena boje tkanine ovu radnju je lakše izvršiti u Photoshop-u, kombinovanim metodom.

5. ZAKLJUČAK

Prolaskom kroz analizirane metode poredilo se vreme i prepravke koje se mogu javiti u radu sa klijentima, kao i pronalaženje najboljeg rešenja od ponuđenih tri pristupa radu. Istakle su se prednosti i mane svakog od pristupa i uporednom analizom došlo do odgovarajućih zaključaka.

Istraživanjem, testiranjem i praktičnom primenom izučene metode prošlo se kroz niz različitih scena i u svakom od pristupa se dobio isti zaključak. Kombinovani metod predstavlja najbolje rešenje pristupa radu.

6. LITERATURA

- [1] Markus Kuhlo „Architectural Rendering with 3dMAX i Vray”, Oxford, United Kingdom, 2011.
- [2] Lisa DaNae Dayley, Brad Dayley “Photoshop Bible”, New York, Wiley, 2013.
- [3] <https://docs.chaosgroup.com/display/VRAY/VRayMtl>
- [4] <https://knowledge.autodesk.com>

Kratka biografija:



Jasmina Vojnić Zelić, rođena u Subotici 26.05.1993. godine. Diplomski rad odbranila 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Arhitektura i urbanizam i stekla zvanje dipl. inž. arh. Master rad brani na smeru Digitalne tehnike dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu 2017. godine.

INTERAKTIVNI PROJEKAT ARHITEKTONSKE VIZUALIZACIJE ENTERIJERA INTERACTIVE PROJECT OF INTERIOR ARCHITECTURAL VISUALIZATION

Nemanja Jaćimovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Glavni cilj i problem ovog rada jeste da se osmisli idealni tok izrade arhitektonske vizualizacije, kroz pravljenje interaktivne scene enterijera, koji bi mogao da parira, u vremenskom i finansijskom smislu, trenutnom standardnu, kao što je V-ray i slični programi, koji se koriste za kompjutersko generisanje digitalnih slika i animacija.

Abstract – The main goal and problem of this project is to create an ideal workflow for architectural visualization, by creating an interactive scene of the interior, which could parse, in time and financial terms, the current standard, such as V-ray and similar programs, which are used for creating computer-generated images and animation.

Ključne reči: arhitektura, arhitektonska vizualizacija, enterijer, unrealengine

1. UVOD

Upotreba Unreal Engine-a (UE) u arhitektonskoj vizualizaciji je u proteklih godinu dana postala sve popularnija i pristupačnija, zahvaljujući naglom porastu zainteresovanosti klijenata u real-time (RT) vizualizacije uz kombinaciju tehnologije virtuelne realnosti (VR), koju UE pruža.

Pošto je UE primarno pravljen kao softver koji se koristi za razvoj video igara on sa sobom donosi i svu problematiku i kompleksnost kao i kod razvoja jedne video igre.

Međutim, Epic, kompanija koja je razvila ovaj *game engine* je uložila dosta truda u poslednje vreme da kroz raznu dokumentaciju, seminare i tutorijale, što više približi ovaj pristup arhitektonskoj vizualizaciji i 3D artistima koji su do sada navikli na tok rada u drugim softverima.

Očekivan rezultat istraživanja jeste da će osmišljeni tok rada biti efikasniji i ekonomičniji od tradicionalnog renderovanja i da će potencijalnim klijentima više odgovarati ovaj pristup prezentovanja prostorija ili objekata, zbog relativno lakih izmena i dodavanja, koje se mogu čak i predvideti i integrisati u sam projekat što znatno doprinosi na uštedi vremena, kao i fleksibilnosti rada na projektu.

Finalni projekat bi trebao da omogući klijentu da se slobodno kreće kroz projekat i na njemu vrši predviđene izmene i na taj način daje što kvalitetniju povratnu informaciju o daljem razvoju projekta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji mentor je bila prof. Vesna Stojaković.

Kao zaključak iz navedenog, definisani su sledeći zadaci projekta:

- Kreiranje scene enterijera i bliže okoline u 3Ds Max-u
- Poboljšanje toka rada između 3Ds Max-a i Unreal Engine 4 uz pomoć skripti
- Generisanje osnovne baze materijala za UE4 za arhitektonsku vizualizaciju
- Podrška za interaktivnost okoline, svetla, materijala i objekata
- Dizajn i implementacija korisničkog interfejsa (UI)

2. PREGLED RELEVANTNIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Primena Arhitektonske Vizualizacije

Arhitekta su na različite načine koristile vizualizacije kao alat za planiranje tokom procesa dizajna. Razmišljaju o tome kako će budući projekti uticati na njihovu okolinu, kao i na koji način će se dizajnirati njihovi enterijeri. Glavni cilj ovakvih vizualizacija je rešavanje funkcije prostora, dispozicije osvetljenja i stvaranje zadatog ambijenta.

2.2. Unreal Engine 4

Unreal Engine 4 koji je prvobitno bio namenjen kao alat za pravljenje računarskih igara već dugo postoji, ali se i dalje usavršava. Poslednjih nekoliko godina se uvideo njegov potencijal u primeni u građevini i arhitekturu, kao način prezentovanja ideja i objekata, pa čak i simulacija koje se tiču bezbednosti budućih korisnika objekata [2].

Napredak u razvoju virtuelne realnosti znači da je moguće kreiranje ambijenta koji su verodostojniji nego ikada do sada.

Do skoro pravljenje animacija prolaženja kroz prostor sa standardnim arhitektonskim softverom zahteva izuzetno mnogo vremena i resursa, gde rezultat ne ispadne kvalitetan i izgleda previše grub, pa se zbog toga retko praktikuju. Crteži i statični renderi često ne uspeju da u potpunosti dočaraju osećaj i veličinu prostora. Neke od prednosti koju primena Unreal Engine-a nudi u arhitektonskoj vizualizaciji su da je moguće zamisliti da se korisnik šeta kroz prostor dok istovremeno objašnjava klijentu njegov koncept ili da paralelno sa klijentom vrši finalne izmene na materijalizaciji nameštaja i zidova, čak i da vrše direktne izmene u prostorijama, poput ubacivanja i izbacivanja elemenata, izmene svetla i slično.

Jedan od takođe presudnih faktora zašto bi ovaj tip rendera trebao biti isproban, jer zato što je Unreal Engine od skoro postao besplatan.

Isto tako, jer arhitekta ovom vrstom projekata radom na Unreal Engine-u ne proizvode komercijalne proizvode

(igre), takse od 5% na projekte preko određene zarađene sume novca se ne odnose na njih.

Pored svega toga, Unreal Engine iza sebe ima opširnu dokumentaciju [3], primere i uputstva dostupna svima, kao i profesionalne kurseve i seminare, po potrebi, jer iako postoje sve ove povoljnosti i olakšice, ima još dosta prepreka zbog kojih mnoge arhitekture nisu pokušale da usklade ovaj pristup arhitektonskoj vizualizaciji u svoj tok rada.

3. METODE I MATERIJALI

3.1. Kreiranje prototipa za tok rada

Proces rada je postavljen tako da liči na tipičan proces produkcije koji se koristi u kompanijama koje se bave arhitektonskom vizualizacijom:

- Dizajnirati prostor u 2D programu ili skicama
- Importovanje 2D crteža u 3Ds Max da bi se tamo izmodelovao 3D prostor
- Modelovanje *highpoly* i *lowpoly* modela i njihova optimizacija
- Generisanje UV mapa i kolizija za objekte
- Eksportovanje kompletnog modela prostora u FBX formatu za UE4
- Generisanje potrebnih mapa (*normal*, *reflect*, *roughness*, *bump*, *ambient occlusion*)
- Podešavanje materijala u UE4
- Kreiranje interaktivnih elemenata
- Podešavanje interfejsa
- Dodavanje efekata i podešavanje ambijenta

4. TOK RADA IZMEĐU 3DS MAX-a I UE4

4.1. Analiza standardnog toka rada između 3Ds Max-a i UE4

S obzirom da gotovo sva geometrija i materijali, koji se koriste kasnije u UE4, se generisu u drugim softverima, potrebno je imati dobro definisan i jasan tok rada prilikom izrade modela i tekstura.

Međutim, baš zbog toga što je uključen veliki broj programa i alata, dosta se vremena gubi na podešavanja, provere tačnosti, kvaliteta i greške koje nastaju prilikom prebacivanja fajlova.

4.2.1. Standardni tok rada u 3Ds Max-u

Da bi rad na modelima bio što efikasniji, bitno je da se unapred odredi što veći broj faktora, koji će da uticati na dizajn i dalji razvoj tog modela, kako će on ponašati na svetlu, predvideti da li će taj model biti statičan, dinamičan ili animiran i tip materijala koji će primenjivati na njemu.

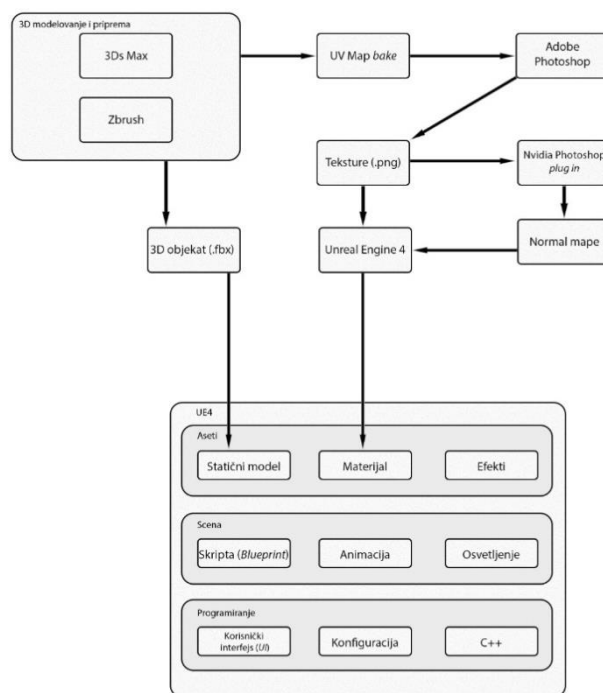
Međutim, s obzirom da je modelovanje i priprema modela za UE4 zauzima najveći deo vremena od kompletnog toka rada do finalnog proizvoda u UE4, treba eliminisati što veći broj koraka koji se ponavljaju, odnosno ili ih automatizovati ili ih se u potpunosti rešiti.

Jedan od ovakvih rešenja dolazi kroz upotrebu skripti koje su korisnici 3Ds Max softvera pravili, da bi sebi i drugima olakšali rad i uštedeli vreme.

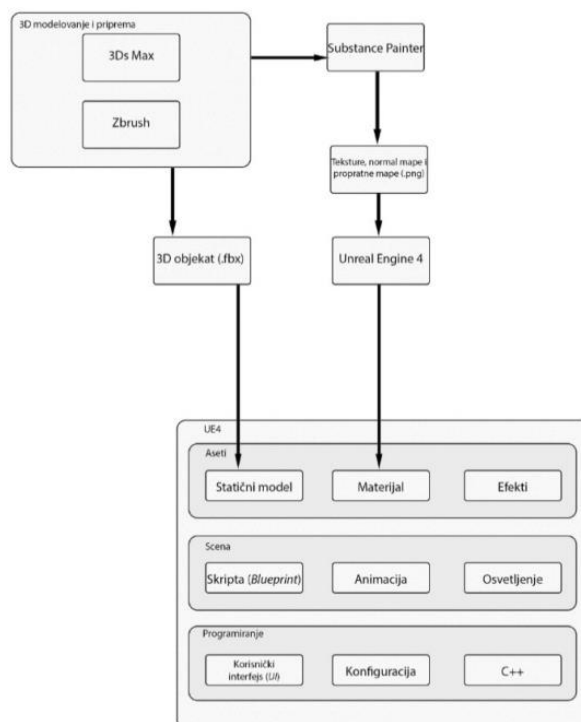
Neki od čestih problema koji se javljaju su:

- Greške u topologiji modela

- Ekstenzivna upotreba alata za transformaciju, koji remete model
- Spajanje velikog broja sitnih elemenata
- Izmena ID na modelima
- Pojavljivanje poligona koji imaju više ili manje od 4 strane
- Deformisanje tekstura, uslovljeno ili brojem strana poligona ili njihovom neravnomernom veličinom
- Komplikovano i ne optimizovano rešavanje UV mapa
- Sporo i komplikovano generisanje tekstura
- Sporo testiranje modela u UE4



Slika 1. Izgled standardnog toka rada između 3Ds Max-a i UE4



Slika 2. Izgled novog toka rada između 3Ds Max-a i UE4

5. POBOLJŠAN TOK RADA

Na osnovu grafika izgleda novog toka rada i novog toka rada sa skriptama, može se ustanoviti koji koraci pri radu su uklonjeni kao nepotrebni, jer su ili automatizovani ili prebačeni da zavise od drugog programa.

Kao najbitnije izmene koje su uticale na tok rada su uvođenje skripti u 3Ds Max, poput Advanced FBX Export i UVW AutoUnwrap, i novog softverskog paketa SubstancePainter koji pokriva kompletan proces pripreme tekstura i praatnih mapa sa pravilnim nazivima za UE4.

Primenom poboljšanog toka rada pojednostavljen je tok rada naveden u poglavlju 4.2.1. i time je skraćeno potrebno vreme, poboljšan kvalitet i pojednostavljen proces pripreme modela za UE4 i rešeni su sledeći problemi:

- Greške u topologiji modela:

Pravilno orijentisanje površi, spojene tačke poligona koje se preklapaju, ispravljene deformacije i uniformno formirana geometrija (jednake veličine poligona)

- Spajanje velikog broja sitnih elemenata:

Drastične izmene u potrebnom vremenu za spajanje velikog broja elemenata radi bolje organizacije modela i uklanjanja nepotrebno usitnjene geometrije

- Izmena ID-a na modelima:

Znatno ubrzan proces izmene ID-a na objektima, radi lakše klasifikacije materijala

- Pojavljivanje poligona koji imaju više ili manje od 4 strane:

Uklonjeni mnogougaoi poligoni koji stvaraju probleme u generisanju UV mapa

- Deformisanje tekstura, uslovljeno ili brojem strana poligona ili njihovom neravnomernom veličinom:

Rešene deformacije tekstura alatima za pravilno UV mapiranje

- Komplikovano i ne optimizovano rešavanje UV mapa:

Pravilnom retopologijom i optimizacijom broja poligona modela je ubrzan proces UV mapiranja

- Sporo i komplikovano generisanje tekstura:

Sve potrebne texture su rešavane u SubstancePainter-u bez komplikovanih podešavanja i lako se mogu izmeniti ili doraditi

- Sporo testiranje modela u UE4:

Skriptom za eksportovanje modela je značajno ubrzan proces testiranja i otkrivanja potencijalnih greški modela

6. INTERAKTIVNI PROJEKAT ARHITEK-TONSKJE VIZUALIZACIJE ENTERIJERA

U ovom poglavlju su istražene mogućnosti i ograničenja UE4 u primeni arhitektonске vizualizacije.

Cilj je da se napravi fleksibilan i što više univerzalan sistem koji će dalje moći da se koristi u budućim projektima, tako da ostane podložan izmenama i daljem unapređenju.

6.1. Interakcija sa objektima u sceni

Način interakcije sa objektima je rađen po principu računanja kolizija između igrača i samih objekata. Da bi ovaj sistem funkcionisao, igrač i objekti moraju da imaju u sebi *collision set* definisan i podešen u prikladnu veličinu na sceni. Nakon toga kao dodatni nivo kontrole mogu se dodati volumeni koji filtriraju da li je igrač blizu elementa

(*input* sa slike) i kada jeste da taj objekat daje neki vizuelni znak da može da se više izmene na njemu (*blendable* sa slike) i kao zasebna sekcija, promena materijala (*materials* sa slike). Sve ove akcije kontrolišu se kroz korisnički interfejs (*widget* sa slike) i dalje prenose kroz igrača na sam objekat.



Slika 3. Blendable uticaj na objekte (fotelje)



Slika 4. Izgled finalne scene 1



Slika 5. Izgled finalne scene 2

6.2. Kreiranje korisničkog interfejsa

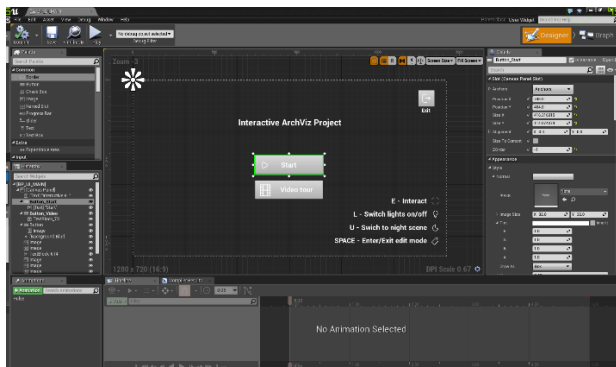
Korisnički interfejs u UE4 funkcioniše kao dodatni *layer* preko ekrana koji može u bilo kom momentu da se preklapa sa nečim, da se uklanja i da se pokreću dalje funkcije programa iz njega.

Interfejs isto tako može biti vezan za sam nivo ili za svaki objekat na sceni posebno, tako da prilikom interakcije sa objektima se mogu pozivati različite varijante interfejsa i njegove funkcije.

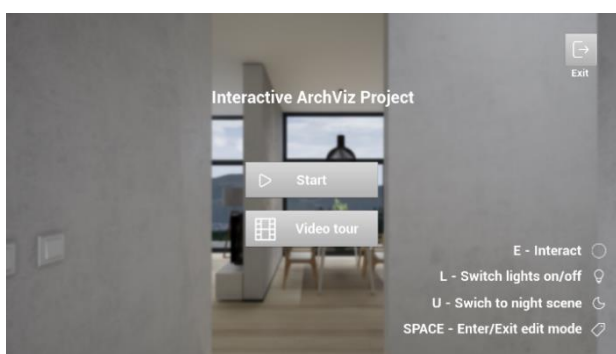
S obzirom da je osnovna funkcija interfejsa da uvede korisnika u projekat i navodi ga na tačke koje mogu biti od interesa, uz pomoć vizualnih pomagala korisnik će biti sigurniji da se neće izgubiti u projektu.

Kompletan interfejs u UE4 se radi preko *Widget* sistema što su u stvari niz upakovanih funkcija koje se intuitivno povezuju sa željenim akcijama.

Sastoji se iz dva dela, *Designer* prozor u kome se postavljaju svi vizuelni efekti, tekst i inputi, *iGraph* prozor u kome se definišu na šta ti inputi iz *Widget*-a utiču i sa čime su povezani u sceni [4].



Slika 6. Izgled početnog ekrana u Widget editor



Slika 7. Izgled početnog ekrana korisničkog interfejsa

7. ZAKLJUČAK

Razvojem tehnologije i softvera danas smo u mogućnosti da kreiramo veoma realnu i tačnu sliku neizgrađenog prostora i time kreirati kvalitetnije prostore.

U ovom radu su istražene prednosti i mane VR tehnologije, kao i tok rada između softvera koje danas arhitekte i 3D artisti sve više koriste. Iako inicijalno zahteva dosta više vremena i razumevanja u proces kreiranja optimizovanih modela, tekstura i scene, sa upotrebnom pomoćnih alata i skripti, koje dosta pojednostavljaju proces, ostavljaju prostor i vreme potreban za pripremu scene u UE4, programiranje i podešavanje ambijenta.

Kao rezultat dobijamo realističnu scenu sa elementima i kodom koji je univerzalan i može dalje da se prebacuje na druge projekte, kao i da se scena dalje prebaci na kompletan VR projekat.

VR tehnologija je danas sve traženija i popularnija, jer omogućava klijentima da tako lakše doživljavaju prostor i da se kreira realna slika projekta, te postoji prostor za otklanjanje grešaka pri planiranju.

Isto tako UE4 je i dalje u aktivnom razvoju i ima potencijala da dalje proširuje svoj kapacitet, a sa time pruža i svojim korisnicima mogućnost za daljim istraživanjem, napredovanjem i učenjem.

8. LITERATURA

- [1] E. Rawn, "Unreal Visualizations: 3 Pros and 3 Cons of Rendering with a Video Game Engine," March 2015. [Online]. Available: <http://www.archdaily.com/607849/unreal-visualizations-3-pros-and-3-cons-of-rendering-with-a-video-game-engine>. [Accessed 2017].
- [2] M. K. Thomas Hilfert, "ResearchGate," January 2016. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/289527406_Low-cost_virtual_reality_environment_for_engineering_and_construction. [Accessed 2017].
- [3] EpicGames, "Geometry Brush Actors," 2015. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Actors/Brushes/>. [Accessed 2017].
- [4] EpicGames, "Widget Blueprints," 2015. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/UMG/UserGuide/WidgetBlueprints/index.html>. [Accessed 2017].
- [5] EpicGames, "LightingTroubleshootingGuide," 2015. [Online]. Available: <https://wiki.unrealengine.com/LightingTroubleshootingGuide>. [Accessed 2017].
- [6] R. R. Saliba, "New Level of Photorealism in 3D: Tips and Tricks," July 2015. [Online]. Available: <https://80.lv/articles/ue4arch-interview-about-realistic-environments-in-ue4/>. [Accessed 2017].
- [7] EpicGames, "Creating and Using LODs," 2015. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Content/Types/StaticMeshes/HowTo/LODs/>. [Accessed 2017].

Kratka biografija:



Nemanja Jaćimovski rođen je u Novom Sadu 1992. god. Osnovne akademske studije završio je 2015. na Fakultetu tehničkih nauka. Master studije završava 2017. godine nasmeru Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu.

PRIMENA PRINCIPA MASOVNE KASTOMIZACIJE U ARHITEKTURI NA PRIMERU ADAPTIVNE FASADE**APPLICATION OF THE PRINCIPLE OF MASS CUSTOMIZATION IN ARCHITECTURE ON THE CASE OF ADAPTIVE FACADE**

Božana Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Tema ove studije bavi se mogućnostima primene masovne kastomizacije u polju arhitektonske delatnosti. Dat je pregled razvoja koncepta masovne kastomizacije i proizvodnih obrazaca koji su joj prethodili. Istraživanje se fokusira i na prikaz neophodnih alata za ostvarivanje koncepta, kako onih fizičkih koji se tiču fabrikacije, tako i nematerijalnih koji omogućavaju uspešnu komunikaciju između arhitekta i klijenta. Kroz projekat adaptivne fasade je na konkretnom slučaju dat primer optimizovanja projekta za masovnu kastomizaciju, ali i uvođenje novih, energetski efikasnih materijala.

Abstract – The main theme of this Master's thesis is research of possibilities of the application of mass customization in the field of architecture. Development process of the concept of mass customization and production patterns which proceeded are also explained. Research is focused on showing all the necessary tools for achieving this concept, both physical, concerning the fabrication, and immaterial which provide successful communication between the architect and the client. Optimisation of the project for mass customization is shown on the case of the project of adaptive facade, as well as the introduction of new, energy efficient materials.

Cljučne reči: Masovna kastomizacija, adaptivna fasada, termobimetal

1. UVOD

Ostvarivanje komunikacije sa korisnikom danas menja njegovu tradicionalno pasivnu ulogu u ulogu aktivnog učesnika u dizajnu. Ono na šta se ovaj rad posebno osvrće jeste omasovljenje te pojave.

Arhitekta danas raspolaže sa svim sredstvima neophodnim za ostvarivanje novih pristupa u projektovanju, imaju pristup mnoštvu informacija koje sa lakoćom mogu filtrirati, softver koji je u mogućnosti jednom osmišljen dizajn prilagoditi na bezbroj mogućih načina, alate za fabrikaciju koji su u stanju izvršiti niz različitih funkcija bez dodatnih ekonomskih potraživanja, nove materijale koji jednostavnom primenom zamenjuju čitave tradicionalne sisteme i što je najvažnije korisnike koji su spremni saradivati na ovakav način.

Kroz istraživanje dat je primer projekta adaptivne fasade u kome je prikazana implementacija principa koji omogućavaju njenu kastomizovanu masovnu proizvodnju.

NAPOMENA:

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

Razmatrane su mogućnosti prilagođavanja modela, odnosno izvršen je odabir parametara koji mogu biti dostupni za korisničku manipulaciju. Sam projekat odnosi se na formiranje zasenčenja koje se ponaša u skladu sa temperaturnim promenama u okolini, posredstvom karakteristika primenjenog materijala, bez uplitanja mehanizacije.

Jednostavan pristup fabrikaciji omogućava izmene u dizajnu koje neće ometati funkcionalnost sklopa, ali ni komplikovati proces izrade, te ih je stoga moguće prepustiti na izbor korisnicima.

2. MASOVNA PROIZVODNJA

Masovna proizvodnja predstavlja vrstu proizvodnje u kojoj se primenjuju standardizovani procesi za proizvodnju velikih količina zamenljivih delova što omogućava njihovu distribuciju po niskim cenama.

Podrazumeva proizvodnju velikog broja kopija jednog proizvoda, veoma brzo, koristeći se pokretnom trakom preko koje se elementi proizvoda šalju na dalju obradu organizovanu tako da se radnici specijalizuju za samo jedan specifičan korak u proizvodnji, umesto da, kao u slučaju manufakturne proizvodnje, na proizvodu rade od početka do kraja.

2.1. Uloga masovne proizvodnje u arhitekturi

Početak masovne proizvodnje u automobilskoj industriji poklapa se sa počecima modernističkog pokreta u arhitekturi. Analizirajući glavne ideje pokreta sasvim je jasno da su arhitekta tog doba nalazile inspiraciju u efikasnosti pokretne trake, te su nastojali u svoje ideje inkorporirati i nove mogućnosti proizvodnje.

Arhitekturu koja je vekovima unazad bila rezervisana za pripadnike viših klasa, modernisti nastoje prilagoditi i približiti potrebama modernog čoveka. U nastojanju za realizacijom ove ideje neretko posežu za sredstvima masovne proizvodnje.

Mesto gde je masovna proizvodnja značajno zakoračila u arhitekturu jeste prefabrikacija pojedinačnih elemenata. Standardizovani elementi postali su osnova tradicionalnog načina izgradnje objekata. Prefabrikacija je zaživela u tolikoj meri da su proizvedene kompletne prostorije koje su se uklapale u veće prostorne celine.

Glavni nedostaci masovne proizvodnje odnose se na veliku utrošnju resursa i na male ili nikakve varijacije u dizajnu proizvoda. Uklanjanje ovih nedostataka dovodi do stvaranja novih proizvodnih obrazaca kao što je masovna kastomizacija.

3. MASOVNA KASTOMIZACIJA

Koncept masovne kastomizacije zasniva se na istovremenom dobitku za korisnika i za proizvođača. Korisnik je u prilici izabrati proizvod koji će po pitanju funkcionalnosti i estetike, a po povoljnim ekonomskim uslovima, najbolje zadovoljiti njegove zahteve. Proizvođač na ovaj način osigurava tržište za plasiranje proizvoda, snižava količinu otpada u toku proizvodnje, a zadržava efikasnost koja se postizala u procesu masovne proizvodnje.

1996. godine Hart definiše masovnu kastomizaciju kao: „Sposobnost upotrebe prilagodljivog procesa i organizacionih struktura u svrhu proizvodnje raznolikih i često individualno prilagođenih proizvoda i usluga po ceni standardizovanih proizvoda, produkta masovne proizvodnje.“

Kada je kastomizovanje u arhitekturi u pitanju nailazimo na širok spektar elemenata u enterijeru i eksterijeru koje je moguće prilagođavati po merama korisnika. S obzirom da troškovi angažovanja arhitekta u najvećem broju slučajeva prevazilaze mogućnosti korisnika, optimalno organizovana masovna kastomizacija omogućava samostalno uređenje životnog prostora i isticanje individualnosti širim masama.

Izbor vrste i načina kastomizacije rezultat je istraživanja i praćenja tržišta, potreba i ponašanja korisnika. Takođe izbor zavisi i od proizvoda koji se nudi, odnosno koliko se neka od vrsta kastomizacije na njega može aplicirati. Kompanija na osnovu vrste kastomizacije koju primenjuje prilagođava proizvodni proces ali i marketinški pristup.

3.1. Uslovi nastanka masovne kastomizacije

Razlozi za nastanak samog koncepta masovne kastomizacije leže u ispoljavanju nezadovoljstva potrošača zbog rezultata masovne proizvodnje. Iako je masovna proizvodnja bila idealan način proizvodnje za velike kompanije koje su tim putem smanjivale troškove upotrebe sirovina i radne snage, ona se pokazala kao loša u ispunjavanju potreba potrošača koje su bile svedene na standardizaciju i moto masovne proizvodnje „jedna veličina pristaje svima“ (eng. „one size fits all“).

Ubrzo se to nezadovoljstvo počelo ispoljavati kroz smanjenje potrošnje, zbog povećanja ukupne cene proizvoda zbog naknadnih troškova ulaganja u njegovo prilagođavanje koje su korisnici neretko morali primenjivati.

Uslovi nastanka masovne kastomizacije vezani su za samo kretanje tržišta i njegovih zahteva za individualizaciju, ali i za razvoj softvera i mašinske tehnologije koji su ovakav način proizvodnje mogli podržati, bez velikog ekonomskog opterećenja same proizvodnje, a samim tim i njenog rezultujućeg proizvoda.

3.2. Uslovi razvoja masovne kastomizacije

Četvrta industrijska revolucija ili, kako se još naziva-*Industry 4.0*, odnosi se na proces povezivanja postojećih mašina i kontrolu toka informacija korisnik-proizvodnja-korisnik i odnosa korisnik-mašina-proizvod.

Rasprostranjeno usvajanje u proizvodnim industrijama, tradicionalnim informacionim sistemima i komunikacionim tehnologijama dovodi do zamagljivanja granice između stvarnog i virtualnog sveta. Sve ovo odvija se uz pomoć sajber-fizičkih produkcionih sistema. To su online mreže mašina koje rade po principima socijalnih mreža. Preko njih se IT tehnologija povezuje sa mehaničkim i

elektronskim komponentama tako da one mogu međusobno komunicirati. Pametne mašine dele informacije o stanju zaliha, problemima i greškama, promenama u naredbama i narudžbinama. Procesima i njihovim trajanjem se koordinira u cilju povećanja efikasnosti i optimizacije u pogledu vremena, kapaciteta i kvaliteta u razvoju, proizvodnji, marketingu i potrošnji.

Ono zbog čega je sam koncept *Industry 4.0* bitan za ovaj rad jeste mogućnost povezivanja koju on nudi. Osim povezivanja unutar fabrike informacije koje se prikupljaju na ovaj način podrazumevaju i informacije od korisnika kao ulazne parametre proizvodnje.

Ovako posmatrana *Industry 4.0* otvara put ka kastomizaciji proizvoda odnosno osluškivanju potreba korisnika. Fabrike koje implementiraju ovaj koncept nazivaju se pametnim fabrikama, a informacije objedinjuju informacije koje se pomoću tzv. interneta stvari prikupljaju iz pametnih građevina, pametnih kuća, socijalnih mreža, pametne logistike.

3.3. Psihološki aspekt masovne kastomizacije

Koautorstvo u stvaranju proizvod jedan je od razloga koji korisnika opredeljuju za proces kastomizacije. Učešće u stvaranju nema samo značaj u prilagođavanju proizvoda sopstvenim potrebama ili ukusu, već i stvaranje samo po sebi utiče na vezanost korisnika za proizvod. Proizvod koji korisnik u izvesnoj meri sam osmisli predstavlja kreaciju koja bez obzira na realnu ekonomsku vrednost ima sentimentalnu vrednost za korisnika.

Mesto gde psihološki aspekt ima izraženo konstruktivnu ulogu u organizaciji masovne kastomizacije jeste određivanja stepena kastomizacije. Kognitivne sposobnosti kod čoveka koje omogućavaju procesuiranje informacija su ograničene i preobimna ponuda izbora često zahteva mnogo više napora i može biti opterećujuća. Shodno navedenom, kako raste ponuda u izboru parametara povećava se i kompleksnost ostvarenja samog procesa masovne kastomizacije.

Na taj način može se javiti osećaj konfuzije, korisnik može osetiti nesigurnost u sopstvenu sposobnost da izabere pravo rešenje. Takođe, primećeno je da se negativne posledice mogu povećati ukoliko se korisniku u potpunosti prepusti kreiranje vizualnog identiteta objekta, umesto da mu se prepusti izbor iz niza predefinisanih rešenja.

Istraživanja pokazuju da kreiranje objekta i stvaranje simboličkog značaja u okviru ponude brenda imaju veliki uticaj na ispoljavanje individualnosti korisnika. Iako će podešavanje onih parametara koji se tiču funkcionalnosti, kao i onih koji se tiču estetike proizvoda doprineti većem nivou prilagođavanja, uočeno je da korisnici često više interesovanja pokazuju u angažovanosti u oblasti dizajna.

Takođe se pokazalo da korisnici više pažnje poklanjaju estetskoj strani kastomizacije jer će promene koje se na taj način generišu biti vidljive i drugima.

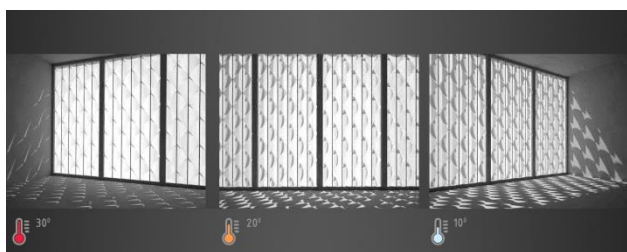
4. PRIMENA MASS CUSTOMISATION PRINCIPA NA PROJEKAT ADAPTIVNE FASADE

Glavna ideja projekta zasniva se na ideji kombinovanja dva oksimorona, aktivno pasivnog sistema i masovne kastomizacije.

Aktivno pasivni sistem postiže se upotrebom pametnog materijala. Aktivnost podrazumeva reagovanje na promene iz okruženja, a pasivnost se odnosi na samostalnost te reakcije odnosno izostanak bilo kavih dodatnih stimulansa da bi se sistem pokrenuo.

Masovna kastomizacija o kojoj je bilo reči, ovde se koristi prvenstveno kao prikaz mogućeg pristupa u arhitekturi i angažovanja korisnika u dizajnu, ali i njegovog upoznavanja sa mogućnostima novih materijala.

Upotreba termobimetala, kao materijala od koga se formira panel, omogućava promenu zasenčenja prostora u zavisnosti od spoljašnje temperature. Step en otvorenosti sistema i propuštanja svetlosti smanjuje se sa povećanjem temperature i obrnuto, na taj način kreira se jedinstven ambijent u različitim delovima dana. S obzirom da se uticaj implementiranog sistema odnosi i na enterijer objekta, odluka o dizajnu i funkcionalnim pogodnostima, koja je od najvećeg značaja za korisnika koji će u datom prostoru provoditi vreme, prepušta se upravo njemu.



Slika 1. Grafički prikaz koncepta

4.1. Materijalizacija

Materijalizacija je u ovom projektu od ključnog značaja, te da bi razumeli koncept samog projektovanog sistema prvenstveno je potrebno upoznati se sa svojstvima materijala i principima na kojima se zasniva njegovo ponašanje.

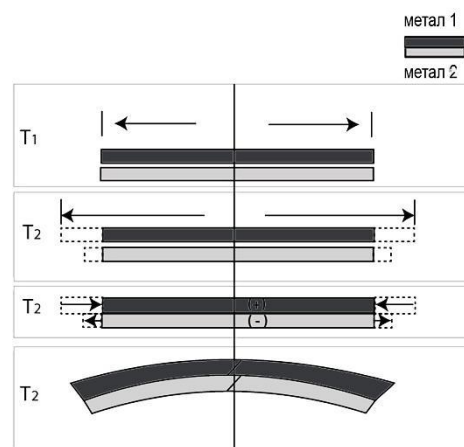
Bimetal predstavlja materijal sastavljen iz dva odvojena metala ili legure, koji su spojeni u jednu nerazdvojivu celinu. Umesto mešavine (npr. mehaničke smeše) dva ili više metala, kao kod legura, bimetalni se sastoje iz slojeva različitih metala ili legura. Trimetali i tetrametali su materijali sastavljeni iz tri i četiri odvojena metala, respektivno.

Bimetalni koji promenu temperature pretvaraju u mehaničko pomeranje nazivaju se termobimetalima. Termobimetalni su najzastupljenija vrsta bimetalna u industriji.

Termobimetal ili bimetalni termometar je vrsta elastičnog elementa koji se formira lepljenjem ili zavarivanjem dva sloja metala ili legura čiji su koeficijenti toplotnog širenja različiti. Osnovna odlika termobimetala je reakcija na temperaturnu promenu, odnosno izvijanje materijala pri odstupanju od referentne temperature.

4.2. Tok rada definicije u Grasshopper-u

S obzirom na prirodu materijala i njegovu sklonost ka izvijanju pri promenama temperature, za potrebe simulacija kreira se aproksimativan luk po kome se materijal izvija. Nakon toga potrebno je izvršiti analizu uticaja sunčeve svetlosti koja će uticati na izvijanje unapred određenih termobimetalnih folija.

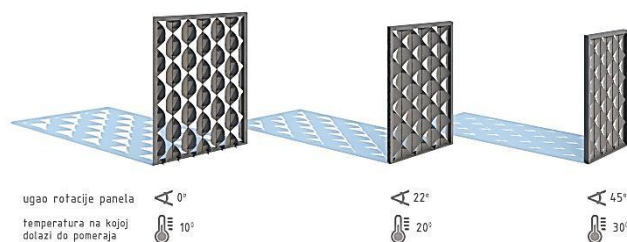


Slika 2. Prikaz ponašanja termobimetala pri promeni referentne temperature

Nakon izdvajanja prozorske površine na koju će se aplicirati panel sa folijama pristupljeno je njenoj podeli. Za ovaj korak potrebno je prethodno proračunati koji je minimalan broj podela po širini i visini površine, da bi se ispoštovala dimenzije materijala koji će ih prekrivati.

Nakon toga odabran je oblik u kome će se materijal, konkretno termobimetalne folije, izrađivati. Oblik folija odabran je panelnom podelom pomoću Grasshopper plug-in-a Lunch box.

Veličina pomeraja folije direktno je zavisna od temperature. Termobimetalni na fasadi se aktiviraju kada dosegnu temperaturu od $\sim 10^{\circ}\text{C}$ (50°F) i $\sim 30^{\circ}\text{C}$ (90°F).



Slika 3. Promena ponašanja sistema u zavisnosti od spoljašnje temperature

5. PARAMETRI NAMENJENI ZA KASTOMIZACIJU

Kada se projekat ili sam model prilagođavaju za proces masovne kastomizacije, potrebno je jasno izdvojiti parametre koje je moguće poveriti na manipulaciju korisnicima. Pri određivanju parametara koji se mogu podešavati vodi se računa i o količini informacija koja se nudi korisnicima, jer opterećivanje interfejsa i samog korisnika mogu imati negativne efekte.

U ovom slučaju parametri namenjeni za kastomizaciju su:

- visina prozorske površine,
- širina prozorske površine,
- broj podela po visini površine (ograničen minimalnim brojem podela),
- broj podela po širini površine (ograničen minimalnim brojem podela po širini),
- oblik termobimetalnih folija,
- osa rotiranja termobimetalnih folija,
- unošenje lokacije objekta,
- boja folija.

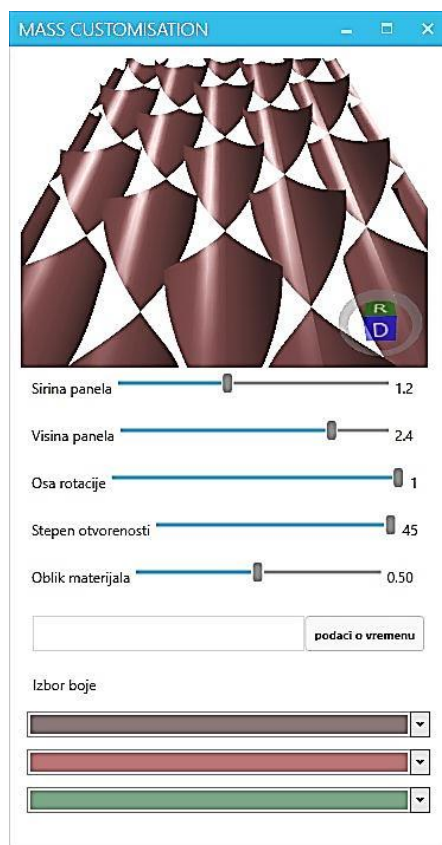
5.1. Interaktivne aplikacije

Preduslov implementacije masovne kastomizacije jeste komunikacija između arhitekta i korisnika. Komunikacija se obavlja kroz razvoj interaktivnih aplikacija koje će omogućiti jasno prezentovanje osnovne ideje i mogućnosti njene izmene.

Human UI je plug-in za Grasshopper pomoću koga je moguće kreirati korisnički interfejs u okviru samog Grasshoppera.

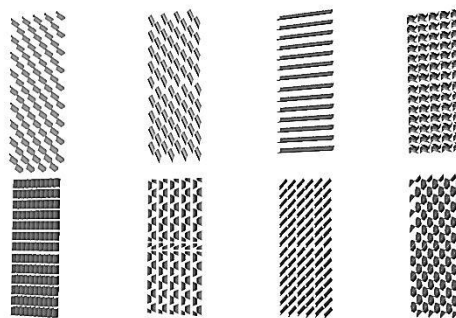
Elementi aplikacije mogu biti sve vrste dugmadi, slajdera, lista, tekstualnih priloga, slika, grafikona ili trodimenzionalnih objekata.

Jednostavnim pomeranjem slajdera korisniku je data mogućnost da posmatra promene na sistemu i odabere izgled panela po sopstvenoj želji. Podaci koji se dobijaju kroz promenu parametara u okviru prozora se vraćaju u izlazne komponente aplikacije koje su povezane sa početnim vrednostima postavljenim u okviru Grasshoppera. Na taj način dolazi do promene sistema koja se automatski preko 3D kamere prikazuje u korisničkom prozoru.



Slika 4. Kreirani korisnički interfejs

Ono što je prednost ovakvog pristupa je direktna promena na modelu, što znači da se kreiranjem komponente koja je u mogućnosti očitati novozadate vrednosti parametara moguće automatski proslediti neophodne podatke za fabrikaciju.



Slika 5. Prikaz nekoliko mogućih varijacija dobijenih promenom vrednosti parametara

6. ZAKLJUČAK

Značaj projekta ogleda se u iznalaženju načina da se ovakvi materijali koji pospešuju energetska efikasnost objekta približe široj publici, te u prikaza mogućnosti saradnje arhitekta i korisnika u stvaranju arhitektonskih elemenata. Formiranje celokupnog sistema u okviru Grasshopper plug-in-a, počevši od površina na kojima će biti instaliran pa sve do oblika bimetalnih folija i simulacije njihovog ponašanja u prirodnim uslovima postiže se kroz raščlanjivanje na osnovne parametre samog sistema. Kroz projekat adaptivne fasade u ovom radu ističe se značaj parametrizacije objekta koja se postiže kroz potpuno razumevanje geometrije sistema, što omogućava arhitekti da odredi koji od tih parametara mogu biti dostupni za korisničku manipulaciju i u kojim granicama će varijacije biti dozvoljene. Prednosti izabrane materijalizacije jesu u njenoj samoregulaciji, odnosno u neprestanom reagovanju na izmene sistema koji je okružuje, bez dodatnih utrošaka energije. Ostvaren je sistem koji omogućava zasenčenje u enterijeru i sprečava preterano zagrevanje objekta prilikom visokih spoljašnjih temperatura, a prilikom niskih temperatura omogućava nesmetan pogled i neophodnu osunčanost prostora.

7. LITERATURA / INTERNET STRANICE

- [1] C.W.L. Hart, Mass customization: Conceptual underpinnings, opportunities and limits, Int. J. service Operations, 1995, strp. 36-45 C.W.L. Hart,
- [2] Hermann, Pentek, Otto: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios, Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau, 2015.
- [3] <https://www.electrical-forensics.com/BiMetal/Bimetal.html>

Kratka biografija:



Božana Petrović rođena je u Ključu u Bosni i Hercegovini 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu odbranila je 2017.god.

INTERAKTIVNI MODEL PARAMETARSKOG DIZAJNA NAMEŠTAJA INTERACTIVE MODEL OF PARAMETRIC FURNITURE DESIGN

Nina Rašević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - DIGITALNI DIZAJN

Kratak sadržaj – Ovaj master rad se bavi istraživanjem i primenom savremenih tehnologija u dizajnu enterijerskog nameštaja, konkretno interaktivne modularne police. Radom je obuhvaćena primena alata za parametarsko modelovanje – Grasshopper, Arduino platforme, softvera za vizualizaciju – 3ds Max. Cilj je da se napravi modularni komad nameštaja, čiji će se dizajn uklopiti u enterijere različite namene, i u isti implementirati tehnologiju koja omogućava interakciju modela sa korisnikom u vidu kontrolisanja (dekorativne) rasvete putem mobilnog telefona ili zvučne komande.

Abstract – This paper deals with the research and application of modern technologies in the design of interior furniture, specifically interactive modular shelves. The work includes the application of parametric modeling tools- Grasshopper, Arduino platform, visualization software- 3DS Max. The aim is to create a modular piece of furniture, whose design will fit into interiors with different purposes, and at the same time implement technology that allows the model to interact with the user in the form of controlling (decorative) lighting through a cell phone or a sound control.

Keywords: Parametric modeling, Grasshopper, Interaction, Arduino, Modular furniture

1. UVOD

Rapidni razvoj tehnologije ima veliki uticaj na mnoge aspekte života, pa i na arhitekturu i dizajn. Integrisanje digitalnih alata u proces arhitektonskog oblikovanja igra veliku ulogu u celokupnom procesu, počev od inicijalne skice, kroz razradu ideje, pa sve do konačnog rešenja. Kao dodatak postojećoj paleti alata i softvera koji omogućavaju kreiranje virtuelnog modela, a kasnije i njegov realističan prikaz, imamo alate za parametarsko modelovanje koji se zasnivaju na formiranju procesa za generisanje finalnog dizajna. Ovaj rad će se baviti primenom jednog takvog alata pri kreiranju modularnog nameštaja, tj. police.

Pored toga, sve je uočljivija primena tehnologija u arhitekturi, koje omogućavaju interakciju sa korisnikom, prvenstveno u cilju olakšavanja njegovih potreba. U eksterijeru primena se ogleda u reakciji objekta na različite spoljne faktore, dok u enterijeru to može biti automatizacija različitih sistema poput kontrolisanja rasvete, prirodnog osvetljenja, grejanja/hlađenja prostora, video nadzora i sl. Pored primene alata za parametarsko modelovanje, tema ovog rada je i kreiranje programa za kontrolisanje dekorativne rasvete, koja će biti integrisana sa policom.

NAPOMENA:

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

2. DIGITALNI DIZAJN U ARHITEKTURI

2.1. Pojam digitalnog dizajna

Razvoj digitalne tehnologije je u velikoj meri uticao na principe stvaranja u polju arhitekture. Softveri i različiti digitalni alati su su omogućili nove načine rada. Prvobitno su se pojavili CAD¹ softveri koji su počeli da zamenjuju ručno tehničko crtanje, što je značilo, pre svega, uštedu vremena. Upotreba računara je bila sve veća, samim tim i potreba za razvojem novih tehnologija i alatki koje omogućavaju nove pristupe arhitektonskog oblikovanja formi, koje je ranije bilo dosta teže ili nemoguće izvesti. Osim toga, računarska grafika je do danas dostigla visok nivo, da je moguće vrlo realistično prikazati željeni dizajn, i pre realizacije projekta.

Za izradu 3D modela, animacija, vizualizacije uopšte, koriste se posebni softveri, a najpoznatiji su 3D Studio Max, Maya, Zbrush, Maxwell, Rhinoceros 3D, Sketchup, itd. Za realističan prikaz, 3d model je neophodno renderovati, odnosno generisati sliku iz 3D modela. To se realizuje uz pomoć određenih plug-ina, a najpoznatiji je V-Ray. Pored 2D crtanja, 3D modelovanja i renderinga, digitalni dizajn podrazumeva i BIM tehnologiju i parametarsko modelovanje. BIM² sistem omogućava 3D projektovanje objekata uz alate koji replikuju elemente iz stvarnog života. Na taj način se iz projekta automatski može dobiti specifikacija o količini, poziciji, materijalizaciji elemenata. Istovremeno se generišu i 2D crteži i 3D model.

2.2. Parametarski dizajn u arhitekturi

Parametarski dizajn je proces na bazi algoritamskog razmišljanja, koji omogućava izražavanje parametara i pravila koji zajedno karakterišu vezu između ideje i rešenja. U arhitekturi, parametarski dizajn predstavlja fleksibilan i automatizovan način da se uz pomoć digitalnih alatki (baziranih na algoritmima) kreira neka forma.

Pojam parametar nam je poznat iz matematike i odnosi se na numerički ili drugi merljiv faktor koji definiše sistem ili postavlja uslove njegovog rada. U tom smislu, ovakav direktniji i precizniji pristup omogućava efikasniji način da se dođe do željenog rešenja, jer je tokom istraživanja moguće menjati parametre koji direktno utiču na krajnji rezultat i tako testirati model sve dok se ne dobije odgovarajuće rešenje. Razvoj ovakvih alatki otvorio je arhitektama nove mogućnosti pri istraživanju i kreiranju kompleksnijih formi i drugačijih vidova oblikovanja. Kreirajući formu sa elementima koji su međusobno zavisni, mogu se smanjiti greške u daljem radu.

¹ (eng.) Computer – Aided Design

² (eng.) Building Information Modelling

Parametarsku formu odlikuju linije i površi definisane parametrima³. Ovakav pristup dizajnu omogućava kreiranje inovativne forme koja se može prilagoditi različitim oblicima i različitim funkcijama.

Dobar primer parametarskog dizajna mobilijara jeste kolekcija lampi NEST (Slika 1), koju je dizajnirao Joa Herrenknecht. Lampe su jednostavnog cilindričnog oblika, sa paternom koji formira interesantne senke. Dostupne su u različitim veličinama, pa veći prečnici osnove omogućavaju da lampa dobije još jednu funkciju – funkciju stola (Slika 2).



Slika 1. Set NEST lampi



Slika 2. Lampa NEST u funkciji stola

Algoritam je vid proceduralnog rešavanja problematike, koji podrazumeva definisanje pravila za izvršavanje nekog procesa. Za generisanje algoritama u arhitektonskom dizajnu, koristi se softver za vizuelno programiranje, kao što je Nodebox koji ima mogućnost samo 2D dizajna, zatim Dynamo (plug-in za Revit) ili Grasshopper (plug-in za Rhinoceros). U ovom radu za izradu modela korišten je Grasshopper.

2.3. Parametarsko modelovanje u Grasshopperu

Grasshopper je alat za vizuelno programiranje. Baziran je na upotrebi proceduralnih tehnika za generisanje forme na osnovu određenih podataka.

U vizuelnom programiranju funkcije i parametri koje te funkcije obrađuju, povezuju se grafički. Interfejs se sastoji od radnog prostora i palete alata. Komande se mogu birati prevlačenjem u radni prostor direktno sa palete ili tekstualnim unosom naziva funkcije. Svaka komponenta predstavlja funkciju koja izvršava određenu operaciju nad unetim parametrima. Parametri i komponente se međusobno povezuju i tako definišu svaki postupak u razvoju forme. Da bi se kreirana geometrija prezentovala kao 3D forma, neophodno je dovesti u vezu početnu komponentu sa ekvivalentnim elementom u prozoru Rhinoceros-a. Tako je svaka izmena u toku rada odmah vidljiva direktno na modelu. Grasshopper ima mogućnost da se određeni parametri koriste u vidu numeričkih slajdera. Kao rezultat dobijaju se različite mogućnosti krajnjeg rešenja, za vrlo kratko vreme.

Za prezentovanje trodimenzionalne forme Grasshopper koristi NURBS⁴ geometriju, jer je ona matematički definisana. Time su na raspolaganju precizni podaci o geometriji koji se koriste u daljem procesu rada.

Osim osnovnih komponenti, postoje i razne palete dodatnih komponenti, a neke od njih su Rabbit (plug-in koji simulira pojedine biološke i fizičke procese)⁵, Weaverbird (editor za topološko modelovanje)⁶, Kangaroo physics (softver za interaktivnu simulaciju, pronalaženje formi, optimizaciju i rešavanje ograničenja)⁷. Kada postojeće komponente ne mogu da odgovore na problem zadatka, jedan od načina da se to prevaziđe jeste pozajmljivanje funkcija direktno iz Rhinoceros-a uz pomoć seta C# skripti⁸ ili da se napišu sopstvene skripte uz pomoć VB.NET ili C# komponenti.

Na ovaj način arhitektama je omogućeno da izađu iz okvira klasičnih CAD softvera i dostignu nivo složenosti i kontrole koja je izvan ljudske sposobnosti⁹ i tako dođu do efikasnijeg rešenja.

3. MODULARNI DIZAJN NAMEŠTAJA

Pri kreiranju modela police, ideja vodilja je bila napraviti modularnu formu, koja će biti prilagodljiva različitim namenama prostora, pa se ovo poglavlje bavi objašnjenjem pojma modularnosti i studijom slučaja modularnog dizajna nameštaja. Modularni dizajn znači kreirati model koji se sastoji iz više delova, koji mogu funkcionisati individualno ili se mogu kombinovati međusobno i stvarati različite oblike. Time se dobija dinamična forma, prilagodljiva različitim kontekstima.

4. DEKORATIVNA RASVETA U ENTERIJERU

LED¹⁰ - diode koje emituju svetlost, su posebna vrsta poluprovodničkog izvora svetlosti. Sve diode su polarizovane, odnosno imaju anodu – pozitivnu i katodu – negativnu stranu, pa se struja kreće isključivo u jednom smeru. LED diode su bazirane na PN spojevima. To znači, kada se propusti struja, ona se kreće od P sloja anode ka N sloju anode. Elektroni i šupljine se kreću prema spoju, od elektroda različitih napona. Kada se elektroni sudare sa šupljinama, dolazi do oslobađanja energije u vidu fotona, koji predstavljaju izvor svetlosti. Malih su dimenzija, imaju dug radni vek, a zahtevaju malu količinu energije, što ih čini ekonomičnim vidom osvetljenja, pa imaju sve veću primenu u osvetljavanju enterijera i eksterijera. Svetlost može biti različitih boja u zavisnosti od konfiguracije LED-a. Dostupne su u različitim oblicima – u vidu traka ili različitih sijalica, reflektora ili cevi. U ovom projektu korištena je LED traka – koja predstavlja tanku provodnu traku na koju su zalemljene male SMD¹¹ LED komponente. Savitljive su, pa mogu biti zalepljene za objekte koji nisu linearni. Mogu osvetliti teže dostupna mesta, biti izvor direktnog ili indirektnog osvetljenja u prostoru. Osvetljenje prostora predstavlja jednu od bitnijih stavki pri uređenju enterijera. Svaka prostorija zahteva poseban vid osvetljenja, shodno nameni i potrebama. Osim osnovne funkcije osvetljenja, tu je i da stvori vizuelno komforan prostor ili da naglasi određene objekte ili delove prostora.

⁵ <https://morphocode.com/rabbit/>

⁶ <http://www.giuliopiacentino.com/weaverbird/>

⁷ <http://www.food4rhino.com/app/kangaroo-physics>

⁸ <http://www.giuliopiacentino.com/grasshopper-tools/>

⁹ [http://www.arturotedeschi.com/wordpress/?page_id=6691] (01.09.2017)

¹⁰ Eng. Light emitting Diodes

¹¹ Eng. Surface Mount Device – elementi zalemljeni na površinu

³ <http://www.it.hiof.no/~borres/j3d/math/param/p-param.html>

⁴ (eng.) Non-Uniform Rational Bezier Splines

5. INTERAKTIVNA ARHITEKTURA

Jedan od važnih aspekata projektovanja nameštaja obuhvaćen ovim radom je interaktivnost, gde se prethodno pomenuta LED rasveta dovodi u korelaciju sa korisnikom.

5.1. Pojam interakcije u arhitekturi

Pojam interakcije u arhitekturi je relativno nov, ali sve više dobija na značaju. Predstavlja dvosmernu komunikaciju između objekta i njegovog korisnika. Takva komunikacija je prisutna svuda oko nas, počev od prirode, a ono što je čini dvosmernom jeste reakcija na određeni stimulans. U arhitekturi, interakcija se može predstaviti kao odnos objekta sa prirodnim okruženjem ili sa njegovim korisnikom. U prvom slučaju moguće je napraviti adaptivne fasade, koje menjaju izgled sa promenljivošću spoljašnjih faktora. Jedan od takvih primera je Dexia Tower u Belgiji (slika 3), objekat koji menja boje u odnosu na spoljašnju temperaturu, oblačnost, padavine i vetrovitost.



Slika 1. *Dexia Tower*

Što se tiče interakcije sa korisnikom, to mogu biti razne audio – vizuelne instalacije ili fasade koje reaguju na pokret, dodir, temperaturu i sl.

Osim audio vizuelnih instalacija, interakcija sa korisnikom se može odvijati i na druge načine. Jedan vid je upravljanje dekorativnom rasvetom u enterijeru. Dobar primer za to su Aurora¹² trougaoni LED moduli. Komunikacija se vrši mobilnim telefonom preko Wi-Fi veze. Moduli se sklapaju u oblik po želji korisnika, pa se stalno mogu kreirati različite forme (Slika 4).



Slika 4. *Aurora LED paneli*

U vreme kada su mobilni telefoni neizostavni detalj svakodnevice, ovakav vid upravljanja rasvetom u enterijeru predstavlja vrlo funkcionalno rešenje, pa je jedan od bitnih elemenata projektovanja u ovom radu i kreiranje programa za upravljanje svetlom putem mobilnog telefona i njegova implementacija u prethodno osmišljenu policu.

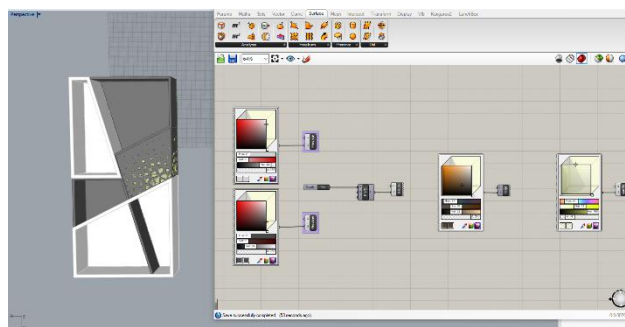
5.2. Interakcija sa korisnikom na bazi Arduina

Prilikom izrade ovog rada korištena je Eduardo (EduArDO – Education Arduino) mikrokontrolerska ploča izdavačke kuće Klett, koja je kompatibilna sa Arduino Duemilanove pločom. Programira se u Arduino integrisanom razvojnom okruženju¹³ i se sastoji iz softverskog i hardverskog dela.

Preko različitih senzora Arduino dobija mogućnost da oseća okruženje, pa u skladu sa time izvršava reakciju u audio-vizuelnom ili kinetičkom smislu. Senzori su elementi koji detektuju promenu određene vrednosti, koju potom pretvaraju u signal koji omogućava izvršavanje određene operacije. Kinetika se u arhitekturi odnosi na mehanizovane strukture koje imaju transformabile sposobnosti. Konkretni primeri primene su adaptivni paneli koji menjaju oblik ili položaj u zavisnosti od spoljašnjih faktora, upravljanje svetlima, kontrolisanje prirodnog osvetljenja, grejanja ili hlađenja i slično.

6. PROCES RADA

Realizacija ideje se odvijala u nekoliko koraka. Prvi je bio izrada 3d modela u programu Rhinoceros, uz pomoć plugin-a Grasshopper. Sledeći - vizuelizacija modela, a potom pisanje koda za Arduino, kojim se omogućava upravljanje LED trakom mobilnim telefonom, preko Bluetooth signala.



Slika 5. *Dobijeni model u Grasshopperu*

6.1. Rad u Grasshopperu

Kako je početna ideja kreirati modularni komad nameštaja – police, ovom formulom su obuhvaćena dva dela police, koja se međusobno uklapaju, ali mogu nezavisno da se koriste (slika 5).

Dobijen je model sa velikim brojem promenljivih parametara, koji utiču na krajnji rezultat, čime se dobijaju različita rešenja. Promenljivi parametri su: inicijalne dimenzije gabaritne dimenzije police, dubina police, debljine strana police, debljina dna police, kao i opcije da se isključi dno police, mogućnost odabira strana lampe koje će biti perforirane, sve vrednosti koje se odnose na perforaciju strana lampe.

6.2. Rad u Arduino okruženju

Ovaj deo rada se sastoji iz dva dela. Prvi se odnosi na softverski deo i pisanje programa za Arduino, a drugi deo se odnosi na hardverski deo Arduina i povezivanje komponenti.

6.2.1. Softverski deo

Kod se sastoji iz nekoliko delova. U prvom delu su deklarirane sve promenljive, u drugom definisane funkcije, a u poslednjem sam program.

Na početku koda se pojavljuju funkcije SoftwareSerial i EEPROM. Svaki Arduino u sebi ima bar dva serijska porta (Rx i Tx) putem kojih komunicira sa računarom. Za komunikaciju sa ostalim uređajima mora se koristiti neki od digitalnih pinova. Da bi digitalni pin vršio serijsku komunikaciju, potrebno je deklarirati te pinove kroz

¹² Proizvod kompanije Nanoleaf iz Toronta

¹³ Eng. Arduino IDE – Arduino Integrated Development Environment

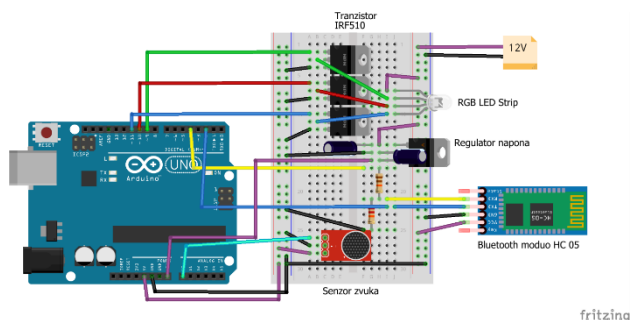
SoftwareSerial. Na ovaj način određeni su pinovi koji će služiti za povezivanje sa Bluetooth modulom. EEPROM predstavlja memoriju koja čuva željene vrednosti kada se ploča isključi. Ovde ta memorija služi da sledećim paljenjem lampe bude podešena boja svetla koja je bila pre nego što je svetlo ugašeno.

Funkcija koja omogućava paljenje i gašenje dioda na određenu zvučnu komandu radi na osnovu informacija koje prikuplja senzor zvuka. Kada je emitovani zvuk iznad podešene vrednosti, senzor šalje podatke, na osnovu kojih se menja trenutno stanje dioda. Ukoliko su već upaljene, kada registrovani zvuk ispunjava uslov, diode će se ugasi i obrnuto. Komunikacija sa Androidom ostvarena je putem Bluetooth modula HC-05. Aplikacija za Android telefon ima opcije Upali, Ugasi i tri slajdera sa vrednostima u rasponu 0-255 za svaki od RGB kanala. Vrednosti jačine svetlosti dioda se dobijaju sa analognog output pina, a funkcije paljenja i gašenja dioda se izvršavaju preko digitalnog outputa.

Sam program se sastoji iz dva dela: osnovnog - setup() i programa koji se stalno ponavlja - loop(). U prvom delu se definišu ulazni i izlazni podaci i veza sa računarom i Bluetooth-om. Drugi deo odnosi se na konstantnu detekciju zvuka.

6.2.2. Hardverski deo

Hardverski deo podrazumeva povezivanje svih komponenti sa pločom. Na slici 6 je prikazana šema prema kojoj su povezani elementi.



Slika 6. Šema povezivanja ploče i ostalih komponenti

7. REZULTAT

Ovim projektom dobijen je multifunkcionalni komad nameštaja - police, dinamičan i prilagodljiv različitim namenama (Slika 7).



Slika 7. Dva osnovna oblika modela police

Kao modularni element, može da funkcioniše individualno, a može i da se kombinuje i time formira različite oblike. Pored toga, u kreiranu formu je integrisana LED rasveta. U cilju olakšavanja upotrebe, korisniku je omogućena interakcija u vidu manipulacije RGB rasvetom putem mobilnog telefona ili zvučne komande. Perforacije dela police koji čini lampu su urađene po principu Voronoi dijagrama. Upravljanje RGB dekorativnom rasvetom putem mobilnog telefona korisniku omogućava lakšu upotrebu. RGB rasveta omogućava stvaranje posebnih ambijentalnih efekata i prilagođava boju i jačinu svetla nameni prostora.

8. ZAKLJUČAK

Izučavanjem teorijskih osnova i praktičnom primenom stečenog saznanja, može se zaključiti da primena digitalnih alata u znatnoj meri olakšava i poboljšava celokupan proces stvaranja u arhitekturi. „Jezik je ono što kažemo, dizajn i stvaranje je ono što radimo. Kompjuteri su jednostavno novi mediji za ovaj drevni poduhvat.“[1]. Parametarski pristup je omogućio kreiranje preciznog, optimizovanog i fleksibilnog dizajna.

Promenom bilo kog parametra, svaki element koji zavisi od njega se automatski menja, što predstavlja veliku uštedu vremena. Kreirajući formu sa elementima koji međusobno zavise, mogu se smanjiti greške u daljem radu. U dizajnu nameštaja veliku prednost daje mogućnost promene određenih parametara, jer se na taj način forma može prilagoditi i oblikovati prema dimenzijama prostora kojem je namenjena. Grasshopper pri modelovanju daje širok spektar načina za prikaz modela i omogućava kreiranje kompleksnijih formi.

9. LITERATURA

- [1] Woodbury, R. (2010) „Elements of Parametric Design“
- [2] Kolarević, B. (2005) „Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing“

Kratka biografija:



Nina Rašević rođena je u Sarajevu 1991. god. Osnovne studije je završila na Fakultetu za graditeljski menadžment, departman za Arhitekturu i urbanizam 2013. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Digitalnog dizajna brani u septembru 2017. godine.

PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE JEDNOPORODIČNIH STAMBENIH OBJEKATA U NIZU**PARAMETRIC DESIGN OF SINGLE - FAMILY ROW HOUSES**

Jovan Jeftić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Za zadatak istraživanja se daje pitanje same strukture, tj. suštine međusobne organizacije funkcija i elemenata fasade objekata u nizu, kao i načina realizacije te funkcije putem nekog od alata za parametarski dizajn.

Abstract – For research's main goal is set question of structure, organisation among functions and elements of facade and interior of row houses, also with realisation of function through use of parametric tools in design.

Keywords: Parametric design, shape grammar, generating units for living

1. UVOD

Poslednjih nekoliko decenija se sve češće koriste digitalne tehnologije pri projektovanju i realizaciji arhitektonskih objekata. Od pojave softvera za tehničko crtanje, poput CAD-a, tokom godina su se javljali softveri koji su bili specijalizovani za različite primene, od dizajna nameštaja za enterijer, pa sve do multifunkcionalnih kompleksa različitih tipologija. Pojava teorija o parametarskom dizajnu, pa sa tim i programa, poput Grasshopper-a, su potpomogli razvijanje primene parametarskog dizajna u arhitektonskom projektovanju. Stoga je jedan od prioriteta ovog istraživanja objedinjavanje celokupnog procesa projektovanja stambenih objekata u nizu tako da kao gotov generisan produkt (objekat) ima jasan i funkcionalan odnos između svojih sastavnih elemenata, kako elemenata u enterijeru i eksterijeru, tako i između elemenata eksterijera i enterijera.

1.1. Uvod u parametarski dizajn i gramatiku oblika

Parametarski dizajn je proces zasnovan na algoritamskom razmišljanju koji omogućava izražavanje parametara i pravila da zajedno definišu i oblikuju odnos između elemenata radi dobivanja kompleksnih geometrijskih oblika i struktura. Termin parametarski dizajn se najčešće pripisuje objektima koji su dizajnirani da podsećaju neke pojave i pravila oblikovanja u prirodi, pripisujući im oblikovni način slobodne forme.

U drugoj polovini 70-ih godina XX veka se razvija teorija gramatike oblika (shape grammar). Gramatika oblika se može definisati kao set pravila za transformaciju primenjen na osnovnu formu, pritom generišući novu formu. Začetnik teorije je Đorđ Stini (George Stiny) sa delom „Two exercises in formal composition“ iz 1976. godine.

NAPOMENA:

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

Teoriju je razvio narednih godina u saradnji sa Džejs Gipsom (James Gips) [2], gde su zajedno postavili temelje za dalje razvijanje gramatike oblika i njene primene.

Potreba za što češćom automatizacijom različitih stadijuma projekata nameće stalnu težnju za unapređivanje nadina na koji de se oni realizovati.

Stoga, kao početni predmet i zadatak istraživanja se nameće pitanje same strukture, tj. suštine međusobne organizacije funkcija i elemenata fasade stambenih objekata u nizu, kao i načina realizacije te funkcije putem nekog od alata za parametarski dizajn.

Znači, treba dodati do optimalnog rešenja na da dati zadatak putem detaljnog analiziranja istraživanja bliske tematike. Nakon detaljne analize treba stvoriti adekvatnu sintezu analiziranih istraživanja koja bi bila rešenje za dalji razvoj projekta. Pored toga, potrebno je i usaglasiti smer u kome de se odvijati projekat, a primarno i koji de softver za parametarsko modelovanje biti primarni fokus daljeg toka projekta.

Posle završene analize, cilj je da se uradi još jedna analizu koja se tiče same tipologije koja se obrađuje, tj. treba analizirati primere tipologije stambenih kuda u nizu kako bi se mogla stvoriti adekvatna oblikovna i organizaciona šema elemenata i funkcija objekata.

Ovo bi bila suštinska problematika predstojećeg istraživanja koja se, ukoliko se istraživanjem dokaže, treba produbiti i dopuniti nekim dodatnim analizama i optimalnijim rešenjima, teorijama i postupcima zarad poboljšanja kvaliteta finalnog rezultata istraživačkog projekta.

2. ANALIZA PARAMETARSKOG DIZAJNA**2.1. Kriterijumi odabira postojećih istraživanja za analizu**

Kada je u pitanju odabir istraživačkih radova koji se analiziraju, jedan od osnovnih kriterijuma prilikom odabira jeste taj da istraživanje do nekog stepena dotiče problematiku parametarskog oblikovanja arhitektonskih djela. Zatim, tu je drugi kriterijum odabira, koji obuhvata preduslov da ostraživanja uzeta u obzir se dotiču tematike oblikovanja arhitektonskih dela vezanih za tipologiju stambenih jednorodničkih kuća. Dela koja dotiču teoriju i primenu na druge tipologije, poput javnih objekata ili višeporodičnih stambenih objekata, se ne analiziraju zbog veće razlike u pristupima organizacije od zadanog programa.

2.2. Paladijeva gramatika

Stini i Mičel (G. Stiny i W.J. Mitchell) u zajedničkom istraživanju „The Palladian grammar“ iz 1978. godine detaljno istražuju principe organizacije elemenata

Paladijeve arhitekture [6]. Analizu započinju sa prikazom principa navedenih u Paladijevoj knjizi i detaljniju analizu, kao i primenu rezultata istraživanja baziraju na vili Malkontenti (villa Malcontenta).

U prvom delu definišu da projekat vile nastaje definisanjem mreže, čija su pravila organizacije zasnovana na tartanskim mrežama sa bilateralnom simetrijom i odnosom na strane sveta.

Druga faza jeste definisanje spoljnih zidova, nakon čega se prelazi na treću fazu u kojoj se pozicioniraju prostorije. Nakon toga se prelazi na četvrtu fazu gdje se postavljene prostorije reorganizuju kako bi formirale pogodniju i funkcionalniju strukturu.

Petom fazom se definiše podela ulaza. Organizacija se nastavlja šestom fazom, tokom koje se u delu portika dodaju stubovi po određenom pravilu koje je uslovljeno početnom mrežom.

Sedmom fazom se privodi organizacija elemenata kraju. Otvari se slično kao i prethodni elementi pozicioniraju na osnovu pravila postavljene mreže, a prethodna upotreba bilateralne simetrije u početnim fazama daje uvek za posledicu pozicioniranje neparnog broja otvora na glavnoj fasadi objekta.

Završna faza se ogleda u samoj proverbi tačnosti pravila, tj. proverava da li su sva data pravila tačna ukoliko se mreža pomoćnih linija korišćenih tokom prethodnih faza može ukloniti bez ikakvih ometanja.

2.3. Metoda ograničenog rasta za proceduralno generisanje osnove

Za razliku od prethodnog primera gde se gramatika oblika koristila za analizu arhitekture, autori metode ograničenog rasta razvijaju gramatiku oblika primenom strategije razrade osnove objekata zasnovanu na primeni L-sistema, kao i njene realizacije [2]. Polazna tačka u rešavanju problema je bila upotreba sistema mreža poput onih koje se koriste prilikom crtanja.

Mreža se postavlja u granice objekata, unutar kojih algoritam generiše određene zone, praćene pozicioniranjem prostorija unutar te granice. Zone se dele na javnu i privatnu zonu. Prostorije se prvenstveno pozicioniraju unutar jednog kvadrata određene zone, nakon čega se radijalno šire po zadatim pravilima. Pravila ih uslovljavaju koliko mogu da se šire. Ukoliko dostignu zadati maksimum, novi algoritam zasnovan na L-sistemima im omogućava da nastave rast i daje im mogućnost da postave vezu između drugih prostorija ukoliko se širenjem približe jedna drugoj.

Primenom različitih polaznih tačaka unutar mreže, složene definicije odnosa prostorija i L-sistema, kao i dobivenim rezultatima, dato istraživanje predstavlja značajan primer napretka u polju primene proceduralnog generisanja u projektovanju.

2.4. Kompjuterski generisane osnove stambenih objekata

Projekat se bazira na izučavanju postojećih stambenih arhitektonskih objekata i primena uzora Bajesove mreže za generisanje osnova i 3d modela. Prilikom generisanja objekat prolazi mnoge promene putem većeg broja iteracija dok ne dobije zadovoljavajući rezultat. Prve iteracije počinju sa jednostavnom raspodelom prostorija gde su skoro sve iste veličine bez osvrta na funkcionalnost [3].

2.5. Proceduralno modelovanje zgrada – Primer generisanja modela Pompeje

Predstavljeno istraživanje se bavi primenom gramatike oblika i L-sistema kao pomoćnih sredstava za generisanje celokupnog grada Pompeje. Projekat su istraživači započeli uz pomoć arheološkog materijala, poput crteža osnova iskopanih objekata. Uz pomoć pomenutih sredstava je stvoren je set od oko 190 pravila za generisanje celokupnog grada. Objekti su generisani na osnovu gramatike oblika koja je proizišla iz analize priloženih dokaza o stilu, proporcijama i pozicioniranju elementata objekata [1].



Slika 4. Prikaz generisanog modela Pompeje



Slika 3. Prikaz različitih rezultata u zavisnosti od broja iteracija

2.6. Zaključak analize

Analizirana israživanja na različite načine pristupaju razvoju projekta, ali svi imaju korene u nekim ustaljenim načinima oblikovanja, kako pomagala poput rasterskih mreža ili programskih šema, tako i upotrebe softvera poput CityEngine-a. Najvažniji dio koji bi pomogao daljoj razradi projekta jeste sastavljanje programske šeme tipologije kuća u nizu zasnovane na Bajesovim mrežama mogućnosti. Pored toga definitivno je poželjno razviti detaljno strategiju procesa generisanja objekata u nekom od parametarskih softvera, po mogućnosti baziran na primeni gramatike oblika za generisanje formi, od kojih se CityEngine čini kao idealan softver za datu problematiku.

3. PROJEKAT

3.1. Lokacija

Prostor predviđen za dati projekat se nalazi u ulici Somborske rampe u Novom Sadu. Na lokaciji trenutno ne postoji bilo kakav specifičan objekat. Od zelenila se mogu naći grupacije manjeg i srednjeg rastinja, dok su stabla ređa pojava. Pristupna ulica lokaciji je dosta uska i nema pešač-kog popločanja, stoga bi i za nju treba razmotriti

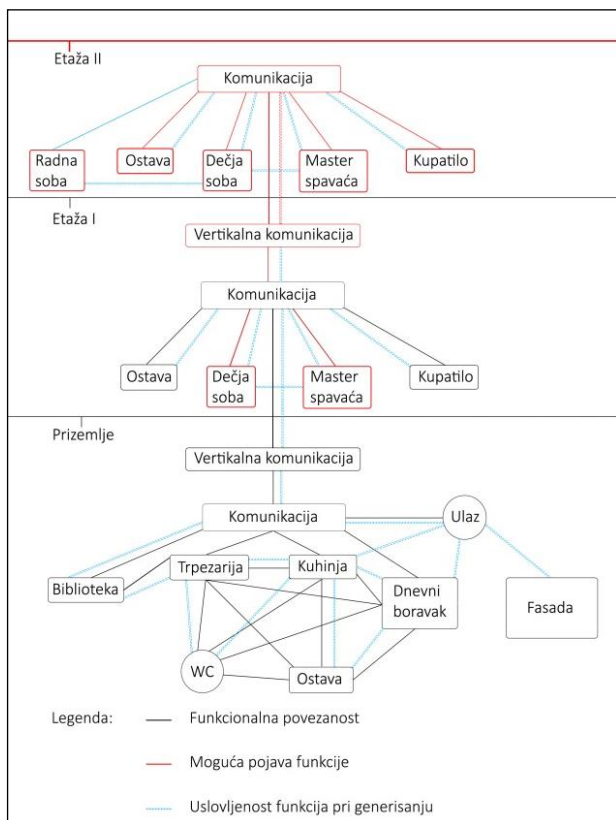
promene u sklopu projekta, u vidu proširenja i popločanja. Projektna lokacija bi se takođe spajala na drugoj strani sa kružnim tokom ispred stambene zgrade na Bulevaru Jovana Dučića broj 39, s čime bi se uklonilo veći dio postojećeg niskog zelenila. Naravno, u planu se takođe razmotra i očuvanje okoline, u vidu postavljanja zelenila nakon izvršene izgradnje projekta.

Ukoliko se to ne postigne u značajnoj meri u sklopu prilazne ulice, pristupilo bi se ozelenjavanju u prostorima poput dvorišta stambenih kuća i eventualnog dodavanja zelenih krovova objekata u sklopu projekta.

3.2. Program projekta

Uz analiziranje prethodnog istraživanja i izdvajanja relevantnih činjenica u početnim fazama projekta, ostaje da se svi programski elementi svrstaju po svojim karakteristikama u prostorni program i funkcionalnu šemu radi lakšeg ostvarivanja osjećaja za međusobnu povezanost elemenata generisanig objekata.

Kao početni parametar u početnim fazama projekta jeste broj članova porodice. Odlučeno je da se napravi kod koji bi generisao jednorodnične kuće u nizu, od kojeg bi broj članova bio u opsegu između dva i šest. U zavisnosti od parametra za potrebnu veličinu kuće, generisanjem se dobija rezultat između kuće na dva ili tri sprata. Sa ulazom se vezuju glavne komunikacije, počevši hodnika koji spaja sve ostale funkcije.



Slika 5. Prikaz programske šeme projekta zasnovane na Bajesovim šemama mogućnosti

Hodnikom u prizemlju se povezuju kuhinja, trpezarija, dnevni boravak, manja biblioteka i stepenište. Etaža 1 i moguća etaža 2 su po funkcionalnoj strukturi veoma slične. Nakon stepeništa se nastavlja centralni hodnik kao

glavna komunikacija između kupatila, ostave i mogućih soba, u zavisnosti od spratnosti objekta, kao što su: radna, dječja ili master spavaća soba. Krov će se završavati u vidu ravnog ozelenjenog krova sa eventualnim zenitnim prozorskim otvorom iznad stepeništa radi boljeg osvetljenja.

3.3. Priprema modela za parametarsko generisanje objekata u CityEngine-u

Kao jedan od prvih i osnovnih modela koji je potreban u programu jeste situacija sa podelom parcela. Pri iscertavanju parcela je jako važno voditi računa o smeru crtanja, tj. preporučuje se crtanje u smeru kazaljke na satu (provereno u AutoCad-u).

Sledeći, najvažniji, modeli jesu objekti koji se importuju na određene pozicije u prostoru prilikom generisanja objekta. Za njihovu pripremu je korišćen 3ds-Max. Modeli su projektom podeljeni u dve grupe: modeli eksterijera i modeli enterijera. Svim modelima se dodeljuje adekvatan naziv u zavisnosti od parametara i orijentacije.

Kada je sve prethodno pripremljeno, ostalo je da se pripremljeni modeli eksportuju. Preporučeni format za gotove modele .obj. Takođe je važno voditi računa o koordinatnom sistemu, pošto u mnogim programima nije isti. Ukoliko se radi priprema u 3ds Max-u, preporuka je da se isključujući promena YZ ravni prilikom eksporta u Max-u i da se predvidi y osa u suprotnom smeru.

3.4. Proces razvoja koda u CityEngine-u i generisanje finalnih modela projekta

Nakon ubacivanja osnova u scenu, pri početku pisanja koda, najveći problem je odrediti početne uslove i postupak podele date forme za generisanje. Procesu je potpomogla detaljna analiza tipologije i stvaranje programske šeme. Šema je omogućila da se generisanju objekata pristupi na novi način, podjelom procesa koda po spratovima objekta. Time se omogućava lakša organizacija i uslovljenost elemenata koda po sistemu hijerarhije predstavljene programskom šemom. Spratovi se postavljaju tako što se prvo ekstruduje i dodeli se klasa prizemlja donjoj stranici dobivenog mnogougla, dok se gornjoj pripisuje klasa dobivene etaže.

Proces se ponavlja sa svakim sledećim spratom. Zatim se dobiveni poligoni po spratovima ofsetuju ka unutra za debljinu zida i novim poligonima dodele nove klase. Podela etaže zavisi od početnog parametra pozicije vrata. Tim se enterijer prizemlja prvo deli po dužini na zonu komunikacija ispred vrata i prvu zonu enterijera. Zona komunikacije se dalje deli po širini na predsoblje, stepenište i zonu propratnog sadržaja prizemlja.

Prva zona enterijera se, u zavisnosti od više konstanti i atributa, uzduž deli na sledeće zone: kuhinje, trpezarije, dnevnog boravka, wc-a i ostave. Finalni kod projekta ima ukupno 77 zadatih konstanti i atributa.

Etaže se po načinu podele razlikuju od prizemlja. Prvom podelom etaže se prostor deli po širini na prvu sobu, centralnu zonu i drugu sobu. Sobe se dalje dele u zavisnosti od tipologije za postavljanje namještaja. Centralna zona se po dužini deli na prostor kupatila i ostave i na prostor komunikacija.

Isti postupak se ponavlja ukoliko postoji još jedna etaža. Obodi generišu ivične zidove. Samo se u prostoru iznad stepeništa postavlja otvor radi povećanja osvetljenosti u prostoru komunikacija.

Upotrebom gotovog koda se dobija veliki broj jedinstvenih objekata kod kojih se svi elementi, kako na nivou prostorija, tako i na nivou nameštaja i elemenata fasade međusobno odnose po shodnim pravilima i kao proizvod zajedno reprodukuju skladnu i funkcionalnu cjelinu zadate tipologije.

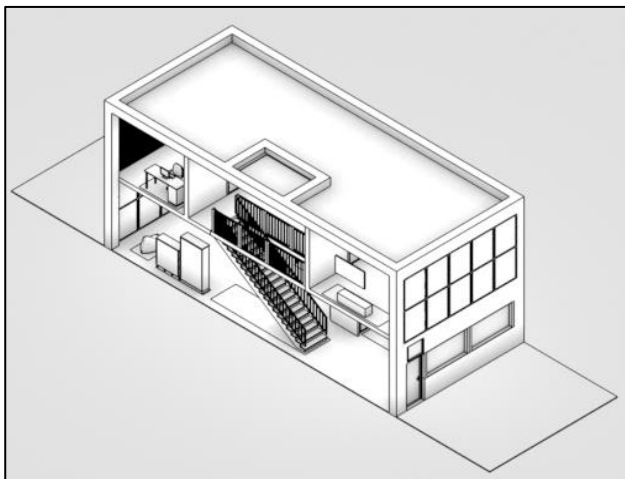
4. ZAKLJUČAK

Projekat, pored doprinosa daljem razvoju parametarskog projekata objekata, doprinosi i razvoju odabrane lokacije grada. Upotreba pomenutih tehnika razvijanja objekata, pa i sama upotreba nove tipologije stanovanja u datom regionu grada doprinosi povećanju značaja i omogućava budućim pristupima projektima da kao uzor i osnovu koriste neke od tehnika parametarskog projektovanja.

Zatim je značajna, uspjela sintezna upotreba različitih principa u parametarskom projektovanju koje daju kompletne i funkcionalne rezultate.

Inovacija datog projekta u odnosu na srodne je i ta što kao gotov proizvod generiše i enterijer i eksterijer kao cjelokupni objekat, što olakšava i proveru funkcionalnosti u razvojnim fazama projekta.

Za same objekte se vodilo računa da ne zauzimaju puno datog prostora, a da i dalje generišu funkcionalan sadržaj. U suštini, dobiveni rezultatom se postigla osnovna namera da se razvije osnova za sistem generisanja stambenih objekata u nizu sa usklađenim odnosom svih elemenata objekta.



Slika 6. Izometrijski prikaz generisanog modela

5. LITERATURA

- [1] „Procedural Modeling of Buildings“ – Pascal Müller, Peter Wonka, Simon Haegler, Andreas Ulmer i Luc Van Gool - 2006
- [2] „A Constrained Growth Method For Procedural Floor Plan Generation“ - Ricardo Lopes, Tim Tutenel, Ruben M. Smelik, Klaas Jan de Kraker i Rafael Bidarra – 2010 – institucija: TNO Defensie en Veiligheid
- [3] „Computer-Generated Residential Building Layouts“-Paul Merrell Eric Schkufza Vladlen Koltun – Univerzitet Stanford - 2010
- [4] „Is there a Procedural Logic to Architecture?“ - Julien Weissenberg, Hayko Riemenschneider i Mukta Prasad Luc Van Gool - Computer Vision Lab, ETH Ciri
- [5] „Introduction to shape grammars“ - Terry Knight, MIT
- [6] „The Palladian grammar“ – G. Stiny i W.J. Mitchell
- [7] „Solving Space Planning Problems Using Constraint Technology“ – Philippe Charman
- [8] „Automatic Real-Time Generation of Floor Plans Based on Squarified Treemaps Algorithm“ - Fernando Marson i Soraia Raupp Musse
- [9] „The Algorithmic Beauty of Plants“ - S. James, F. Hanan, D. Fracchia, D. Fowler, M. J. M. de Boer i L. Mercer
- [10] „Shape Grammar In Contemporary Architectural Theory And Design“ - Bojan Tepavčević i Vesna Stojaković
- [11] „Bayesian networks“ - Ben-Gal I., Bayesian Networks, in Ruggeri F., Faltin F. & Kenett R., Encyclopedia of Statistics in Quality & Reliability, Wiley & Sons (2007)

Kratka biografija:



Jovan Jeftić rođen je u gradu Berane 1992. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti „Arhitektura i urbanizam“ završio je 2015. god. Trenutno je student master studija na smeru „Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu“.

**NOVI SAD DO 2030. GODINE: STUDIJA RAZVOJA I
PROŠIRENJA PRIOBALNIH PROSTORA****NOVI SAD BY YEAR 2030: THE STUDY OF DEVELOPMENT AND
EXTENSIONS OF WATERFRONTS**

Jovan Grujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Rad se bavi transformacijom urbanog područja grada Novog Sada sa ciljem uspostavljanja duže linije kontakta grada sa vodom. Na osnovu zaključaka izvedenih iz istraživanja vezanih za istorijski razvoj urbanih obala, uticaja vodenih površina na ljudsku psihu i primera iz savremene urbanističke prakse, dat je predlog rešenja novog gradskog priobalja.

Abstract – The paper deals with the transformation of urban area of Novi Sad, with the goal of establishing a longer line of contact between city with water. Based on the conclusions drawn from the research related to the historical development of urban waterfronts, the impact of water surfaces on the human psyche and examples from contemporary urban practice, the proposal for the solution of the new city coastline was given.

Ključne reči: Urbanistička studija, transformacija, urbane obale

1. UVOD

Vrednosti i potencijali koji imaju vodotokovi unutar gradskih područja su veliki. Vodotokovi predstavljaju povezujuće elemente između urbane sredine i okolnih pejzaža. Upravo se na urbanim obalama naselje kao čista ljudska tvorevina sa unutrašnjom strukturom i redom definisanim od strane ljudi susreće elementom vode koji je čista prirodna komponenta.

Rečni tokovi imaju veliki uticaj na urbanu strukturu. Njegov uticaj i efekat na javni prostor obale kao i unutrašnje veze sa samim naseljem, variraju sa veličinom i širinom toka, karakterom obale, rasporedom objekata duž rečne obale kao i njenog trenutnog korišćenja. Prostor obala ne bi trebalo da se tretira/definiše kao mono-funkcionalna lokacija jer se u tom slučaju, gubi sam smisao obale, gde se atraktivan element vode ograđuje od šireg stanovništva grada. Generalno posmatrano, kvalitet javnih prostora je definisan stepenom mogućnosti njegovog iskorišćavanja od strane šire grupe stanovnika. Upravo su stanovnici ti koji svojim aktivnostima graviraju koncept javnog prostora. Sadašnje stanje urbanih obala je rezultat istorijskog razvoja, stava i mentalnog stanja društva.

Urbanističko uređenje, ne samih obala već i svih ostalih javnih prostora je ujedno i refleksija trenutnih društvenih vrednosti, one svedoče o karakteru društva i njegovom trenutnom ekonomskom sistemu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milica Kostreš, docent, a komentor Ivana Maraš.

2. ISTORIJSKI RAZVOJ URBANIH OBALA

Voda je uvek imala važnu ulogu u urbanom razvoju. Naselja u današnjem obliku su posledica niza istorijskih događaja i prirodnih uticaja. Od prvih ljudskih zajednica, koje su se isključivo bavile lovom i sakupljačkom privredom, nije se moglo očekivati formiranje stalnih naselja, sve dok nisu postale sposobne za uzgajanje sopstvenih useva i pripitomljavanja životinja. Tokom ovog perioda su se stvorili pogodni uslovi za uspostavljanje održivih ljudskih naseobina kojima je prisustvo vode bilo neophodno za dalje napredovanje.

2.1. Rane transformacije obala

U antičko vreme, ogromna moć vode zahtevala je pažljiv pristup naselja prema vodotoku. Konstantna opasnost od poplava držala je naselje na bezbednoj udaljenosti od same obale. U to vreme, nastali su prvi sistemi za navodnjavanje dolina reke koje su bile suve veći deo godine. Tokom ovog perioda se javlja potreba da se voda kontrolisano dovede do samog naselja. Najraniji oblici ovih intervencija su bili za potrebe fortifikacija, mlinova i kovačkih radionica. Vremenom, iskopavanjem novih korita, voda iz većih reka je dovedena u naselje, i u ovom periodu je došlo do centralizacije delatnosti (koje zahtevaju pristup vodi) duž korita reke. Usled novonastalih promena „tenzije“ između naselja i reke počinju da rastu.

Dugo vremena je reka kao deo naselja zadržala svoj prirodni karakter, korita reka su bila široka, sedimentni nanosi i ostrva su bili uobičajna pojava dok je sama reka sadržala nekoliko grana sa visokim sklonostima ka stvaranju novih meandara unutar samog naselja. Druga karakteristika je bila bogata, propratna vegetacija koja se javljala u mrtvajama reka i plavnim područjima koje su ljudi i dalje smatrali rizičnim za dalje širenje naselja.

2.2. Transformacija urbanih obala tokom 19. veka

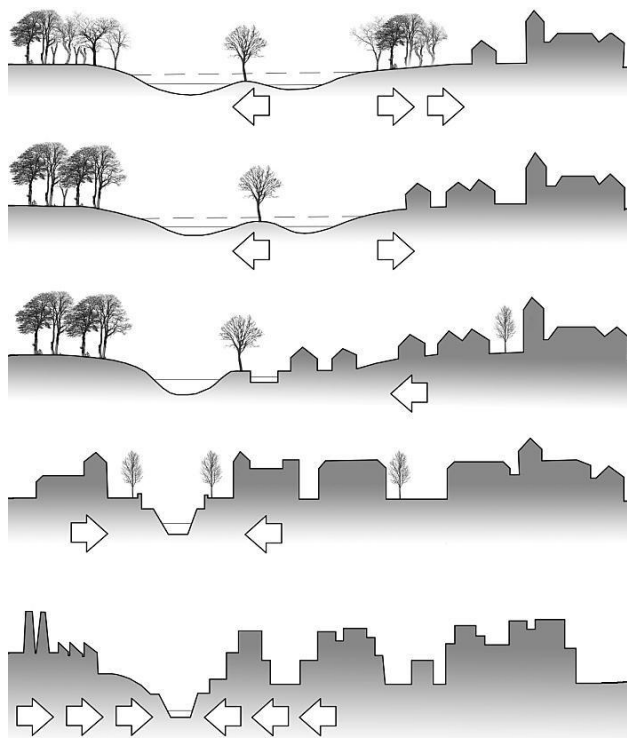
Devetnaesti vek je bio prekretna tačka za formiranje rečnog korita unutar naselja, pre svega zbog masovne izgradnje nasipa koji su vekovima zapuštena plavna područja obale reke učinili korisnim za izgradnju.

Važno je napomenuti da su inicijativu za izgradnju nasipa pokrenula pre svega industrijska revolucija a ne potreba za širenjem stambenih zona. Sa progresom industrijalizacije, započeo je intenzivan proces izgradnje i došlo je do velikog pritiska unutar naselja.

Usled velike potrebe za radnom snagom, dolazi do masovnih migracija stanovništva iz ruralnih oblasti u industrijske gradove, dolazi do masovnog usitnjavanja stambenih parcela i rasta procenta izgrađenosti istih. Duž

ukroćenih korita reka, razvija se industrijska delatnost koja potpuno odseca stanovništvo od obale i sa visokom cenom zemljišta nastavlja da vrši pritisak na reku. Novi način života za nove stanovnike gradova zahtevao je novi način korišćenja javnih prostora.

Visoka cena građevinskog zemljišta i gubitak namene utvrđenih zidina prouzrokovao je njihovo rušenje, pri čemu su se gradovi otvorili i počeli stapati sa svojim predgrađima. Upotreba javnih promenada od strane šire javnosti nastala je u drugoj polovini devetnaestog veka kada je radnička klasa bila u mogućnosti da sebi priušti nedeljne šetnje.



Slika 1: Prikaz međusobnog uticaja vode i naselja kroz različite istorijske epohe

Devetnaesti vek nije samo doneo dobre stvari po pitanju uređenja obale reke. Sa stavom da se brzim proticanjem reke kroz naselje smanjuje rizik od poplave, rečna korita su sužavana i potpuno ukroćena kamenim nasipima, odsustvovali su zeleni prostori na samoj obali, dok su otpadne vode ozbiljno ugrozile floru i faunu.

Nisu bili retki slučajevi da se rečno korito samo zatrpalo od nanosa mulja i gradskog otpada a da se novo korito reke planski izmeštalo van grada. Dalji rast gradskog stanovništva negativno se odrazio na posojeće promenade, koje su svoj prostor postepeno ustupale zaprežnom saobraćaju koji će početkom dvadesetog veka zameniti kolski. Nova industrijska postrojenja i prateća infrastruktura izmešteni su na obalu reka ne obazirući se na ekološke posledice.

Sužavanje reke u preuređena korita, i transformisanje priobalja u nepristupačne i neatraktivne prostore izazvale su izolaciju od ostatka grada tokom značajnog dela dvadesetog veka. Usled zagađenja vode i nepristupačnosti priobalja, grad je okrenuo obraz reci koja je bila izvorni uzrok njegovog nastanka [1].

2.3. Savremeni okvir razvoja urbanih obala

Drugu polovinu dvadesetog veka u velikoj meri su obeležile i posledice dva svetska rata, obeležena je ekonomskim i tehnološkim napretkom ali i promenom stava društva prema životnoj sredini.

Uvođenjem novih tehnologija i načina proizvodnje, mnogi idustrijski kompleksi više nisu zahtevali izlazak na reku, dok je nagli porast populacije i cene zemljišta, primorao na izmeštanje fabrika na periferije naselja. Izmeštanje industrijske zone na periferiju gradova podstaklo je razvoj perifernih delova naselja, najviše zbog migracije radnika iz centra naselja u zone bliže fabrikama, što je izazvalo još veći vakum u priobalnim delovima grada.

Pored napuštenih industrijskih pogona, gradovi su se suočili i sa prorađenim stambenim zonama u njihovoj neposrednoj blizini.

Rešavanju novonastalih problema priobalnih područja pristupili su mnogi arhitekti, organizacije i šira javnost dok se mnogi evropski gradovi i posle nekoliko decenija suočavaju sa postojećim zapuštenim i neuglednim obalama.

3. STRATEGIJE RAZVOJA URBANIH OBALA

Usled rapidne urbanizacije, gradovi se razvijaju i postaju gušće izgrađeni. Svaki slobodni prostor unutar gradskog jezgra je pod pritiskom dalje izgradnje objekata i urbanih infrastruktura što smanjuje mogućnosti stvaranja interaktivnih prostora namenjenih socijalizaciji i provođenju slobodnog vremena.

Odsustvo kvalitetnih javnih prostora duž obala je još više smanjilo mogućnost interakcije sa prirodom. Ovakve urbane sredine mogu imati degradirajuće posledice po svoje korisnike. Tokom protekla dva veka, ljudi su prešli na život u veštački oblikovanim sredinama.

Naglo udaljavanje od prirodne životne sredine ostavilo je snažne fiziološke i psihološke ostatke veza sa prirodom koje i dalje u velikoj meri pokreću ljudska bića. Prolongirano kontrolisano izlaganje prirodnim sredinama rezultira velikim fizičkim i psihološkim prednostima.

Ukazano je na postojanje dubljih aspekata genetski nasledene autohtone svesti koji se otključavaju kroz jednostavniji život i istraživanje prirodnog prostora [2].

U cilju uspostavljanja što veće prirodosti urbanih obala, prilikom projektovanja predloženo je uvođenje vegetacije u neposrednoj blizini obale kao i primena prirodnih materijala duž vodene površine.

Smišljeno postavljanje javnih prostora na mesta sa kojih je voda bolje saglediva kao i težnja ka minimalnoj visinskoj razlici između površine vode i obale, dodatno pospešuje aktivniji odnos ljudi sa vodom.

Nakon skoro tri decenije koliko traje talas revitalizacije urbanih obala u svetu, uočeno je da se primenom određenih principa urbanog planiranja može znatno preduprediti odnos naselja sa obalom.

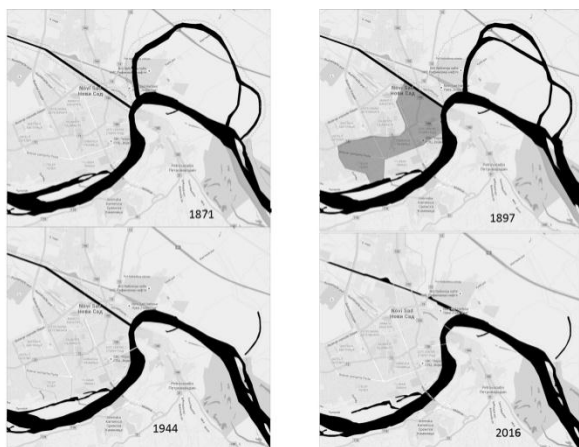
Zastupljenost isključivo jedne tipologije objekata duž obale, odsustvo sadržaja, privatizacija obale kao i odvajanje iste od naselja motornim saobraćajem u velikoj meri narušavaju javni karakter obale.

4. STUDIJA TRANSFORMACIJE PRIOBALJA U NOVOM SADU

4.1 Analiza postojećeg stanja

Konkretni okvir na kom se primenjuju zaključci prethodnih istraživanja jeste grad Novi Sad. Ovo područje, između ostalog, karakteriše i ušće kanalske mreže sistema Dunav-Tisa-Dunav u reku Dunav koji u svojoj deonici toka kroz novosadsko područje ostvaruju ukupno 46km obalske linije. Prosečna visinska kota površine Dunava na području Novog Sada jeste 74 m dok širina korita varira između 500 i 800 m [3]. Kota kanala Dunav-Tisa-Dunav u zoni naselja iznosi 78m sa prosečnom širinom korita od 30 i dubinom od 2,3 m.

Veliki kontrast između ova dva vodotoka omogućava Novom Sadu mogućnost uvođenja širokog spektra urbanih obala koja nažalost nije u potpunosti iskorišćena.



Slika 2: Promena toka Dunava tokom prokopa kanala DTD

Izbor potencijalnih područja za uvođenje novih vodenih prodora u urbanu strukturu grada, sveden je na industrijske zone priobalja kao i na oživljavanje starih meandara Dunava.

4.2. Ciljevi projekta

Cilj projekta je uspostavljanje duže linije kontakta grada sa vodom uvođenjem novih vodenih poteza, formiranje sekundarnih gradskih centara, uvođenje kulturnih, edukativnih i drugih sadržaja koje nedostaju na širem području. Daljim intervencijama primenjeni su principi održivog razvoja, poput ozelenjavanja objekata i krovova kao i upotreba solarne energije. Posebna pažnja pridaje se uspostavljanju sistema odbrane od poplava usled porasta nivoa reka i intenzivnih atmosferskih padavina.

4.3. Projektno rešenje

Celokupna transformacija Novosadskog priobalja se može svesti na dve celine:

- Sistem vodenih površina koje povezuju kanal Dunav-Tisa-Dunav sa rekom Dunav
- Sistem vodenih površina na starom meandru Dunava

Centralni motiv prve celine transformisanog područja predstavlja sistem veštačkih kanala koji se prostire od korita kanala Dunav-Tisa-Dunav, preko prostora današnje Industrijske zone jug, trase železničke pruge koja prolazi kroz Avijatičarsko naselje, duž Bulevara Evrope i uliva se u reku Dunav u neposrednoj blizini Ribarskog ostrva. U cilju održavanja stalnog nivoa vode, kao i zaštite od

poplava nastalih usled obilnih padavina, prethodno opisan sistem kanala je ograđen sistemom brana od kanala DTD i reke Dunav. Uzimajući u obzir da je nivo kanala DTD viši od nivoa Dunava, projektom transformacije je predviđeno da se novoizgrađeni sistem kanala snabdeva vodom iz korita DTD-a i da se gravitacionim putem voda sliva do ušća u reku Dunav. U cilju kontrolisanja nivoa vode u novoprojektovanom sistem kanala, na oba kraja sistema su predviđene brane.

Druga urbana celina je uspostavljena preusmeravanjem dela toka dela toka reke Dunav u njen stari meander, dok je kontrola dotoka i nivoa vode uspostavljena izgradnjom sistema brana na mestu dela postojećeg nasipa, u zoni gde se graniče sadašnja obala Dunava i staro korito reke.



Slika 3: Prikaz novoprojektovanog sistema vodenih površina

Sekundarna uloga sistema brana i veštačkih korita je odbrana od obilnih atmosferskih padavina. U slučajevima kada se mogu predvideti obilne padavine, kontrolisanim spuštanjem nivoa vode u sistemu kanala se obezbeđuje prostor za slivanje kišnice iz šireg područja grada i njeno dalje, kontrolisano ispuštanje u Dunav.

Kao dodatne mere zaštite od poplava, predviđena je i dvojna uloga javnih prostora i sportskih terena, koji u normalnim uslovima vrše ulogu mesta za socijalizaciju i rekreaciju dok u situacijama ekstremnih padavina imaju ulogu akumulacionih rezervoara koji su sa novoprojektovanim sistemom kanala povezani zatvorenom atmosferskom kanalizacijom. Dodatnu meru zaštite od poplava, predstavljaju i zeleni krovovi na okolnim zgradama koji pored mnogih ekoloških prednosti imaju i ulogu da apsorbuju deo kišnice i uspore njen dotok do tla.

Prilikom uvođenja novih vodenih poteza u urbanu strukturu grada, težilo se uspostavljanju što prisnijeg odnosa korisnika sa obalom. U tom cilju pribeglo se izmeštanju kolskih saobraćajnica dalje od obale kako bi se izbeglo odsecanje priobalnih sadržaja od pešačkih zona.

Izmeštanjem kolskog saobraćaja dublje u urbanu strukturu grada, omogućeno je pomeranje građevinske i regulacione linije objekata u neposrednu blizinu obale, čime su uspostavljeni novi pešački potezi koji omogućuju istovremenu interakciju sa obalom i sadržajima prizemlja priobalnih objekata. Jedan od ciljeva projekta predstavlja i integracija pešačkih poteza novoprojektovanog područja sa postojećim pešačkim stazama duž keja na Dunavu, čima bi se stvorio kontinualni sistem pešačkih i biciklističkih staza duž nekoliko kilometara obale.



Slika 4: Osnova i prostorni prikaz urbanog fragmenta duž Bulevara Evrope

U novoprojektovanoj gradskoj zoni koja je izvedena na starom meandru Dunava, urbana mreža je sačinjena od više poligonalnih ostrva koj na sebi, zavisno od veličine, sadrže od 2 do 6 urbanih blokova. Saobraćaj duž ovog novoprojektovanog područja karakteriše jasna segregacija kolskog i pešačkog saobraćaja. Uzimajući u obzir da se područje nalazi na rubu grada Novog Sada, pretpostavljeno je da kolski saobraćaj neće biti velikog intenziteta te je izbegnuto postavljanje saobraćajnica po obodu blokova. Sa ciljem da se izbegne odsecanje obale od urbanih blokova, kao i da se umanju saobraćajna buka, kolski saobraćaj je predviđen da se proteže duž središnjih osa ostrva. Prednosti prethodno spomenutog rasporeda kolskog saobraćaja je i u tome da je omogućeno postavljanje parking prostora sa obe strane saobraćajnice dok je istovremeno omogućeno pomeranje urbanih blokova bliže obali.

4.4. Faze izvođenja projekta

Proces realizacije projekta je podeljen u nekoliko vremenski ograničenih faza, sa planiranim početkom radova u 2018. godini.

Prva faza: Prokopavanje glavnih vodenih poteza i izgradnja sistema brana na granicama sa Dunavom i kanalom Dunav- Tisa - Dunav. Premošćavanje postojećih saobraćajnica mostovima (ukoliko su presečene vodenim koritom). U zonama novoformiranih obala koje se nalaze na trenutno neizgrađenom području grada, predviđen je i početak izgradnje javnih objekata. Početak ove faze predviđen je za 2018. godinu

Druga faza: Prokopavanje sekundarnih vodenih poteza (u većini slučajeva paralelnih sa glavnim vodenim potezima) kao i izgradnja objekata privatnog karaktera poput stanovanja, poslovnih i uslužnih delatnosti. U ovoj fazi je ujedno i predviđena izgradnja saobraćajnica, pešačkih poteza i uređenje javnih prostora. Početak radova je predviđen za 2022. godinu.

Treća faza: Prokopavanje vodenih prodora unutar urbanih blokova na mestima koja su za njih previđena kao i izgradnja pešačkih mostova. Početak procesa uređenja zelenih površina, presađivanje srednjeg i visokog rastinja, postavljanja zelenih krovova kao i završna materijalizacija javnih prostora (parterno popločanje i opremanje urbanim mobilijarom. Raspon radova predviđe u trajanju od 2028. do 2030. godine.

5. ZAKLJUČAK

Kroz istoriju, priobalni prostori su prošli kroz dramatične promene: od mesta nastanka urbanog tkiva naselja do mesta gde je naselje krotilo prirodu, da bi se nakon izvesnog perioda zanemarivanja, isti prepoznali kao potencijalno najprestižniji prostori.

Urbane obale su uvek bila dinamična mesta po svojoj prirodi. Kao ivica prirodnog okruženja i mesto preklapanja različitih socijalnih grupa i sadržaja, priobalne prostore je uvek karakterisala kompleksnost i energija. Upravo ta snaga prostora da promoviše ljudski kontakt i društvene aktivnosti nametnula je izazov ovoj studiji da karakteristike priobalja evoluiru u dizajn javnih prostora.

Projekat transformacije novosadskog priobalja proizašao je iz istraživačkog rada i primenjenih rešenja koje su u mnogim svetskim gradovima uspele da stvore kvalitetan urbani prostor obala za boravak korisnika. Izmeštanjem saobraćaja dublje u urbanu strukturu i uvođenjem javnih prostora duž obale stvoreno je područje koje predupređuje mikroklimu i obogaćuje društveni život građana.

6. LITERATURA

- [1] Ann Breen and Dick Rigby, The New Waterfront: A Worldwide Urban Success Story, Thames and Hudson Ltd., 1996
- [2] White, M. P.; Smith, A.; Humphries, K.; Pahl, S.; Snelling, D.; Depledge, M. H. (2010). Blue Space: The importance of water for preference, affect and restorative ratings of natural and built scenes. Journal of Environmental Psychology, 30, 482–493.
- [3] Grupa autora, (1994), Novosadske opštine, Institut za geografiju, Novi Sad

Kratka biografija:



Jovan Grujić rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad odbranilo je na Fakultetu Tehničkih Nauka, na Departmanu za arhitekturu urbanizam, septembra 2017. godine

CROSSFIT BOX NA JAZ POLJU U BUDVI**CROSSFIT BOX ON JAZ FIELD IN BUDVA**Jelena Lončović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – DIZAJN ENTERIJERA**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste Crossfit centar i kroz dalji tekst je prikazana analiza koja je prethodila rješenju projektnog zadatka kao i ishod samog zadatka.

Abstract – The theme of this project is the Crossfit Center and the following text shows the analysis that preceded the solution of the project task as well as the outcome of the task itself.

Ključne reči: Crossfit, projektni zadatak

1. UVOD

Uzevši u obzir crossfit kao posebnu vrstu sporta pokrenuta je tema projektnog zadatka koja podrazumijeva studiju namjenski projektovanog centra za crossfit. Ono se odnosi na analizu potrebnih sadržaja ali i nekih dodatnih koji bi unaprijedili program predmetnog projekta. Obrazloženje za izbor programa koji su objedinjeni proizilazi iz činjenice da je fitness postao svojevrsni životni stil, koji prevazilazi samo rekreaciju. Odnosno, osnovni cilj predmetnog projekta jeste programsko povezivanje različitih sadržaja u jedinstveni sportsko rekreativni centar na Jaz polju u Budvi.

“Biti u formi nije cilj, to je način života”

2. STUDIJA PROJEKTOG ZADATKA – CROSSFIT BOX

Uvodni dio rada odnosi se na postavljanje i proučavanje teme kroz istorijat sporta, ukazivanje na značaj crossfit-a u svijetu i zastupljenosti ove vrste i uopšte sporta u Srbiji i Crnoj Gori.

Takođe, kroz ovaj tekst govoriće se o putu i vrtoglavo brzini kojom je crossfit dostigao na svjetsku scenu kao i o tome kakvo mjesto ovaj sport ima na domaćoj fitness sceni, da li nam je potreban crossfit centar i kako bi on mogao da izgleda.

2.1. Pojam crossfit-a

„Crossfit je brendirani fitness režim koji je osnovao Greg Glassman. Crossfit nije postao samo sport, postao je životni stil ljudi širom svijeta“ [2].

Tehnički, Crossfit je kao kompanija nastao 2000. godine mada se može reći da njegovi korijeni potiču od mnogo ranije, kada je njegov stvaralac Greg Glassman bio tinejdžer koji se bavio gimnastikom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. Marko Todorov.

Iz njegovog takmičarskog duha potekla je suština crossfit-a kao discipline.

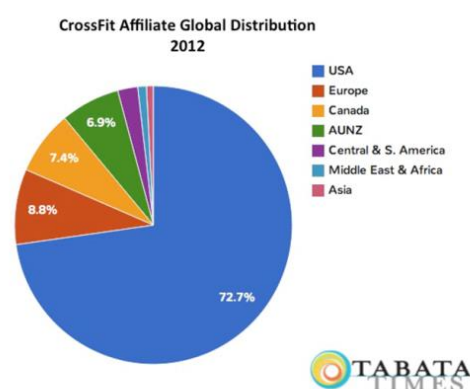
Glassman je svoje vrijeme provodio u boksu Santa Kruza, u Kaliforniji, gdje je radio kao instruktor. Ovo mjesto smatra se porijeklom crossfit-a. U ovom boks, Greg je osmislio termin koji je iz malog boksa obišao svijet i postao onlajn fenomen koji je popločao put za 6,775 crossfit klubova. Ovaj fenomen naziva se WOD-om (workout of the day – trening dana).

Crossfit na svjetsku scenu nastupa, spontano, 2000. godine na zahtjev članova da postavlja online WOD-ove. Tim povodom, Glassman je osnovao danas popularni CROSS-FIT.COM. linkovi jedan od osnivača powerlifting-a, Robb Wolf, zatražio je od Glassman-a odobrenje za osnivanje kluba, malog prostora za vježbanja koji bi nazvao crossfit –om

Za dvije godine, broj crossfit box-eva je porastao sa 3 na više od 50. Crossfit je postajao ozbiljna kompanija. U decembru 2005. godine The New York Times je pokrenuo priču o ludilu za crossfit-om.

Kada je riječ o crossfit-u danas osnovno obilježje je da je crossfit program decentralizovan, ali i da je generalno metodologija ista u svim lokalnim crossfit centrima

Zastupljenost crossfit-a u svijetu danas je velika. Kao što je prikazano na slici 1. Najveća zastupljenost jeste u zemlji porijekla SAD-u, dok se u Evropi crossfit pojavio tek poslednjih godina ali zauzima značajno mjesto.



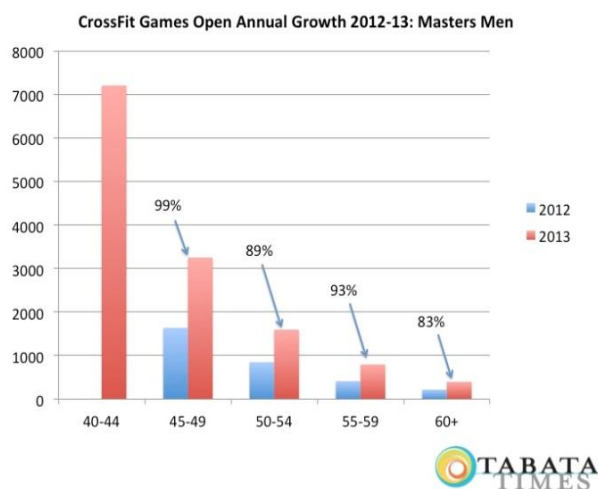
Slika 1: Prikaz zastupljenosti crossfit-a u svijetu

Jedan od važnih segmenata crossfit-a su Crossfit igre. One su osnovane od strane Crossfit.inc kompanije. Održavaju se od 2007. godine. Pobjednik takmičenja nosi titulu "Fittest on Earth," i zato takmičari moraju biti spremni na sve.

U 2011. godini crossfit igre su uvele online format za kvalifikacije, kako bi sportisti širom svijeta bili u mogućnosti da apliciraju. Tokom takmičenja, svakog dana

se objavljuju nove vježbe. Sportisti imaju nekoliko dana da ispune vježbe i da postave svoje rezultate. Putem videa ili licencom od strane crossfit udruženja. Kako su igre otvorene za bilo koji nivo sportista, mnoga udruženja ohrabruju članove da se prijave i broj takmičara u svijetu iznosi stotine hiljada i u stalnom je porastu kao što je prikazano na slici 2.

Jedini problem jeste nedostatak opreme. Popularnost igara raste nevjerovatnom brzinom. Prve godine, prva nagrada je iznosila \$500. U 2010. prva nagrada je iznosila \$25,000. U 2011 godini sponzor crossfit igara je postao Reebok, igre su počele da se igraju onlajn. Prvi put crossfit igre dolaze u mnoge regione. Najbolji se spajaju u takmičenju za finale, gdje glavna nagrada donosi čak \$250,000 sa televizijskim prenosom. Ove godine, 2017., nagrada je bila u vrijednosti od milion dolara.



Slika 2: Prikaz porasta učesnika igara na godišnjem nivou

2.2. Crossfit u Srbiji i Crnoj Gori

Nakon pridavanja značaju i akcenta na crossfit kao sport, važno je bilo osvrnuti se na sport generalno u Srbiji i Crnoj Gori kao i na zastupljenost crossfit-a na ovom prostoru.

Prema istraživanju o položaju i potrebama mladih u Srbiji od strane Ninamedia Research-a došlo se do poražavajućeg zaključka. „Istraživanje je sprovedeno anketiranjem lice u lice (PAPI) od 16. oktobra do 6. novembra 2015. godine na reprezentativnom nacionalnom uzorku od 1500 mladih ispitanika starosti od 15 do 30 godina.

Opšti zaključak jeste da ispitanici nisu zadovoljni situacijom mladih, kako rezultati jasno ukazuju da ispitanici smatraju da mladi ljudi nemaju perspektivu, kao i da se suočavaju sa nejednakim šansama i manjkom mogućnosti u svim sferama života.

Više od 60% ispitanika smatra da se mladi ne bave sportom u dovoljnoj meri. Sa druge strane, tek 36% ispitanika smatra da se mladi dovoljno bave sportom. Taj podatak pokazuje da korpus ispitanika predominantno smatra da mladi ljudi nisu u dovoljnoj meri angažovani u sportskim aktivnostima“ [3].

Na prostoru Srbije i Crne Gore crossfit kao riječ je poznat. Ali crossfit kao sport, njegova popularnost u

svijetu i svijest o obimu ovog sporta nisu u velikom procentu zastupljeni na našim prostorima.

U Srbiji postoje 4 licencirana crossfit tima od kojih se dva nalaze u Beogradu, pod nazivima Crossfit Pobjednik i Crossfit Prvi Tim. Oba kluba se mogu naći na mapi zvaničnog crossfit sajta. Druga dva crossfit boksa se nalaze u Novom Sadu. Crossfit Baš Čelik osnovan je 2017. godine u adaptiranom prostoru nekadašnjeg ugostiteljskog objekta. Drugi crossfit boks u Novom Sadu se naziva Crossfit Novi Sad i osnovan je 2014. godine. Treninzi ovog kluba odvijaju se u prostorijama garaže stambenog objekta u gradskom naselju. Iako u ovaj sport nije uloženo mnogo, uzevši u obzir prostore u kojima se oni odvijaju, članovi ovih klubova imaju podršku na takmičenjima kao i u samom napredovanju u ovom sportu. Zainteresovanost za ovaj sport je prilično velika. Većina članova je uvrstila ovaj sport u svakodnevnu rutinu.

U Crnoj Gori postoji nekoliko crossfit klubova. Oni se nalaze u Podgorici, Nikšiću i Herceg Novom. Međutim, nijedan od pomenutih klubova ne posjeduje licencu, prije svega zbog neadekvatnosti prostora u kojima se oni održavaju.

2.3. Prostorno programski zahtjevi za crossfit centar

Prilikom definisanja projektnog zadatka uzeti su u obzir svi potrebni tehničko-tehnološki kao i prostorno-programski zahtjevi sa ciljem da se ispune i unaprijede tipologiju sportskog objekta za crossfit namjenu. Uzeti su u obzir svi spoljašnji ali i unutrašnji faktori. Spoljašnji faktori se odnose na lokaciju u širem i užem smislu dok su unutrašnji faktori usredsređeni na programske i tehničke uslove.

Nakon teme o značaju sporta u svijetu i neadekvatnih uslova za isti sport na prostorima Srbije i Crne Gore, sprovedeno je istraživanje koje ukazuje na to šta su osnovni parametri pri osnivanju jednog boksa. Oni se odnose na parametre programa, dimenzija, lokacije, okruženja, sadržaja, pristupnosti, funkcionalnosti i opremljenosti.

3. STUDIJA SLUČAJA

Prilikom analiziranih primjera crossfit centara (Reebok Fit Hub, Crossfit Baš Čelik, Crossfit Bali i Primal Grind Toronto) i Psycle centra došlo se do određenih zaključaka koji su uvaženi ili odbačeni tokom projektnog zadatka. Suštinski zaključak jeste da su crossfit centri lišeni arhitekturnog kvaliteta, da su uglavnom smješteni u prostore koji su prethodno izgubili svoju prvobitnu namjenu i da su oni samo adaptirani za namjenu najosnovnijim sredstvima.

Nasuprot tome, Psycle studio je jedan primjer sportskog objekta koji je sasvim drugačije tretiran od crossfit centara, on ima arhitektonski značaj u smislu materijalizacije, osvjetljenja ali i programa.

Program drugog i trećeg, prethodno navedenih primjera je njihov osnovni kvalitet. On se odnosi na implementaciju sadržaja koji potkrepljuju potrebe ljudi iz fines svijeta kojima je to svojevrsni životni stil. Time se opravdava ekonomičnost sadržaja i održivost kao i programski

kvalitet programa. Prostorna lokacija takođe može se smatrati programskim kvalitetom ali i ambijentalnim. Sumirani utisci su kvaliteti koji bi u jednom, prije nego u pet različitih crossfit centara dali poseban kvalitet.

4. PROJEKAT CROSSFIT BOX-A NA JAZ POLJU U BUDVI

Projekat crossfit boksa je predviđen za lokaciju Jaz polje u Budvi. Projektom se predviđa jedan objekat koji obuhvata prostor za treninge, propratni prostor kao i prostor za kafe, prodaju suplemenata i prodaju sportske opreme i odjeće.

Ideja jeste da se u jednom projektu ostvare sadržaji koje zanimaju mlade ljude, koji promovišu zdrav život i sport odnosno koji su sastavni dio popularnog lifestyle- u svijetu fitnesa.

Stvoren je novi prostor za socijalizaciju mladih ciljnih grupa, koji ne samo da provode sat vremena za sportske aktivnosti već stvaraju zajednicu koju njeguju u kojoj se druže, promovišu crossfit i zdrav život u prostoru koji ispunjava sve zahtjeve jedne teretane u 21. vijeku.

4.1. Lokacija

Crossfit lokacija Jaz polje je odabrana na osnovu funkcionalnih zahtjeva javnog objekta kao i zahtjeva samog sporta. Crossfit kao sport obuhvata discipline kao što su plivanje, trčanje i slično. Blizina plaže omogućila je upražnjavanje ovih sportskih aktivnosti tokom kasnih proljećnih, ljetnjih i ranih jesenjih dana .

Plivanje u moru je jedna od značajnih disciplina za takmičare crossfit-a. Takođe, trčanje po pijesku je otežan vid trčanja koji bi svaki krosfiter trebao da savlada. Osim treniranje u prirodi, korištenje same prirode i njene otežane uslove pospješuje spremnost sportiste za izazove. Takođe je važno napomenuti uticaj prirode i čistog vazduha kao i sam ambijent, kao i udaljenost od grada kao značajne faktore za odabir lokacije.

“Kriterijum valorizacije sa socijološkog aspekta – postojanje slobodnih površina radi ostvarivanje kontakta među ljudima, je ostvaren u ovom projektu u odabirom okoline“ [4].

Sa druge strane ova lokacija je dostupna gradskim prevozom i udaljena je 10 minuta od centra grada. Udaljena je od gužve i gradskih buke. Okolni prostor se koristi kao javni parking godinama unazad, I on bi u budućnosti mogao i da služi potrebama crossfit članova. Na ovoj lokaciji, korist je obostrana. Iako u ljetnjim danima lokacija bude posjećena od velikog broja ljudi tokom ostalog dijela godine crossfit bi oživljavao polje Jaz.

4.2. Način funkcionisanja unutar objekta

Unutar objekta postoje tri glavna sadržaja, crossfit sala, kafe i prodavnica sportske opreme i suplemenata. Osim ovih funkcija postoje i opslužujuće namjene koje se odnose na svlačionice crossfit kluba, sanitarni čvor, prostor za održavanje i ulazna zona. U smislu namjena, važno je napomenuti značaj mješovite namjene ne samo na nivou individualaca već i u smislu riječi d.i.a. Marine Carević, “Koncept miješanja gradskih funkcija (mixed-

use), u savremenom smislu , razmatra se od 60-ih godina dvadesetog vijeka.

Danas je ovaj koncept dio šire strategije održivog razvoja, a svoju primjenu može da pronađe u svim domenima ove ideje – ekonomskom, ekološkom i društvenom“ [5],

4.3. Konstrukcija i konstruktivni elementi

Konstruktivni sistem ovog objekta uslovljen je potrebama i zahtjevima samog sporta. Pod potrebama sporta podrazumijeva se veliki prostor sa velikim rasponima. Ovakva konstrukcija omogućena je jedino sa stubovima i rešetkastim nosačima. Takođe ovakav konstruktivni sistem je omogućio i veliki prozor zavjesu sa južne strane objekta. Sistem gradnje je skeletni, sa centralnim dijelom na nosačima velikih dimenzija na koji se oslanjaju pomoćni djelovi objekta. Ispuna zidova je od opeke sa različitom završnom obradom u zavisnosti od mjesta gdje se nalaze.

4.4. Materijalizacija objekta

Ideja projekta jeste da se modernim tehnologijama i materijalima napravi poseban ambijent objekta koji bi odskočio od postojećih skloništa u kojima se održavaju crossfit treninzi.

Materijalizacija kao i raspodjela i odnos funkcija su osnovni idnetitet ovog projekta i uglavnom su proistekli iz funkcije objekta sa osnovnom idejom povezivanja koja se prema Peter Zumthor-u odnosi na: „Kompatibilnost materijala... i mi bismo gledali i vidjeli kako te stvari djeluju zajedno. I svi mi znamo da bi postojala neka reakcija.

Materijali reaguju jedni sa drugima i imaju svoje zračenje, tako da kompozicija materijala stvara nešto jedinstveno - u zavisnosti od toga šta želimo da postignemo“ [6].

Materijalizacija fasade objekta se sastoji iz dva načina obrade. Stakleni dio fasade kao i dio fasade od drvenih panela.

Na južnoj fasadi materijalizacija je staklena zid zavjesa čime se omogućava komunikacija unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora, osmatranje unutrašnjosti i približavanje prirode unutrašnjosti.

Osnovna ideja, pri materijalizaciji fasade jeste transparentnost osnovne funkcije objekta ali i realizovanje ideje da fasada govori sama svoju funkciju.

Sama fasada je osmišljena kao box odnosno kutija po kojoj prostori za krosfit nose ime. Ova kutija je standardnih dimenzija, odnosno odnosa stranica, čijoj slicnosti se težilo pri projektovanju. Takođe, materijalizacija fasade direktno oponaša kutiju koja je drvena. Time se na fasadi nalaze drveni paneli koji imaju nevidljiv odnosno slabo vidljiv spoj kako bi stvarali utisak drvene kutije za crossfit – crossfit box.

Na kraju – ne postoji posebno pravilo kako crossfit treba da izgleda, ali vrlo je važno uzeti u obzir da „fasada može da se smatra vizitkartom zgrade, budući da se ona prepoznaje i pamti baš po toj slici“ [7]. Fasada bi mogla da govori šta ta zgrada predstavlja, da liši prolaznika svake nedoumice.

5. ZAKLJUČAK:

Tema projektnog zadatka bila je studija namjenski projektovanog centra za crossfit na Jaz polju u Budvi. Grad Budva je pokazao potebu za sportskim objektom ove vrste, ne samo kao grad već i na nivou države. Prethodnim analizama pokazano je da ovaj objekat iziskuje osnovnu funkcionalnost upotrebne sale ali i dodatne namjene uvećavaju njegov značaj.

Analizom crossfit-a kao tipologije i kao stila života dođeno je do zaključka da bi ovaj crossfit centar imao veliki značaj i ulogu u pomenutim sferama ako bi obuhvatao domene sportske opreme, ishrane i suplemenata čime su postavljene osnove za dalje projektovanje. Analize su obuhvatile prije svega analizu tehničko-tehnoloških potreba crossfit-a kao i prostorno-programskih iz kojih je proistekao sadržaj kao i dimenzije objekta. Poslednja faza projekta odnosila se na odabir konstrukcije kao i materijalizaciju objekta koja je odabrana na osnovu posebnih kriterijuma.

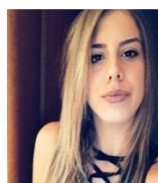
Rad je rezultirao zaključkom da bi jedan ovakav projekat donio benefit stanovništvu i sredini i pokazao se kao povoljan za promovisanje zdravog života kod mladih, kao doprinos na navedenih 100% u anketi čiji su ispitanici tvrdili da bi unapređenjem sportske infrastrukture bio unaprijeđen sportski život u Srbiji i Crnoj Gori.

Takođe, ovime bi se ispunio cilj popularizacije relativno mladog sporta ali i doprinjelo procesu modernizacije u arhitekturi.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.mightyfighter.com/top-30-greatest-fitness-quotes/>
- [2] <https://www.inc.com/magazine/201307/burt-helm/crossfit-empire.html>
- [3] <http://www.mos.gov.rs/>
- [4] Ljiljana Vukajlov, „Uvod u urbanizam“ – valorizacija elemenata naselja. (Novi Sad, 2014)
- [5] Carević, M. (2014). Koncept mješovitih namjena i njegov značaj za održivi razvoj gradova. In Optimizacija arhitektonskog i urbanističkog planiranja i projektovanja u funkciji održivog razvoja *Srbije*. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, departman za arhitekturu i urbanizam.
- [6] Peter Zumthor. Atmospheres
- [7] Marko Busalji. Vrhunski dometi arhitekture.

Kratka biografija:



Jelena Lončević je rođena u Beranama 1993. godine. Srednju školu je završila u Budvi, smjer – gimnazija 2012. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti odbranila je 2012. godine.

**STRATEGIJA RAZVOJA NAUTIČKOG TURIZMA I AMBIJENTALNIH CJELINA
PARKA PRIRODE TIKVARA****STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF NAUTICAL TOURISM AND AMBIENT
CYELLAS OF THE NATURE PARK OF TIKVARA**

Ksenija Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast –ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Predmet ovog istraživanja jeste poboljšanje i uređenje dijela obale koji pripada opštini Bačka Palanka. Cilj je da se kroz analiziranje postojećeg stanja opštine i kroz analizu "Generalnog projekta uređenja Sportsko rekreativnog centra Tikvara i Priobalja u Bačkoj Palanci" predloži rešenje Parka prirode Tikvara, čime će se stvoriti atraktivno mjesto u kom turisti mogu da osjete harmoniju mjesta i uživaju u ambijentu i pejzažu. Istraživanja u radu su sprovedena u okviru projekta „DANUrB DANube Urban Brand“-a, koji podrazumeva stvaranje sveobuhvatne mreže uključujući sve zemlje i gradove koji izlaze na Dunav.

Abstract – The subject of this research is the improvement and arrangement of a part of the coast belonging to the municipality of Backa Palanka. The aim is to propose solutions of the Tikvara Nature Park, through the analysis of the current state of the municipality and through the analysis of the "General plan of the Sport and Recreation Center Tikvara and coastal area in Backa Palanka", which will create an attractive place in which tourists can feel the harmony of the place and enjoy the ambience and landscape. Research in the work was carried out within the project "DANUrB DANube Urban Brand" which implies the creation of a comprehensive network including all countries and cities that come to the Danube.

Ključne reči: brend grad, nautički turizam, ambijentalne cjeline, transponovanje forme, gradski pejzaž

1. UVOD

Predmet ovog istraživanja i učešća u „DANUrB“ projektu je Strategija razvoja nautičkog turizma i ambijentalnih cjelina Parka prirode Tikvara. Turizam je privredna grana koja valorizuje vrijednosti koje je priroda podarila. Samim tim ima privilegiju da se razvija u okvirima parkova prirode i zaštićenih prirodnih dobara kao što je Park prirode Tikvara.

Turistima bi trebale biti dostupne sve turističke atrakcije, izuzev u strogo zabranjenim zonama jer se radi o zaštićenom prirodnom dobru.

Cilj rada je istražiti postojeće stanje i stvoriti rešenje koje će aktivirati potencijal mjesta opštine Bačka Palanka, posebno dijela koji izlazi na Dunav a to je Park prirode Tikvara.

2. ISTORIJA BAČKE PALANKE

Poglavlje o istoriji Bačke Planke je podijeljen na dva dijela. Jedan koji se odnosi na istoriju Bačke Palanke koja je uticala na formiranje trenutnih urbanih slika grada i drugi – period kada se počinje aktivirati turizam. Analizom istorije Bačke Palanke i razvojem opštine tokom proteklih godina došli smo do zaključka iz kog razloga naselje izgleda tako danas i tako dobili smjernice na koji način se naselja trebaju dalje razvijati.

3. POSTOJEĆE STANJE

Iz analize postojećeg stanja uočavamo značaj prostora opštine Bačka Palanka, naselja Bačka Palanka i Parka prirode Tikvara. Ono što snažno utiče na utisak o ovom prostoru jesu objekti koji datiraju iz istorijskog i stilski veoma važnog vremenskog perioda koji se i danas primjećuje kada se osvrnemo na te objekte. Vrijednost mjesta predstavljaju autentični objekti u gradskom ambijentu koji su jedinstveni po svojoj funkcionalnoj organizaciji, oblikovanju i mjestu na kom se nalaze. Možda i najveća vrijednost mjesta jeste položaj uz rijeku Dunav.

Veoma važna je i saobraćajna povezanost sa okolnim naseljima i gradovima. Snagu grada čine i festivali koji se godinama unazad organizuju. Iz analize postojećeg stanja možemo zaključiti da se radi o prostoru punom istorije i duha sa različitim ambijentalnim cjelinama i sadržajima koji su nažalost malo njegovani, stoga neki prostori zahtevaju revitalizaciju zbog slabe posvećenosti mladima, broj stanovnika Bačke Palanke opada.

Primjetan je nedostatak zdravstvenih, socijalnih i kulturnih institucija u naseljima. Neuređen je prostor uz Dunav a važi kao mjesto sa najvećim potencijalom za turizam. Prisutna je slaba organizacija vodenog saobraćaja.

Slabost mjesta je takođe obilježena manjkom rekreativnih i sportskih površina. Zapušteno je zelenilo i organska arhitektura iako prostor ima dobre predispozicije za takvu vrstu arhitekture. Nedostatak visokoškolskih ustanova je uzrok migracije mladog stanovništva. Nedovoljan je broj interventnih službi. Nedovoljna je i povezanost zdravstvenih institucija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Reba, vanr. prof.

Glavna prijetnja grada jesu elementarne nepogode. Nisu dovoljno očuvana prirodna i kulturna nasleđa. Gradski pejzaž je u većim djelovima grada slabo očuvan i njegovan. Treba potencirati razvoj nautičkog turizma i različitih ambijentalnih cjelina koje će privući lokalno stanovništvo opštine Bačka Palanka i posjetioce mjesta. Izgradnjom marine bi se riješio dio problema sa vodenim saobraćajem.

Izgradnja sadržaja na obali bi znatno povećala broj posjetilaca opštine Bačka Palanka. Uvođenje različitih sadržaja na Dunavu i ambijentalnih cjelina bi uticali na poboljšanje mjesta. Transponovane forme novijim prirodnim materijalima objekata bi upotpunili sliku grada i vratili duh mjesta.

Za razliku od trenutne situacije potrebno je prostor usmjeravati na taj način da slika mjesta bude poboljšana i u vizuelnom i u funkcionalnom smislu. Sve pozitivne vrijednosti mjesta treba zadržati i ako je moguće unaprijediti ih u pravom smislu dok negativne treba eliminisati.

Tek kad spojimo pozitivne karakteristike mjesta i uklonimo negativne, moći ćemo iskoristiti potencijal mjesta i uživati u pravim vrijednostima koje mjesto nudi.

4. TEORIJSKA OSNOVA

4.1 Nautički turizam

Objektima nautičkog turizma smatraju se prihvatni objekat nautičkog turizma i plovni objekat nautičkog turizma, gdje se pod prihvatnim objektom nautičkog turizma podrazumijeva objekat instaliran na obali i vodi, koji služi za snabdijevanje, prihvata, čuvanje, održavanje i popravku plovni objekata, koji se koriste u turističke svrhe, kao i pružanje usluga nautičarima dok se plovnim objektom nautičkog turizma smatra objekat sa tehničko-tehnološkim karakteristikama predviđenim za nautičko-turističke aktivnosti.

Stoga, to su dvije različite grupe i vrste objekata nautičkog turizma. prihvatni objekti nautičkog turizma se mogu svrstati na: nautička sidrišta, privezišta, marine, turistička pristaništa, nautičko-turističke centre. Pored prihvatnih objekata postoje i plovni objekti nautičkog turizma koji se kao i prihvatni objekti dijele u zavisnosti od veličine, vrste i usluge i „nose“ odgovarajuću tehničko-tehnološku i organizaciono-kadrovsku strukturu. Plovni objekti nautičkog turizma su: rekreativni plovni objekti, izletnički plovni objekti, turističke jahte, plovni objekti za turistička krstarenja.

Park prirode „Tikvara“ ima sve mogućnosti da postane pravi nautičko – turistički centar. S tim u vezi, pored prirode i zaštićenog prirodnog dobra, park ima odličnu podlogu za obezbjeđenje svih sredstva neophodnih za razvoj nautičkog turizma.

To podrazumijeva duži boravak na objektima nautičkog turizma i kretanja kroz park koja prosječno traju duže od uobičajenih turističkih kretanja. Samim tim stvorile bi se nove ambijentalne cjeline, koje bi definitivno privukle kako turiste tako i građane opštine Bačka Palanka.

Park bi pružio različite turističke, a prije svega ugostiteljske usluge, što je zapravo suština pojma turizma, koji predstavlja skup odnosa i pojava koji proističu iz

kretanja i potrošnje izvan mjesta stalnog boravka i zadovoljavanje kulturnih i rekreativnih potreba.

4.2 Ambijentalne cjeline, organska arhitektura, transponovanje forme

Kada su ambijentalne cjeline u pitanju važno je stvoriti prijatno mjesto u svakom pogledu.

„Zajednička je karakteristika svih aktivnosti po izboru – rekreativnih i društvenih, da se dešavaju jedino kada su spoljni uticaji za zastajanje i kretanje dobri, kada se fizički, psihološki i društveno nudi maksimalan broj prednosti, uz minimum nedostataka, i kada je u svakom pogledu prijatno biti u nekom ambijentu.

Prijatnost nekog mjesta djelimično zavisi od zaštićenosti od opasnosti i fizičkih ozleda, prvenstveno od bezbjednosti vezane za strah od kriminala i motornog saobraćaja“ [1].

Forma i organska arhitektura zauzimaju veoma značajno mjesto u procesu oblikovanja i stvaranja ambijenta. Transponovanje forme korišćenjem prirodnih materijala je rezultat prirode, istorije mjesta, karakterističnih formi za područje kojim se bavimo. Karakteristika mjesta je veoma važna za rezultat transponovanja stare kuće u novu.

Cilj je stvoriti harmonične, izbalansirane elemente koji predstavljaju savremeni rezultat tradicionalne kuće mjesta. Pored toga upravo jer je karakterističnost mjesta pejzaž i ambijent, organska arhitektura uz transponovanje forme prirodnim materijalima će stvoriti prirodnu ambijentalnu cjelinu područja.

5. STUDIJE SLUČAJA

Shodno temi i ključnim riječima u radu kao što su „organska arhitektura“, „nautički turizam“ „transponovanje forme“ i „ambijentalne cjeline“, izabrani su primjeri koji služe kao inspiracija i čijim se rešenjem i analizom može na sličan način tretirati prostor o kom je riječ.

Prema primjerima, dizajn pejzaža je elegantan i moderan, koriste se elementi koji povezuju sve funkcije u prostoru stvarajući jednu pravu ambijentalnu cjelinu. Samim tim se povećava živopisna atmosfera gradskog prostora i ambijentalna cjelina može postati žarište pejzaža grada. Tome još više doprinosi položaj Parka prirode Tikvara koji je tik uz rijeku.

Među primjerima su navedeni sledeći projekti: Planirano rešenje Parka prirode Tivara, Opština Bačka Palanka, Publikacija „Savremeni izraz tradicionalnih kuća u Crnoj Gori“; Red ribbon park/Turenscape; East river Blueway plan/City's plan for flood barrier along east river. Prvi primjer je "Generalni projekat uređenja Sportsko – rekreativnog centra Tikvara i Priobalja u Bačkoj Palanci", koji potpisuju Hidrozavod DTD i Projektni biro DBA, možda i najznačajniji primjer jer se direktno tiče i nadovezuje na temu master rada.

Novoprojektovano rešenje prati namjenu površina koja je označena u planu, međutim raspored, položaj i spratnost objekata nisu ispraćeni kao u postojećem planu opštine Bačka Palanka jer je cilj unaprijediti organsku arhitekturu i stvoriti sliku kao da su objekti srasli sa prirodom i prirodnim ambijentom.

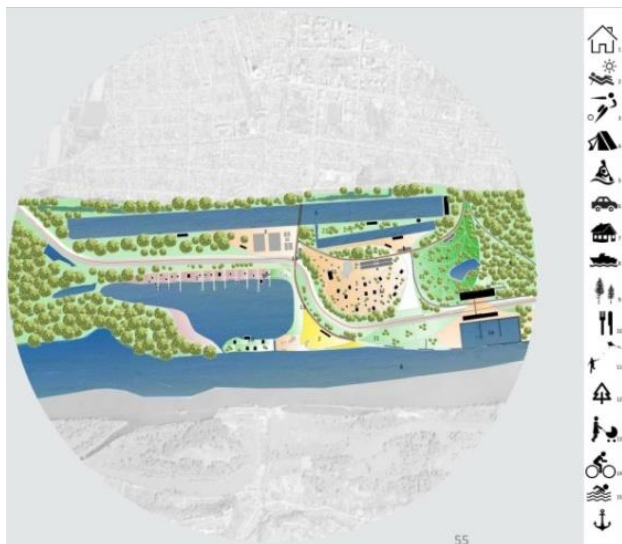
6. STRATEGIJA AKTIVIRANJA POTENCIJALA MJESTA PARKA PRIRODE „TIKVARA“

Cilj strategije aktiviranja potencijala mjesta je dati nekoliko mogućnosti rešenja ovog izuzetno kvalitetnog prostora, zadržati sadržaj površina koje tretirani prostor treba posjedovati po „Generalnom projektu uređenja Sportsko rekreativnog centra Tikvara i Priobalja u Bačkoj Palanci“ sa različitim položajem i brojem objekata, različitim formama prostora i objekata.

Akcent je na organsku arhitekturu i gradski pejzaž uz transponovanje stare „sremske“ i „vojvođanske“ kuće. Osim ovih razlika sa Generalnim projektom, predlog urbanističkog rešenja doživjeće još par promjena sve u cilju da se problem obale riješi i time se omogući cjelovito sagledavanje stanja kompletnog priobalja i prostora u zaleđu sa svim sadržajima.

Predlog rešenja potencira sledeće izmjene u prostoru: izmjena saobraćajnih površina, uvođenje veslačke staze sa pratećim sadržajima, uvođenje prostora za smještaj, transponovanje stare forme u moderni izraz - sojenice, eko-kamp prostor, stvaranje ambijentalnih cjelina uz striktno i pažljivo rješavanje i gradnju isključivo prirodnim i ekološkim materijalima, izgradnja marine sa pratećim sadržajem, očuvanje zelenila i zaštićenog prirodnog dobra Parka prirode Tikvara, tretiranje jezera Tikvara i urbanog mobilijara, obnova sportskih terena, revitalizacija starih objekata i prilagođavanje novih u trenutni pejzaž.

Bačka Palanka i Park Tikvara u njoj definitivno na osnovu prethodne analize imaju potencijal da postanu centar razvoja veslačkih prostora, samim tim ova studija predviđa uključivanje i veslačke staze dužine 2.000 metara, kao što je napomenuto u „Generalnom projektu uređenja Sportsko-rekreativnog centra Tikvara i Priobalja u Bačkoj Palanci“.



Slika 1. Konceptualni plan novoprojektovanog rešenja Parka prirode Tikvara

Oko veslačke staze se formira pješačka staza čitavom dužinom i prostor koji u okviru sebe ima parking i prateće sadržaje kao što su tribine, objekti namijenjeni prostoru, prostor za portira i kontrolu, urbani mobilijar.

Veći broj objekata je montažno – demontažnog tipa. Strategija obuhvata elemente kao što su planiranje saobraćaja, arhitektonsko projektovanje, ekonomiju razvoja, pejzažno uređenje, slika 1.

Svakako se strategijom pokušava uticati na rehabilitaciju, tj. upotrebu metode da bi ovaj dio Bačke Palanke oživio. Teži se procesu stvaranja nove vizije prostora Parka Prirode Tikvara, slika 2.

Pored koncepta predloženim rešenjem su predstavljene sledeće analize: analiza saobraćaja, namjena površina, uvođenje novih objekata i sadržaja (smještajni kapaciteti, ortogonalna matrica, prostor za sportske terene, marina), ambijentalne cjeline, materijali.



Slika 2. Trodimenzionalni prikaz novoprojektovanog rešenja Parka prirode Tikvara

7. ZAKLJUČAK

Strategija razvoja nautičkog turizma i ambijentalnih cjelina Parka prirode Tikvara teži unapređenju života građana opštine Bačka Palanka i posjetilaca. Nema mnogo lokalnih samouprava u Srbiji koji se poput Bačke Palanke mogu pohvaliti sa toliko prirodnih ljepota, zelenila i zaštićenih prirodnih dobara na jednom mjestu. Iako su nažalost rijetkost u Vojvodini šume u Bačkoj Palanci su uobičajene, očaravajuće, međutim trenutno su slabo turistički posjećene.

Stoga, ovom strategijom se teži aktiviranju nautičkog turizma i ambijentalnih cjelina na teritoriji sa izuzetnim potencijalom i kvalitetom.

Strategijom se zadržava sadržaj površina koje tretirani prostor treba posjedovati po „Generalnom projektu uređenja Sportsko rekreativnog centra Tikvara i Priobalja u Bačkoj Palanci“, međutim sadržaj, raspored i visina objekata su drugačije raspoređeni.

Dok se kod Generalnog plana u nekim segmentima ne osjeća unošenje organske arhitekture u ovaj vid turizma, ovom strategijom se sve više okrećemo organskom, svjetlom, održivom i ambijentalnom arhitekturom.

S obzirom da je najveće naselje u opštini Bačka Palanka i da njoj pripada atraktivno mjesto Park prirode Tikvara koje izlazi na Dunav i okruženo je velikim zelenim šumama, definitivno se u novoprojektvanom stanju više posvetila pažnja aktiviranju tih površina s tim da one

nakon revitalizacije postaju jedan vid nove slike i izraza naselja Bačka Palanka, a samim tim i posebno mjesto za odmor i rekreaciju od svakodnevnog života. Prostor je organizovan tako da dobije nov izgled, nov svijet, i to sve u cilju stvaranja i organizovanja svih sadržaja posvećenih nautičkom turizmu koji su „rasuti“ u jedan slikoviti gradski pejzaž.

Uvođenjem marine, uvodi se veoma važan potez razvoja nautičkog turizma a samim tim i prateći objekti koje svaki prostor nautičkog turizma treba posjedovati. Dakle, strategijom se predviđaju smještajni kapaciteti (sojenice, turističko naselje, eko kamp, smještaj za nautičare), zadržavanje i revitalizacija postojećih objekata, veslačka staza, marina sa pratećim sadržajima i objektima, otvoreni tereni i objekat koji je u službi njih, plaža kao i ostali ugostiteljski objekti koji su u službi plaže i jezera.

8. LITERATURA

[1] Jan Gel, 2010. *“Život među zgradama – korišćenje javnog prostora”*, Beograd, Srbija: Urbanistički zavod, p.171.

Kratka biografija



Ksenija Radović je rođena 05.05.1992. godine u Nikšiću. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura -Savremene teorije i tehnologije u arhitekturi odbranila je 2017. godine.



Darko Reba rođen je u Novom Sadu 1968. god Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005 god., a od 2007.godine predaje predmete koji se bave urbanističkim projektovanjem na osnovnim master i doktorskim studijama Fakulteta tehničkih nauka.

**ISTRAŽIVANJE STAVOVA, MIŠLJENJA I ZAHTEVA POTENCIJALNIH KORISNIKA
ŽIČARE U BEOGRADU****THE RESEARCH ON THE POTENTIAL AERIAL TRAMWAY USERS' ATTITUDES,
OPINIONS AND REQUIREMENTS - BELGRADE, SERBIA**

Milica Gukić, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Brz porast gradskog stanovništva, urbanizacija, različiti nivoi potražnje gradskog stanovništva, prirodna ograničenja i barijere podstiču razvoj različitih načina javnog prevoza. Želja za pomeranjem granica, prevazilaženjem geografskih i topografskih barijera, kao što su planine, doline, rečna korita, koje ne mogu efikasno služiti konvencionalnim načinima transporta, doveli su do uvođenja Aerial Ropeway Transit (ART). ART je definisana kao tehnologija transporta koja pomera ljude u motornim vozilima bez motora, koja se kreću preko čeličnog kabla. Zapravo, predstavlja vrstu vazdušnog transporta u kabinama, koje se kreću pomoću čeličnih kablova. Preteča ART sistema su vazdušni liftovi koji su decenijama ranije korišćeni u Alpskim skijalištima za prevoz skijaša i turista u kabinama sa kablovima. Iako su tehnički, tehnološki i ekonomski aspekti uvođenja ART-a dobro dokumentovani, učinjen je veoma mali napor u definisanju optimalnog tržišta za ovaj transportni režim.

Abstract – Fast growth of population in cities, urbanization, various levels of urban population's demand, natural obstacles and barriers incite the development of various levels of public transportation. The desire to move borders, overcome geographical and topographic barriers, such as mountains, valleys, riverbeds, which cannot be conquered efficiently by conventional means of transport, resulted in the introduction of Aerial Ropeway Transit (ART). ART is defined as a transport technology which enables motion of people in motor vehicles without engine that are pulled by steel cable. Actually, it represents a type of aerial transportation mode in cabins that are pulled by steel cables. ART system has its origins in aerial lifts that have been used for decades in Alpine ski resorts to transport skiers and tourists in cable-suspended cabins. Although technical, technological and economic aspects of introduction of ART are well documented, a little effort has been made to define an optimal market for this transport regime. The use of aerial transportation in the urban environment was once considered an unlikely possibility, while nowadays it attracts more and more attention worldwide.

Ključne reči: Urbanizacija, razvoj različitih načina javnog prevoza, ART, vazdušni transport u kabinama

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Milena Krklješ, vanr. prof.

1. UVOD

Kao posledica sve većeg porasta urbane populacije javlja se razvoj koncepta gradova sa visokim kvalitetom života kao imperativom. Fleksibilnost, dinamičnost i adaptibilnost osnovne su karakteristike savremenog urbanog prostora koji se u vremenu i prostoru konstantno razvija i prilagođava intezivnim potrebama i zahtevima savremenog društva. Još od drevnog antičkog grada Mileta (Antički grad Miletus u Maloj Aziji spominje se oko 450 godina p.n.e) koji se često spominje kao jedan od prvih gradova koji su sistemski planirani, pa sve do danas, interakcija razvoja gradova i njegovih transportnih sistema, stvorila je neraskidivu međusobnu povezanost njihovih funkcija koje su zahtevale sistemski pristup u posmatranju i izučavanju. Zbog jake međusobne zavisnosti između transporta i gradova, jedan od osnovnih ciljeva gradskih transportnih sistema treba da se bude usmeren ka prilagođavanju ovih sistema u odnosu na funkcije savremenog grada. Neefikasan gradski transportni sistem ima za posledicu degradizaciju urbanizovanih područja, naročito tokom perioda rasta populacije i prostorne ekspanzije.

1.1. Predmet istraživanja

Multimodalni gradski transportni sistem predstavlja više vidovnih podsistema koji funkcionišu u jednom urbanom području sa ciljem zadovoljenja potreba svih stanovnika grada. Vidovi mogu, ali ne moraju biti međusobno integrisani. Izbalansirani gradski transportni sistem je integrisani transportni sistem koji je projektovan i funkcioniše tako da svaki od podsistema u sinergiji sa ostalim daje doprinos maksimalnoj efikasnosti i kvalitetu celine sistema. Drugim rečima, različiti vidovni podsistemi su koordinirani tako da korisnici lako mogu obavljati putovanja kombinujući više vidova, ali pri tom svaki vid obavlja ulogu koja mu fizički i operativno najviše odgovara.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je definisanje stavova, mišljenja i zahteva korisnika prema podsistemu žičara. U prvom delu rada izvršena je analiza tržišta transportnih usluga i izdvojene su ključne interesne grupe sistema. Zatim je definisana metodologija istraživanja za svaku od karakterističnih grupa korisnika: stanovnici grada, korisnici sistema javnog masovnog transporta putnika, domaći i strani turisti. Istraživanje je sprovedeno u transportnom sistemu grada Beograda, a rezultati su dati u ovom radu. Na osnovu dobijenih rezultata definisani su osnovi koridori

za razvoj podsistema žičara na teritoriji grada. Na kraju su data zaključna razmatranja i pravci daljih istraživanja. Rad treba da bude napisan u dve kolone jednake širine, sa razmakom od 0,5 cm i jednake dužine na kraju.

2. OKVIR I METODE ISTRAŽIVANJA

Tržište transportnih usluga po svojoj prirodi, je veoma složeno, i na njemu učestvuje više zainteresovanih strana sa čitavim spektrom heterogenih potreba, želja, motiva, zajedno sa njihovim interesima (ciljevima, zahtevima i ograničenjima) sa različitim očekivanjima, percepcijom i prirodom ponašanja.

Veoma je teško zadovoljiti čitav spektar želja svih učesnika na tržištu, pa je sam proces segmentacije tržišta veoma složena aktivnost. Proces segmentacije tržišta treba sprovesti kroz tri osnovne faze:

1. Prva faza obuhvata analizu koja podrazumeva razumevanje tržišta i ideja kako da se tržište najbolje iskoristi, kao i stvaranje osnovne segmentne strukture tržišta. U ovoj fazi je veoma važno sagledati pored sopstvenih usluga (usluge koje pruža podsistem žičara) i konkurentne usluge koje nude drugi vidovi gradskog transporta putnika (sistem javnog gradskog transporta putnika, pešačenje, bicikl, putnički automobil, i sl).
2. Druga faza obuhvata analizu koja uključuje istraživanje i razumevanje ponašanja korisnika. Ova faza praktično obuhvata bihevijoralnu analizu korisnika, sa preciznim podacima o svrhama putovanja koje u kasnijoj fazi služe za definisanje svojstava kvaliteta usluge.
3. Treća faza predstavlja definisanje karakterističnih grupa korisnika (strukture korisnika) i istraživanje njihovih karakteristika u posmatranom periodu vremena koje predstavljaju osnov za dalje projektovanje, proizvodnju i prodaju transportne usluge. U ovoj fazi se vrši definisanje karakterističnih socio-ekonomskih grupa korisnika i karakteristika njihovog ponašanja koje predstavljaju, samo po sebi ciljno tržište sa kojim će sistem u budućnosti imati poslovne odnose pojedinačno, ali i ukupno posmatrajući.

3. DEFINISANJE INTERESNIH GRUPA U POSISTEMU ŽIČARA

Zahtevi i ciljevi prema podsistemu žičara mogu se formulisati na osnovu zahteva i ciljeva četiri interesne grupe (ključna aktera):

- **Korisnici**, ispostavljaju zahteve vezane za obim i kvalitet transportne usluge. Ova interesna grupa predstavlja osnovni razlog postojanja podsistema žičara.
- **Organizatori prevoza-operateri**, ispostavljaju zahteve vezane za obezbeđenje uslova u kojima mogu efikasno i efektivno poslovati kao pravni subjekti.
- **Organi lokalne uprave (vlasti)**, formulišu zahteve svih grupa stanovnika, odnosno zahteve koji moraju da uzmu u obzir prezentaciju svih socijalnih segmenata.
- **Industrija**, ispostavljaju zahteve kojima mogu efikasno i efektivno poslovati kao pravni subjekti.

Istraživanje stavova, mišljenja i karakteristika prve grupe, a to su **korisnici podsistema žičara**, koji se prema svojim karakteristikama mogu podeliti u četiri podgrupe:

- **građani** – stanovnici grada koji bez obzira na način putovanja, uključujući i pešačenje, posećuju lokacije sa velikim stepenom atrakcije za izgradnju potencijalne žičare;
- **korisnici sistema javnog transporta putnika** – specifična kategorija stanovnika grada koja je najviše zastupljena u transportnom sistemu grada u domenu transporta putnika, čije potrebe i zahteve treba posebno razmatrati i respektovati, s obzirom na to da su oni najbolji poznavoci sistema javnog transporta putnika, čiji će žičara biti sastavni deo kao komplementaran podsistem;
- **domaći turisti** – relativno masovna kategorija potencijalnih korisnika, koje sadržaji Beograda svakodnevno privlače;
- **strani turisti** – posebno interesantna kategorija potencijalnih korisnika, koji u turističkoj ponudi grada treba da imaju znatno značajnije mesto, čemu sigurno ide u prilog planiranje uvođenja sistema žičara u transportni sistem grada.

4. METODOLOŠKI POSTUPAK ISTRAŽIVANJA

Metodologijom su definisane tri grupe aktivnosti, odnosno tri faze istraživanja:

- definisanje predmeta, ciljeva, zadataka i obuhvata istraživanja;
- planiranje, organizacija i izvođenje istraživanja u realnom sistemu;
- obrada, analiza, i prezentacija dobijenih podataka.

Rezultati istraživanja podeljeni su u četiri celine. Za svaku od grupa korisnika prikazane su njihove karakteristike, stavovi, mišljenja i zahtevi prema podsistemu žičara u Beogradu.

4.1. Analiza rezultata dobijenih anketiranjem građana

Najbrojniju populaciju ispitanika predstavljaju građani – stanovnici grada Beograda. Ova grupacija reprezentuje najšire kategorije potencijalnih korisnika žičara i drugih sistema koji bi predstavljali dopunu postojećem sistemu javnog masovnog transporta putnika u gradu, posebno sa aspekta povezivanja atraktivnih turističkih lokacija grada. Ovom anketom obuhvaćeni su i oni stanovnici koji ne koriste usluge postojećeg sistema javnog masovnog transporta putnika, zatim mnogobrojni vlasnici i korisnici individualnih vozila i naravno, pešaci i biciklisti.

Građani su pokazali izuzetno visoku spremnost za korišćenje podsistema žičara, čak 90% njih bi koristilo ovaj podsistem. Polovina njih kao razlog navodi kraće vreme i dužinu putovanja, dok ostali navode subjektivni (jedinstveni) doživljaj vožnje žičarom. Može se reći da je prosečan potencijalni korisnik žičara zaposlen, starosti između 19 i 40 godina i korisnik je sistema javnog masovnog transporta putnika.

4.2. Analiza rezultata dobijenih anketiranjem korisnika sistema javnog transporta putnika

Podsistem žičara predstavljala dopunu postojećem sistemu javnog masovnog transporta putnika. Iz tog razloga u ovom istraživanju posebna pažnja je data stavovima i mišljenjima korisnika postojećeg sistema javnog masovnog transporta putnika.

Rezultati su pokazali da bi visok procenat korisnika sistema javnog masovnog transporta putnika koristio bi podsistem žičara (85%).

Kao razlog njih 60% navodi kraće vreme i dužinu putovanja, a ostali navode subjektivni (jedinstveni) doživljaj vožnje žičarom.

Može se reći da je prosečan potencijalni korisnik žičara zaposlen, starosti između 18 i 45 godina. Najčešća svrha putovanja žičarom bila bi rekreacija i zabava (35%), ali čak 30% ispitanika koristili bi podsistem žičara iz za odlazak na posao.

4.3. Analiza rezultata dobijenih anketiranjem domaćih turista

U cilju utvrđivanja reprezentativnog uzorka domaćih turista sprovedena su istraživanja njihovog broja i broja noćenja koje oni ostvare u Beogradu za period od prethodnih pet godina.

Najveći broj njih posećuje Beograd tokom leta (jul i avgust), odnosno u periodu i kada je sprovedeno istraživanje.

Više od polovine domaćih turista čine osobe starosti između 19 i 30 godina, odnosno njih 55%. Najveći broj njih su studenti i zaposleni, koji dolaze u Beograd poslovno i u svrhu obavljanja privatnog posla. Najveći broj domaćih turista ostaje u Beogradu jedan dan, što znači da većina domaćih turista koji posećuje Beograd jesu ustvari dnevni migranti.

Domaći turisti su pokazali izuzetno visoku spremnost za korišćenje ovog podsistema, čak 90% njih. Od tog broja, 60%, bi koristio žičaru zbog jedinstvenog doživljaja koji pruža vožnja žičarom, dok 30% bi koristilo žičaru zbog kraće veze sa drugim delovima grada.

4.4. Analiza rezultata dobijenih anketiranjem stranih turista

Cilj ankete stranih turista bio je utvrđivanje stavova i mišljenja te grupe korisnika o mogućnosti uvođenja žičara i sličnih sistema transporta putnika u Beogradu.

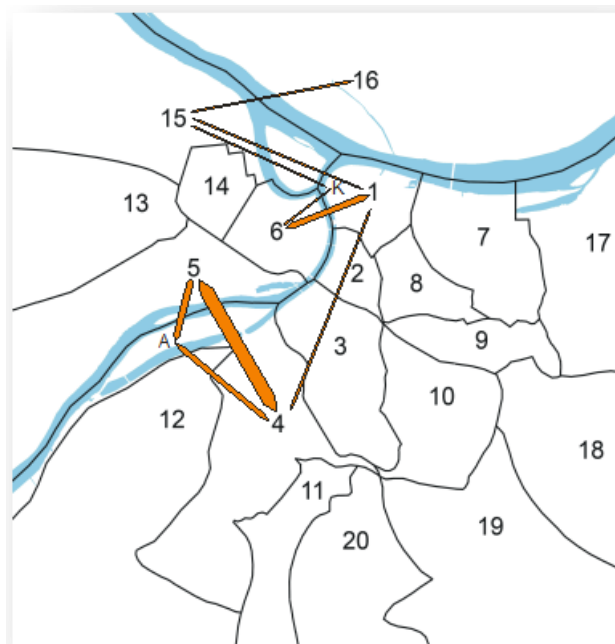
Strani turisti u Beogradu u proseku borave 2 dana. Najčešći posetioци grada Beograda su mlađe osobe, starosti od 19 do 30 godina (60%). Skoro 90% svih stranih turista čine zaposleni i studenti.

Strani turisti najčešće borave u hotelima (70%). Polovina stranih turista za vreme boravka u Beogradu posećuje kulturne objekte i turističke znamenitosti, a objekte za rekreaciju (zabavu), restorane i splavove njih 15%. Prema načinu kretanja, najveći procenat stranih turista ide pešice (55%), a javni masovni transport putnika koristi njih 20%.

Više od 85% stranih turista koristilo bi žičaru, a kao osnovni razlog navode kraću vezu pojedinih delova grada ili jedinstveni subjektivni doživljaj vožnje žičarom.

5. DEFINISANJE KORIDORA MREŽE

Izvorno-ciljna kretanja predstavljaju osnovu za definisanje potencijalnih koridora buduće mreže podsistema žičara. Teritorija grada je podeljena na 20 zona, a najvažnija međuzonska kretanja prema intenzitetu tokova putnika (linije želja), slika 5.1.



Slika 5.1. Potencijalni koridori- linije želja

Veza koja je najtraženija, na osnovu urađenih anketa je između dve veoma bitne i logične lokacije, visoko postavljenog Banovog Brda i novobeogradske strane. Pri tome komparativna prednost potrebe povezivanja ovih lokacija je pozicija najatraktivnije rekreativno – turističke lokacije u gradu – Ada Ciganlije. Ada Ciganlija javlja se kao posebno atraktivna lokacija za svaku od ovih zona pojedinačno. Druga veza po značajnosti bila bi veza centra grada i Zemuna. Ostale veze imaju znatno manje intenzitete putničkih tokova.

Koridori koji su dobijeni na osnovu želja građana, a posebno korisnika sistema javnog masovnog transporta putnika pokazuju saglasnost sa koridorima JMTP. Ostvarivanje mogućih veza duž koridora sa linijama JMTP uz mogućnost jednog ili više presedanja sa linije na liniju.

- Koridor 1:** 4-5 (Banovo Brdo- Savski blokovi);
- Koridor 2:** 5-A (Savski blokovi- Ada Ciganlija);
- Koridor 3:** 4-A (Banovo Brdo- Ada Ciganlija);
- Koridor 4:** 1-4 (Knez Mihajlova -Banovo Brdo);
- Koridor 5:** 1-6 (Knez Mihajlova- SIV, Novi Beograd);
- Koridor 6:** 6-K (SIV, Novi Beograd – Kalemegdan);
- Koridor 7:** 1-15 (Knez Mihajlova- Zemun);
- Koridor 8:** 15-K (Zemun- Kalemegdan);
- Koridor 9:** A-B (Ada Ciganlija- Košutnjak);
- Koridor 10:** 1-A (Knez Mihajlova- Ada Ciganlija);
- Koridor 11:** K-L (Košutnjak- Lido);
- Koridor 12:** 15-L (Zemun- Lido);
- Koridor 13:** K-U (Košutnjak- Ušće)

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja prema definisanoj metodologiji u radu, zaključujemo da:

- prema svrhama putovanja, kod stranih turista najzastupljenija je turistička poseta gradu, rekreacija (zabava), dok kod domaćih turista i korisnika javnog prevoza dominira poslovna svrha;
- najviše građana na posmatrana mesta atrakcije dolazi sredstvima javnog prevoza i koristeći putnički automobil;
- sa gledišta učestalosti korišćenja sadržaja najatraktivnijih lokacija u gradu, najveći broj građana posećuje ove lokacije samo kada je lepo vreme (što je na primer važan podatak za procenu korišćenja žičare u zimskim uslovima);
- na jedno od osnovnih pitanja, a koje se odnosi na potrebu uvođenja sistema žičara i spremnosti anketiranih lica da ih koriste kao transportno sredstvo u razne svrhe putovanja, dobijeni su veoma saglasni odgovori koji afirmišu uvođenje i razvoj ovog podsistema. Među afirmativnim odgovorima prednjače građani, korisnici sistema javnog prevoza u gradu, slede domaći turisti i konačno, strani turisti. Iz ovakve potvrde zainteresovanosti za ovaj vid prevoza, nedvosmislena je potvrda potrebe za njegovom izgradnjom i uvođenje u sistem javnog prevoza u Beogradu;
- u pogledu razloga navedenih u smislu afirmativnog korišćenja sistema potencijalnih žičara, većina korisnika javnog prevoza i domaćih turista daje prednost mogućnosti povezivanja pojedinih delova grada žičarama;
- svi naši stanovnici, domaći turisti, građani Beograda i posebno korisnici javnog prevoza izjasnili su se u najvećem procentu da bi za korišćenje usluga vožnje žičarom platili više od postojeće cene usluga u sistemu javnog prevoza;
- u pogledu zahteva (mišljenja) o potrebi povezivanja pojedinih delova grada žičarom, dobijeni su uglavnom saglasni stavovi kod građana i kod korisnika javnog gradskog transporta putnika. Kako najveća izvorišta putovanja za ovaj vid transporta predstavljaju zona Banovog brda i novobeogradskih blokova, i Ada Ciganlija koja se nalazi između ove dve zone, logično je povezivanje ove dve zone sa stajalištem na Adi Ciganliji kao prioritetnom trasom (koridorom) za uvođenje prve linije žičare;
- treba napomenuti, da ipak pretežno učešće korisnika sistema potencijalnih žičara treba očekivati među samim stanovnicima Beograda, iako naravno, uvođenje ovog podsistema javnog transporta putnika značajno povećava turističku ponudu grada

7. LITERATURA

- [1] Vuchic, V. Urban Transit Systems and Technology. Hoboken NJ: Wiley, 2007.
- [2] Alshalalfah, B.; Shalaby, A.; Dale, S.; Othman, F. Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art. // Journal of Transportation Engineering – ASCE. 138, 3(2012), pp. 253-262. [
- [3] Grdzelishvili, I.; Sathre, R. Understanding the urban travel attitudes and behavior of Tbilisi residents, 2011.
- [4] Hensher, D. A.; Rose, J. M. Development of commuter and non-commuter mode choice models for the assessment of new public transport infrastructure projects: A case study. // Transportation Research Part A. 2007.
- [5] Bolbol, A.; Cheng, T.; Tsapakis, I. A spatio-temporal approach for identifying the sample size for transport mode detection from GPS-based travel surveys: A case study of London's road network. 2013.
- [6] Hua-An, L.; Rong-Rong, L. Market opportunity analysis and evaluation of the expansion of air transport services across the Taiwan Strait. // Journal of Air Transport Management. 2014.
- [7] Cheea, W. L.; Fernandez, J. L. Factors that Influence the Choice of Mode of Transport in Penang: A Preliminary Analysis. // Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2013

Kratka biografija:



Milica Gukić rođena je u Beogradu 1991. godine. Diplomirala 2015. godine. Master rad brani na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam 2017.god.



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

ARHITEKTONSKA STUDIJA PREDŠKOLSKE USTANOVE U BEOGRADU**ARCHITECTURAL STUDY OF KINDERGARTEN IN BELGRADE**

Nenad Ivković, Milena Krklješ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – *Narušen prirodni balans i zagađenje životne sredine predstavljaju probleme sa kojima se suočavaju ljudi širom planete. Uzrok ovih problema je ubrzani industrijski razvoj koji je počeo u XVIII veku, a podrazumeva povećanje obima proizvodnje, ubranu eksploataciju prirodnih resursa i zagađenje koje nastaje u tim procesima. Ekološki problemi pojedinih regija vremenom postaju globalni problemi zagađenja tla, vode i vazduha, kao i izumiranja životinja i biljaka. Društveni uslovi koji omogućavaju nastavak eksploatacije su kulturni obrasci, koji se prenose sa generacije na generaciju, a prirodu posmatraju kao neiscrpan izvor resursa. Približavanje i razumevanje prirodnih procesa ključno je za promenu odnosa čoveka prema prirodi. Edukacija je prvi korak ka uspostavljanju ravnopravnog odnosa. Predškolska ustanova, kao prvi korak u formalnom obrazovanju, treba da obezbedi uslove za odvijanje programa ekološkog obrazovanja.*

Abstract – *The disturbed natural balance and environmental pollution are problems that people across the globe encounter. The cause of these problems is the accelerated industrial development that began in the XIX century, which implies an increase in production volumes, accelerated exploitation of natural resources and pollution that occur in these processes. The ecological problems of individual regions eventually become global problems of contamination of soil, water and air, as well as the extinction of animals and plants. Social conditions that allow the continuation of exploitation are cultural patterns. They are passed down from generation to generation and nature is seen as an inexhaustible source of resources. Approximation and understanding of natural processes is crucial for changing the relationship between people and nature. Education is the first step towards establishing an equal relationship. Pre-school institution, as a first step in formal education, should provide conditions for conducting ecological education programs.*

Ključne reči: *ekologija, životna sredina, ekološko obrazovanje, obdanište u prirodi*

NAPOMENA:

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

1. UVOD

Ekološki problemi koje danas prepoznajemo uzrokovani su rastom proizvodnje i potrošnje, prekomernom upotrebom neobnovljivih prirodnih izvora i povećanjem ispuštanja štetnih materija u tom procesu. Istorijske okolnosti koje su omogućile ovakav razvoj su naučno oslobađanje u periodu Prosvetiteljstva i industrijskoj revoluciji koja je sledila.

Pronalazak parne mašine u XVIII veku, omogućio je drastično efikasiju i bržu proizvodnju i transport. Razvoj industrije dovodi do koncentracije stanovništva u gradovima i rasta standarda. Sa druge strane počinje ubrzano trošenje resursa i zagađenje životne sredine. Kulturni obrazac ponašanja u zapadnom svetu, koji je prisutan i u drugim deolovima sveta, ide na ruku logici da je priroda tu da neograničeno služi čoveku. Današnja logika profita je samo nastavak viševjekovnog zanemarivanja prirodnih ciklusa.

2. EKOLOŠKI PROBLEMI**2.1. Razvoj nauke i industrije**

Period Prosvetiteljstva od 1650. do 1780. godine omogućio je ljudima raskid sa tradicionalnim autokritetima i razvoj nauke. Intelektualci u Evropi davali su naglasak razumu, analizi i individualnosti, a priroda nije više posmatrana kao mistična i upravljana od viših sila, što je ohrabrilo njeno istraživanje. Smatralo se da priroda predstavljala resurs na koji čovek polaže apsolutno pravo, a eventualna vrednost prirodnih resursa bi nastala samo uz interes i intervencije čoveka. Od XVIII do XX veka zapadna filozofija i teologija su bile antropocentrične što znači da su stavljale čoveka na prvo mesto. Zabrinutost za prirodno okruženje nastaje u drugoj polovini XX veka, kada ljudi uviđaju posledice ubrzanog trošenja prirodnih resursa. Industrijska revolucija koja je počela 1760. godine označava prelazak na nove načine proizvodnje koji podrazumevaju prelazak sa ručne proizvodnje na mašinsku, novine u hemijskoj industriji i industriji metala kao i korišćenje parne mašine. Tekstilna industrija pretrpela je najveće promene i bila je dominantna po broju angažovanih radnika, obrtu i uloženom kapitalu. Prvi moderni zakon o zaštiti živone sredine donet je u Britaniji 1863. godine, a odnosio se na ograničenje ispuštanje hlorovodonične kiseline u atmosferu. [1] Proizvođači su poštovali zadate granice, tako što su pronašli način kako da ostatak ispuste u reke. U industrijskim gradovima posle 1890. godine lokalni stručnjaci tražili su uzroke zagađenja, sa akcentom na zagađenje vode i vazduha. Doneti su propisi koji predviđaju kazne za proizvođače koji ispuštaju velike količine dima i pepela u atmosferu.

2.2. Industrijski rast-uticaji na ekologiju

Svetska industrijska proizvodnja 1950. godine bila je sedam puta manja nego što je danas. Rast proizvodnje u zapadnom svetu usporava se posle 1985. godine i proizvodnju, po obrtu kapitala, zamenjuje sektor usluga. Zemlje u razvoju preuzimaju industrijsku proizvodnju, koja se izmešta zbog cene radne snage.

Razvijene zemlje okreću se isplativijim oblastima: industriji metala, hemijskoj industriji i industriji mašina i opreme. Teška industrija koja po pravilu najviše zagađuje životnu sredinu ustupa mesto lakoj industriji.

Industrija i njeni proizvodi imaju ekološki uticaj u svim fazama proizvodnje, od izvlačenja sirovina, pravljenje proizvoda, potrošnja energije, stvaranja otpada, kao i korišćenje i odlaganje po isteku radnog veka proizvoda.

Negativni uticaji na životnu sredinu nastali usled industrijske proizvodnje su posmatrani kao lokalni problem zagađenja vazduha, vode i zemljišta. Industrijski rast posle Drugog svetskog rata odvijao se bez svesti o okruženju i sa sobom je doneo nagli rast zagađenja.

2.3. Održivi razvoj

Održivi razvoj dovodi se u vezu sa zaštitom životne sredine, očuvanjem prirodnih resursa i brojnim ekološkim izazovima. Održivi razvoj ne nastoji da ograniči ekonomski rast, već da se u obzir uzmu efekti koji nastaju zbog ubrzane proizvodnje i trošenja prirodnih resursa.

Problemi kojima se bavi su: globalno zagrevanje, smanjivanje ozonskog omotača, „efekat staklene bašte“, nestanak šuma, pretvaranje plodnog zemljišta u pustinje, pojava kiselih kiša, izumiranje životinjskih i biljnih vrsta. Održivi razvoj integriše ekonomski, tehnološki, socijalni i kulturni razvoj usklađen sa potrebama zaštite i unapređenja životne sredine. Strategija koja bi omogućila postizanje održivog razvoja određena je vremenskim rokom. Zemlje u razvoju obavezuju se na veću saradnju i povezivanje ljudi, resursa, okruženja i razvoja.

Upotreba prirodnih resursa za proizvodnju predstavlja direktnu potrošnju resursa za zadovoljenje potrebe proizvodnje i usluga. Eksploatacija prirodnih resursa može se vršiti na kompleksan način, koordinacijom koja će zadovoljiti različite zahteve, a naročito ekološke. Aktuelna generacija koristi prirodne resurse i na raspolaganju su joj resursi preostali od prethodnih generacija. Buduće generacije biće suočene sa iscrpljivim resursima i sa ekološkim problemima, zagađenjem vode, vazduha i tla, kao i gubitkom tropskih šuma i biodiverziteta [2]. Zbog toga je neophodno uzeti u obzir potrebe budućih generacija, što će zahtevati promene u načinu života i proizvodnje.

3. ODNOS ČOVEK-PRIRODA

3.1. Norme ponašanja – Kultura

Termin ekologija nastao je 1866. godine od strane nemačkog biologa Ernesta Hekela i predstavlja nauku o odnosima između organizama i okolnog spoljnog sveta. Ekologija je interdisciplinarna nauka koja uključuje biologiju, geometriju, i geonauke. Izučava odnose koje organizmi imaju međusobno, sa drugim organizmima i u odnosu na neživi deo prirode. Odnos čoveka prema prirodi zavisi od naučenih i nasleđenih pravila. Termin koji opisuje ovaj skup normi je kultura [3]. Kružni oblici

na dijagramu (sl. 1) prikazuje odnos prirode i čoveka. Kultura je predstavljena kao sivi prsten, koji simbolično predstavlja obrazovanje. Na desnoj strani dijagrama paralelno je prikazan rast drveća, čoveka i tok obrazovanja. Verikalna siva traka označava trenutak u kome je potrebno napraviti promenu.



Slika 1: Dijagram – odnos čovek-priroda

Kultura je:

- 1) Naučena – kroz aktivno ili pasivno učenje
- 2) Zajedničko mišljenje – koje definiše određenu grupu
- 3) Šablonsko ponašanje – upotrebljavaju se slična rešenja
- 4) Prilagođavanje – pomaže pojedincima da zadovolje potrebe u različitim okruženjima

Antropolog Julian Steward 1902.-1972. ustanovio je naziv kulturna ekologija, kao metodologiju za razumevanje načina na koji se ljudi prilagođavaju različitim vrstama okruženja.

Svako pojedinačno prilagođavanje je delimično istoriski nasledeno i podrazumeva tehnologije, prakse i znanje koje omogućava ljudima da žive u određenom okruženju.

Metode Steward-a su bile:

- 1) dokumentovanje tehnologija i metoda korišćenih za eksploataciju okruženja radi stvaranja uslova za život
- 2) posmatranje obrazaca ljudskog ponašanja povezanog sa korišćenjem okruženja
- 3) procena koliko ovi obrasci ponašanja utiču na druge aspekte kulture

“Naučeno društveno ponašanje” i “društveno učenje” definisano je kao kopiranje ponašanja primećenog kod drugih ili prihvatanje ponašanja naučenog od drugih. Većina modela istraživanja napravljenih na terenu oslanja se na prvu metodu, druga metoda odnosi se na obrazovanje. Društveno učenje uprošćeno predstavlja slepo praćenje ponašanja nekog uzora..

3.2. Vrednosti

Vrednosti prema kojima čovek upravlja svoje ponašanje oblikuje kultura u kojoj živi i prethodna iskustva. [4] Postoje vrednosti koje su cenjene u svim kulturama, kao što su poštenje, pravednost, dobročinstvo i saosećanje. Pored moralnih načela, na ponašanje utiču i navike koje ljudi prihvataju od društva, kulture i uslova u kojima žive. Pri donošenju životnih odluka neće uvek uticati ekološka načela, jer se mogu umešati ekonomski i socijalni interesi, komfor ili udobnost.

Ovakva vrsta odluka donetih od strane velikog broja ljudi imale su veoma ozbiljne ekološke uticaje.

3.3. Dualizam i redukcionizam

Religije su postavile osnovu mnogih naših stavova i doprinele našem primarnom odnosu prema prirodi. Čovek je izdvojen kao superioran, a priroda je viđena kao različita i njemu podređena.

Drevne religije i tradicije, sa druge strane, vide prirodu kao zaštitnika i ljude kao njen sastavni deo. Ove religije više predstavljaju filozofije o životu i življenju na zemlji, izводеći svoje načine razmišljanja iz pretpostavke da je čovek deo prirode.

Oni pripisuju prirodi moć i ulogu zaštitnika čoveka, a zauzvrat, propisuju obaveze čoveka prema prirodi. U Hinduizmu, prirodi je dodeljena svetovna vrednost, tako što je svaki element prirode definisan kao božanstvo.

Dualizam predstavlja teoriju po kojoj su drugi viđeni kao drastično drugačiji i inferiorni. Pored dualizma, razdvajanje i redukcionizam su takođe paradigme ili principi, koji su dovedeni u pitanje saznanjem koliko su peregipnjeni i međuzavisni svi delovi i procesi u prirodi.

Filozofkinja Val Plumwood smatra da je dualistička struktura osnovno obeležje zapadne misli. Ona prepoznaje sledeće suprotstavljene parove: čovek/žena, um/telo, kultura/priroda i ja/drugi [5].

4. EKOLOŠKO OBRAZOVANJE

Odnos koji čovek ima prema životnoj sredini zavisi od vaspitanja i obrazovanja, kao i potezi koje će pojedinci preduzeti na zaštiti i unapređenju životne sredine.[6] Neophodno je postojanje svesti o značaju očuvanja životne sredine, osnovnim zakonitostima koje važe i uzajamnim vezama koje postoje u prirodi. Ekološko obrazovanje ne treba shvatiti kao niz lekcija koje treba naučiti i biti ocenjen, već kao proces u kome treba učestvovati i u praksi doći do određenih saznanja. Formiranje ekološkog načina mišljenja, u najširem smislu, treba da počne od najranije mladosti.

Samog čoveka treba posmatrati kao neodvojiv deo biosfere. Način na koji treba približiti prirodu i njene zakonitosti novim generacijama može biti različit i mora biti prilagođen uzrastu.

Potrebno je da učenicima bude omogućen direktan dodir sa prirodom i da imaju konkretne zadatke vezane za uzgajanje biljaka. Termini ekosistem, održivost, prirodna sredina i ekologija prisutni su u javnosti. Pored pozitivnog konteksta i zainteresovanosti šire javnosti za ekološke teme, potrebno je veće razumevanje šta ovi termini konkretno znače. Boljim razumevanjem termina, bolje razumemo i probleme i moguća rešenja.

5. LOKACIJA

Park-šuma Košutnjak nalazi se u Beogradu i pripada opštinama Čukarica i Rakovica. Prostire se na površini od 330 hektara, na nadmorskoj visini od 250 m. Šuma se sastoji od listopadnog i zimzelenog drveća. Košutnjak je do 1903. godine korišćen kao zatvoreno dvorsko lovište. Istočno od šume Košutnjak nalazi se Topčiderska šuma, deli ih ulica Rakovački put. U okviru Košutnjaka nalaze se dva uređena kompleksa: Sportsko-rekreativni centar „Pionirski grad“ i „Filmski grad“ koji se sastoji od objekata i studija za snimanje filmova. Sportsko-rekreativni

centar sadrži igrališta za fudbal, atletska takmičenja, odbojku košarku, rukomet i bazene. Zimi je aktivna i manja ski-staza sa žičarom.

Lokacija se nalazi u blizini raskrsnice ulica Kneza Višeslava i Pionirske, preko puta kompleksa „Filmski grad“. Na lokaciji se trenutno nalaze privremeni objekti, oko kojih postoji vegetacija. Izgradnja obdaništa ne bi uticala na postojeće drveće, što je bio jedan od glavih kriterijuma za izbor lokacije. Zapadno u odnosu na lokaciju nalazi se šuma. Pristup objektu je predviđen novoprojektovanom saobraćajnicom koja spaja Pionirsku ulicu i ulicu Dimitrija Avramovića, koja je predviđena GUP-om. Iz novoprojektovane saobraćajnice pristupa se prilazu i parkingu za posetioce, kao i službenom prilazu i parkingu. Saobraćajna veza omogućena je i gradskim prevozom, linijama 23 i 53. Glavni ulaz orijentisan je istočno, prema ulici Kneza Višeslava.

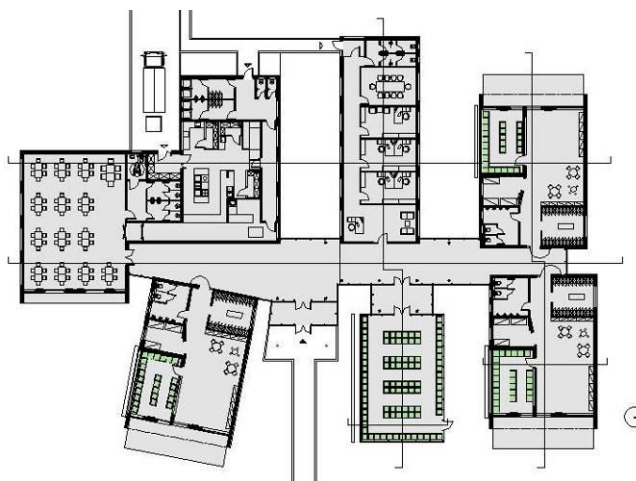
6. PROJEKAT

Obdanište je predviđeno za tri grupe po 25-oro dece uzrasta od 3 do 6 godina. Projektovano je tako da omogućiti duži boravak dece u prirodi uz aktivnosti sadnje i održavanja biljaka. U okviru obdaništa nalaze se staklene bašte, a u dvorištu su formirane klasične bašte, koje se koriste kada vremenski uslovi dozvoljavaju.

Objekat se sastoji iz jedne etaže – prizemlja (Slika 2). Forma objekta je razvučena, tako što su delovi objekta odvojeni po funkcijama i naglašeni kosim krovom. Glavni hol povezuje različite funkcionalne celine i pokriven je ravim krovom.

Kroz glavni ulaz pristupa se centralnom holu koji se pruža upravno u odnosu na ulaz i omogućava pristup sledećim prostorijama:

- 1) tri prostorije za boravak dece
- 2) velikoj staklenoj bašti
- 3) trpezariji sa kuhinjom
- 4) administrativnim prostorijama



Slika 2. Osnova objekta

Prostorije za boravak sastoje se od hodnika, boravka, staklene bašte, svlačionice, toaleta, ostave i terase. Boravak se sastoji iz dela za učenje i dela za igru. Svlačionice su opremljene ormarićima i klupom. Staklena bašta u okviru prostorije za boravak namenjena je za

svakodnevne aktivnosti pri lošijim vremenskim uslovima. Iz boravka i staklene bašte moguće je izaći u dvorište.

6.1. Konstrukcija

Konstruktivna koncepcija objekta bazirana je na kombinovanom konstruktivnom sistemu oslonjenom na trakaste temelje. Objekat je konstruktivno podeljen na tri dela. Dilatacione razdelnice se nalaze između vertikalnih osa 6 i 7, kao i horizontalnih osa P i Q. Rasponi nisu veći od 6m, osim kod trpezarije i velike staklene bašte. Krovna konstrukcija ovih delova objekta je čelična rešetka, konstrukcija velike staklene bašte je izrađena od čeličnih profila.

6.2. Analiza insolacije

Objekat je pozicioniran na lokaciji u odnosu na položaj sunca. Osa kojom se pruža glavni hol paralelna je pravcu sever-jug. Velika staklena bašta i staklene bašte u prostorijama za boravak orijentisane su prema jugu. Ova orijentacija uz postavljanje brisoleja sprečava pregrevanje objekta leti i omogućava zagrevanje staklenih bašti i prostorija za boravak zimi. Analize insolacije velike staklene bašte i staklenih bašti u prostorijama za boravak, urađene su za dva karakteristična datuma, 21. jun i 21. decembar u 12h. Tada je ugao sunca u odnosu na tlo najveći – 69°, odnosno najmanji – 21° (Slika 3).



Slika 3. Analiza insolacije

7. ZAKLJUČAK

Ekološki problemi nastaju zbog čovekovog delovanja, rasta proizvodnje i potrošnje. Zagađenje životne sredine i ubrzana eksploatacija prirodnih resursa, ozbiljno narušavaju prirodni balans. Državne regulative uspevaju da umanje negativne efekte ovih pojava, ali ne i suštinski razdor između čoveka i prirode. Proces edukacije i prihvatanja kulturnih obrazaca počinje u prvim godinama života. Prilika za postavljanje zdrave osnove je upravo ovaj period. Ohrabrivanje kontakta sa prirodom, daje deci priliku da istražuju i otklanja strah od nepoznanice u budućnosti. Obrazovanje se sastoji iz formalnog i kućnog, koja se prožimaju. Promene u načinu obavljanja nastave i programu predškolskog obrazovanja, daje priliku za uspostavljanje zdravog odnosa između čoveka i prirode.

Obdanište u prirodi omogućava sprovođenja programa obrazovanja koji podrazumeva aktivno učestvovanje dece u različitim zadacima vezanim za funkcionisanje prirode. Duži boravak na otvorenom prostoru kombinuje igru, istraživanje i donošenje zaključaka na osnovu iskustva. Sunce, kiša, vetar i smena godišnjih doba, omogućavaju im da bolje razumeju način na koji funkcioniše priroda.

Aktivan boravak u prirodi i učestvovanje u prirodnim procesima razvija emotivne i estetske veze sa prirodnim ambijentom.

Prenošenje znanja između različitih generacija, omogućava nam da edukacijom dece, edukujemo i odrasle.

8. LITERATURA

- [1] Landes, David S., *The Unbound Prometheus*, Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, 1969.
- [2] World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, New York, 1987.
- [3] Mead, Margaret, *People and places*, New York, 1959.
- [4] Kellert, Stephen, *The Value of Life*, Washington, 1996.
- [5] Plumwood, Val, *An Invitation to Enviromental Philosophy*, New York, 1999.
- [6] Janković, Milorad, *Čovek i biosfera – problemi čovekove sredine*, Beograd, 1976.

Kratka biografija:



Nenad Ivković rođen je u Beogradu 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2017. god.



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

**TRANZICIONI PROSTORI KAO TRANSFORMATORI URBANOG TKIVA
TRANSITIONAL SPACES AS REGENERATORS OF URBAN MORPHOLOGY**Nevena Mijušković, Igor Maraš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – *Reprogramiranje napuštene fabrike, bazirano na teorijama dekonstrukcije i premisama o arbitrarnoj arhitekturi, iniciralo je formiranje novog prostornog koncepta hibridne arhitekture koja dezintegriše granice između privatnog i javnog prostora.*

Abstract – *Reprogramming of an abandoned factory, based on deconstruction theories and premises about arbitrary architecture, has indicated the formation of a new spatial concept of hybrid architecture which erases the boundaries between public and private space.*

Ključne reči: Arbitrarna arhitektura, hibridi, dekonstrukcija, prostori ostatka, tranzicioni prostori

1. UVOD**1. ARHITEKTURA DISKONTINUITETA**

Fleksibilno, adaptivno i transdisciplinarno planiranje prostora, kao i anticipiranje prostorne promjenljivosti usled kulturoloških promjena, imaju za posledicu razvoj jednog sasvim novog koncepta arhitekture koji se kosi sa tradicionalno prihvaćenim planerskim načelima. Istraživanja o prostoru postala su sveprisutna u različitim naučnim sferama, gdje se on kao okvir i forma društvenih praksi sve više povezuje sa drugim važnim kategorijama. Postavlja se pitanje kakvim promjenama prostora mi svjedočimo u savremenom društvu?

Za razumijevanje promjena koje se dešavaju u okviru arhitektonskog prostora kroz istoriju potrebno je razumjeti sociološke promjene društva, s obzirom na to da prostor jasno reflektuje društvene težnje i potrebe izražene tokom jednog vremenskog perioda. Ranko Radović u svojoj knjizi "Savremena arhitektura: između stalnosti i promjena ideja i oblika" kaže da je arhitektonski program gotovo uvijek "fundiran u socijalno tkivo", te da arhitektura kao materijalizacija tog programa predstavlja oprostora vanje vladajućih socijalnih odnosa u društvu u kome je realizovan. I Anri Lefevru (Henri Lefebvre) smatra da prostor grada nastaje kao izraz odnosa u društvenoj proizvodnji i kao takav predstavlja materijalnu i simboličku (semiotičku) refleksiju samog društva.

2. SEMIOTIČKI DISKURS ARHITEKTURE

Danas nije sporno da, iščitavanjem istorijske arhitekture istoričari umjetnosti, sociolozi ili kulturolozi mogu spoznati za njih bitne aspekte nekadašnjih sistema mišljenja i ideja, ma koliko oni danas bili neprihvatljivi ili

NAPOMENA:

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

teško pojmiljivi zbog kulturne i mentalne distance između čovjeka nekad i čovjeka danas. Dakle, svaka arhitektura koja je ikada nastala svjesno ili nesvjesno šalje određenu poruku društvu koje je okružuje iz razloga što je neizbježno da je posmatrač ne doživi na određeni način.

Prema mnogim teorijama, nemoguće je diskutovati o arhitektonskom prostoru ako za polaznu tačku ne uzmemo perceptualni prostor, tj. subjektivno arhitektonsko doživljavanje, te se iz takvog stava izvodi zaključak da arhitektura počinje da postoji tek kada biva doživljena, do tada predstavljajući samo praznu ljušturu.

Ukoliko arhitekturu danas posmatramo kroz skup znakovnog ili premisu govornog, odnosno kao narativ ili semiotiku, činimo distinkciju u odnosu na naučno ili umjetničko poimanje, a približavamo se suštini, a to je komunikacija. Umjetničko djelo danas treba, naime, da predstavlja vijest, glas o sebi i svijetu. Bez toga njegova umjetnost nema deskriptivnu, već samo sugestivnu vrijednost. U tom smislu, ideologija je sistem predstava koja vrši interpretaciju pojedinaca i predočava njihove stvarne socijalne uslove. Jednom riječju, ideologija teži mijenjanju stanja u struci i društvu i preusmjeravanju istorijskih tokova u željenom pravcu. Način na koji se nove paradigme prepliću sa starim često je pitanje koje provocira razmjenu stavova i najrazličitijih čitanja. S tim u vezi, arhitektura može eksplicitno pratiti ono što je naslijeđeno, inicirajući dva važna pitanja: da li arhitektura koja nužno prati tradiciju može da vodi ka monotoniji i da li očuvanje vizuelnog identiteta ukida mogućnost improvizacije i transformacije, ili pak može da bude trigger za potpuno nove koncepte društvenih relacija. Ovdje govorimo o redefinisanoj značaja i uloge arhitekture uopšte.

3. DE(KON)STRUKCIJA

Način na koji se postojeći kontinuitet prostora grada dezintegriše i uvode novi prostorni koncepti određen je u najvećoj mjeri definisanjem novih arhitektonskih vrijednosti. Cilj jeste dekompozicija postojećih parametara koji čine formu na elemente od kojih su sačinjeni. Prema Deridi, dekonstrukcija povlači pitanje preispitivanja dominantnih diskursa i otvaranja novih koncepata kroz suprostavljanje različitih, često divergentnih mišljenja. Zadatak dekonstrukcije u arhitekturi svodi se na pronalazjenje drugačijeg koncepta prostora (espace). Svaka tradicija počiva na nizu ustanovljenih vrijednosti, pri čemu prekidi takvog slijeda omogućavaju progres. Formiranje novih prostornih cjelina ne počinje određivanjem površina koje detmirišu "izvorne prostore", već se, nasuprot tom ustaljenom metafizičkom konceptu arhitekture kao postojane i trajne, uvode

promjenljivi označitelji poput neodređenosti, arbitrarnosti, kontigencije, eksperimenta, heterogenosti i slično. Ovakvim pristupom, arhitektura je u velikoj mjeri oslobođena graničnog, a iznenadne promjene smjera postaju njena osnovna odrednica. Bernard Tschumi govoreći o svom projektu, tvrdi da park La Villette predstavlja arhitekturu koja nema značenje, prije označiteljsku nego označenu, onu koja je čist trag ili jezička igra. Otklanja se od uobičajenog koncepta zelenih površina i postaje svojevrstan poligon u kome arhitektura ispituje granice u percepciji ovog tipa javnog prostora. La Folies (ludosti), kako ih naziva sam arhitekta upućuju na to da predstavljaju opozit razumu i smislu – njihovo postojanje prevazilazi kategoriju puke utilitarnosti. Krajnji cilj Folijs bio je, kako to Tschumi kaže, da se oslobodi istorijskih konotacija i ograničenja koja one diktiraju, na način da ih smjesti u širi kontekst koji će biti spreman da u budućnosti primi nova značenja. Umjesto da traži kultivisanu komunikaciju, arhitektura sada treba da istakne svoj nedostatak značenja kako bi dostigla svoju "kritičnu" ivicu.

4. INSTANT CITY

Kako društvo direktno utiče na morfološke promjene grada, implementacijom tehnologije u svakodnevni urbani život i radikalno ga transformiše, tako se može i postaviti pitanje kako tako modifikovan grad utiče na društvo, u smislu njegovih socijalnih interakcija i budućeg razvoja? Odgovor na ovo pitanje je teško dati, s obzirom na to da se nalazimo u trenutku promjena, ograničavajući svoju perceptivnost na domen poznatog ili eventualno pretpostavljenog. Da je takva, tehnološki orijentisana arhitektura, potencijalni generator promjena u samom društvu koncept je koji se pokušava ostvariti već duži period. To možemo prepoznati u radu radikalnih arhitekata i teoretičara arhitekture: Archigram - *Living city*, Archizoom - *No-Stop-City*, Super-studio - *Brain city*, Koolhaas - *Generic city*, kao i *Sentient city* Marka Shepard-a. Ostvarujući zamisao eksperimentalnog kolektivismu autori su vidjeli tehnologiju kao osnovno sredstvo za emocionalno izražavanje stanovnika, u neprekidnoj igri koja se ostvaruje promjenom urbanog prostora ili životnog okruženja. Njihovi koncepti su podrazumijevali istovremeno i zamisao o oslobađanju arhitekture kao sredstva za produkciju slika i oblika, što bi rezultiralo arhitekturom koja postaje mnoštvo različitih aktivnosti mijenjajući odnos između objekta i ideje, odnosno forme i sadržaja, koje više ne bi uslovljavale međusobno postojanje.

Sadržaj bi definisao korisnik, u zavisnosti od aktuelnih tendencija. Sve ove arhitektonske grupe radikalnih ideologija i slični avangardni pokreti imali su isti cilj: "Eksperimentalni pokreti su se mogli sakriti iza revolucionarnih izjava koliko su željeli, ali njihov stvarni zadatak nije subverzija, već širenje, razgradnja i ponovno sastavljanje nove modulacije, od jezičnih materijala, od figurativnih kodova, konvencije koju su, po definiciji, oni pretpostavili kao stvarnost". Radikalne implikacije svega navedenog, a analogno datoj hipotezi o iščezavanju arhitekture, ili makar njene konvencionalne predstave, objašnjava i Lev Manović (Lev Manovich) u tekstu *Avant-garde, Cyberspace and Architecture of the Future*, govoreći o relacijama arhitekture i sajber-prostora i

proglašavajući "smrt" arhitekture, kao rezultat (posledicu) akcelerativnog razvoja digitalnih slika kao vizualizacije vještački generisane stvarnosti. On smatra, sa jedne strane, da je arhitektura samo prostorni okvir za digitalne slike, odnosno da je virtuelni svijet vizuelizovan digitalnim slikama zamijenio fizički prostor arhitekture, dok sa druge strane, sajber prostor vidi kao jedini preostali prostor u kome je moguće ostvarenje utopijskih zamisli arhitekata putem virtuelnog projektovanja, što implicira da u realnom prostoru nema mjesta za ostvarivanje arhitektonskih koncepata, osim onih koji su podređeni dominaciji slika. U vezi sa navedenim možemo izvući sledeće zaključke: dominantna implementacija tehnologije u arhitektonski prostor utiče na iščezavanje značaja fizičkog aspekta arhitekture u korist dominacije medijskih slika i razvoj medijske tehnologije sve više intenzivira sferu virtuelnog koja mijenja način ne samo percipiranja prostora već i fundamentalnog razvoja društva. Ovim se inicira pitanje da li onda instant kultura vodi i do takvih prostornih koncepata?

5. ARBITRARNARNA ARHITEKTURA KAO MOGUĆI ISHOD

Krizna situacija u kojoj je arhitektura postala ovojnica u službi tehnološke ekspanzije traži definisanje novih tipologija. Suočeni sa "vremenom iščekivanja"²⁷ i činjenicom da razvoj društva odlikuje akcelerativni progres koji prevazilazi naše kulturološke kapacitete da ih razumijemo, teoretičari arhitekture pokušavaju da pronađu odgovore u novonastalom kritičkom diskursu, poput *metamodernizma*, čije manifestacije označavaju arhitekturu kao apstraktnu i transdisciplinarnu. Ukoliko prihvatimo da arhitektonske utopije nisu ostvarive, da je iluzorno promišljati drugačije fizičko okruženje, postavlja se pitanje da li je moguće (nasuprot svim pretpostavkama o arhitekturi u službi društva) izvršiti intervencije na arhitekturi nezavisno od postojećeg društvenog sistema i osloboditi arhitekturu od slika koje zarobljavaju mogućnost ostvarivanja pravog virtuelnog iskustva.

U tom kontekstu bi se zamisao negiranja arhitektonske forme mogla zamijeniti konceptom forme nezavisne od društvenih uslova, koja bi se bazirala na digitalnoj tehnologiji. S tim u vezi, u tekstu *"The End of the Classical; The End of the Beginning; The End of the End"* Piter Ajzenman (Peter Eisenman) formira koncept oslobađanja arhitekture od slika, koji će biti baziran na zamisli o arbitrarnoj arhitekturi koja ne označava ništa van sebe. Dovodeći u pitanje osnovne postulate na kojima se bazira legitimnost određenog izraza ili stila u arhitekturi Ajzenman predlaže arhitekturu koja nema porijeklo i nema završetak kao utemeljenje u određenim društvenokulturnim vrijednostima. On takvu arhitekturu definiše kao "ne-klasičnu", kao "arhitekturu izvan ograničenja klasičnog modela, arhitekturu kao nezavisan diskurs, oslobođenu značenja, arbitrarnu, vanvremensku".

To bi trebalo biti arhitektura koja ne pokušava da simulira realnost koja sakriva razliku između reprezentacije i realnosti, već da je naglasi, da akcentuje svoju artefijelnost i sebe prikaže kao čistu fikciju. U bodrijarovskom smislu trebalo bi da predstavlja desimulaciju, odnosno da zastupa isključivo samu sebe. Arhitektura bez kraja bi bila "mjesto invencije" koje je sposobno

da se mijenja i prilagođava svakom momentu, a ne da bude reprezentacija vrijednosti druge arhitekture. Sve ovo vodi ka efemernoj arhitekturi.

Koncept virtuelnog u odnosu na aktuelno, koje Delez preuzima od Bergsona (Henri Bergson), se odnosi na koncept budućnosti koji proizlazi iz stalne promjenljivosti i neprihvatanja stabilnosti. Po Bergsonu, koga je Delez slijedio, prostor definiše kao otvoreno poslje za igru virtuelnosti, a ne samo medijum sadašnjosti. Prostor se ne posmatra kao opozit vremenu već je baš kao i vrijeme određen i samim tim podložan transformaciji. Džon Frejzer (John Frazer) u svom djelu "An Evolutionary Architecture", govori kako ovaj koncept digitalne arhitekture, nastao uz primjenu genetičkih kodova ima za cilj "uspostavljanje simbiotičkog ponašanja i metaboličke ravnoteže okruženja, kao što je to karakteristika prirodnog okruženja", a da je arhitektura koja proizilazi iz tog procesa "živa, evoluirajuća stvar". Takva arhitektura, prema njegovim riječima, ne bi se zasnivala na strategiji, već na slijepoj taktici. To bi značilo da arhitektura nije predeterminisana nikakvim prethodno utvrđenim scenarijima.

6. HIBRID – NOVA PARADIGMA

Nedostatak eksplicitnog i konačnog značenja implicira mnoštvo potencijalnih čitanja. Heterogenost arhitekture vodi ka stvaranju novih tipologija – hibrida. Hibridna arhitektura je individualna, jedinstvena kreacija, nastala bez referentnih modela kod kojih arbitrarna forma nastaje spontano, van prethodno utvrđenih zakonitosti i kombinacija uobičajenih programa. Jeffrey Kipnis hibridni prostor definiše kao zbirku diferenciranih prostora sposobnih da podrže širok spektar društvenih susreta ne dajući prednost ili potčinjavanje i jednom od njih. To je prostor izveden (dekonstruisan) iz elemenata svakodnevnice, koji generiše potpuno nove koncepte egzistencije. Ovakva mjesta "između" iniciraju razvoj sopstvene društvene percepcije, predstavljaju razvojne tačke za građenje novog identiteta. Oni čekaju da budu ispunjeni individualnim i kolektivnim djelovanjem, u okviru koji garantuje događaje lišene svih kulturno-staleških odlika građanskog sloja društva.

Evolucija hibrida sa svim svojim karakteristikama dovela je do reinterpretacije tumačenja javnih i privatnih prostora, kao i njihove međusobne uslovljenosti. Usled rastućeg deficita javnih prostora, bio je potreban model koji će iskombinovati naizgled (ili tradicionalno) nekompatibilne programe. Svjedoci smo da se danas granica između javnog i privatnog prostora sve više gubi, dok je hibridni karakter ovih prostora sve vidljiviji. Ovo se manifestuje kroz pojavu javnih, polu-javnih, polu-privatnih i privatnih prostora. U toj tranziciji gdje se sve više gubi njihova materijalna granica, nastaju tipološki nedefinisani, treći prostori.

7. O TREĆIM PROSTORIMA

Francuski sociolog i filozof Henri Lefebvre razvija pojam prostora na tri ose, dijeleći prostor na prostor svakodnevnog života, što je najbliže fenomenološkom pristupu, zatim teoretskog, odnosno prostora zamišljenog od strane stručnih lica i treći, egzistencijalni prostor. U svom djelu Proizvodnja prostora ovaj pojam "trećeg prostora" opisuje kao prostor krajnje otvorenosti, prostor kojme se može pristupiti jedino metafizički. Tu možemo pronaći vezu sa

teorijom "uzvišenog" u aritekturi, odnosno psiholoških efekata i imaginacije koju ona stvara kod posmatrača.

Za razliku od Lefebvrea, Bachelard se, kao lingvističkim sredstvom, koristi poetikom. Pomoću nje analizira prostor, prije svega egzistencijalni prostor i ispituje odnose realnog i irealnog. Približavajući se Heideggerovom ontološkom pristupu (egzistencijalno-ontološki shvaćen čovjek i prostor ne mogu gledati odvojeno). Bachelard prostor analizira kao prostor intimnosti i bezgraničnog. Tako poetska slika kuće predstavlja metaforu ljudskog postojanja. Takav je prostor istovremeno objektivan i subjektivan, metaforičan, materijalan i prije svega egzistencijalan. On se protivi poređenjima kuće sa geometrijskim objektom tvrdeći da egzistencijalni prostor (prostor u kojem se živi) nadilazi geometrijske definicije, čime ukazuje na činjenicu da je naša svijest prostorna ("treći prostor") te da se do istog prostora može doći jedino maštom koja se u potpunosti otkriva u intimnoj atmosferi kuće.

U svojoj se knjizi Egzistencija, prostor i arhitektura Norberg-Schulz osvrće na kritiku "tradicionalne" istorije prostora, tvrdeći pritom da je egzistencijalna dimenzija prisutna u čovjekovom pokušaju da učini svoju okolinu smislenom, da je prilagodi svojim namjerama, prilagođavajući istovremeno sebe okolini i prilikama koje mu ona nudi. Ta i takva promišljanja na temu značaja prostora bliska su Heideggerovoj egzistencijalnoj ontologiji i njegovom konceptu prostora i građenja. Norberg-Schulz će ih ponovno otkriti kroz novi metodološki pristup, tj. uspostavljajući koncept prostora kao fenomena svakodnevnice. On uvodi istoriju prostora kao istoriju reprezentacije prostora. Njegova antropološka teorija o prostoru tako se nadovezuje na Lefebvreovu definiciju društvenog prostora kao "zajednice svega što se nalazi u prostoru", svega što je proizvedeno, bilo od strane prirode ili pak čovjeka. Dakle, koncept trećeg prostora označava ključnu tačku u razumijevanju našeg savremenog života i svijeta na svim nivoima, od onog najintimnijeg (Bachelard), do onog globalnog (Norberg-Schulz). Prostor u Bachelardovim i Norberg-Schulzovim tekstovima može se opisati kao društveni prostor.

Svjedoci samo da danas, uz intenzivan rast savremenog grada, arhitektura razvoja ostavlja za sobom i one prostore koje definišemo kao prostore ostatka. Jeffrey Kipnis kaže da je to zbirka diferenciranih prostora sposobnih da podrže širok spektar društvenih susreta ne dajući prednost ili potčinjavanje i jednom od njih. Fenomen "izgubljenih" javnih prostora javlja se u svakom urbanom tkivu. Ovi ostaci najčešće se javljaju usled transformacije prostora ili nekog od kompleksnih faktora društvenih promjena.

8. NAPUŠTENI PROSTORI KAO SOCIJALNI KONDENZATORI

"Nakon pažljivog ispitivanja ovi objekti otkrivaju da oni ne sadrže ništa – oni su čvrsti, beskrajni blokovi koji su izgleda ranije bili vezani za kontekst... Oni ostavljaju trag, označavaju odsustvo njihovog prethodnog prisustva; njihovo prisustvo nije ništa drugo do odsustvo".

Peter Eisenman

Radikalne transformacije arhitekture najčešće prouzrokuju velike ekonomske krize, ostavljajući za sobom

mjesta bez zakona, interesa ili funkcije. Napuštena industrijska postrojenja čest je protagonista ovakvih ambijenata. Jedno od njih je i kompleks fabrike Riviera - fabrike sapuna koja je nekada bila simbol razvoja i progresa grada Kotora. Ovaj nekada ikonički kompleks i srce industrije, danas je sveden na porušeni spomenik izgubljene bolje prošlosti i djeluje kao demolirana pustoš i podsjetnik na cijenu "mobilnosti kapitala". Upravo zbog svoje slavne prošlosti, ali ne tako slavne sadašnjosti, istakla se kao idealan generator bolje budućnosti.

Pitanje je na koji način dodijeliti nove uloge (funkcionalne, ali i estetske) napuštenim pre-egzistencijama, tako da one imaju snagu da generišu novu centralnost i novi okvir odnosa savremenog grada, ali bez udjela i interesa investitorskog kapitala. Rešenje poteškoća u okviru varijabilne organizacije društvenih potreba, strateški bi bile riješene konceptom transformabilnih i adaptivnih prostora. Kao sistem mrežnih čvorova, nova efemerna arhitektura postaje protagonista priče o tezi prelaska arhitektonске na urbanu skalu. Kroz formiranje novog scenarija, oslobađanja, artikulacije, cilj je da se izgradi novi sistem drugih prostora, koji su izgubili jasno značenje i usko profilisane funkcije, obrisali granicu između unutra i spolja i revidirali tradicionalni pristup percipiranju arhitektonskih prostora. Stvaranje urbanog kontejnera, bez jasno definisane funkcije, podržavajući mnoštvo mogućih događaja koji bi se odigrali u njemu, iniciralo bi dalji razvoj kroz diskurzivne prelaze izvan samog diskursa arhitekture. Na taj način se konsekvantno prenose nova značenja nedovršenim ili napuštenim djelovima grada i oporavlja dimenzija kolektivnog pamćenja tangirajući ga apsolutno savremenim konceptima. Ono što je danas napušteno, ali je u prošlosti izazivalo razvoj i još uvijek markira morfološki aranžman, sada je prepoznato kao regenerativni potencijal.

9. IDEOLOŠKA PROKLAMACIJA

Medijatori

Projekat je koncipiran kao onaj koji se ne vezuje za tačnu lokaciju, sredinu ili normative (misli se na aspekte društvene raznolikosti, ekonomske moći itd.) već direktno komunicira sa bilo kojim objektom ili ulicom u gradu. Ideja je zasnovana na ispitivanju granica privatno/javno i otvoreno/zatvoreno uključujući socio-ekonomsko-političke aspekte društva. Ispitivao se značaj javnog prostora (čemu služi?), postojanja ili nepostojanja potpuno javnog prostora (ko posjeduje?), njegove moguće koncepte korišćenja (ko koristi?) i sliku koju bi on dao gradu (kako izgleda?).

Ideja nije rušenje postojećih površina da bi se stvorio javni prostor, već popunjavanje neutralnih (tampon) prostora kompleksa (ničija zemlja - spontano prisvajanje javnog prostora). Taj tampon prostor, između, pored, ispred, iznad zgrada posmatran je kao jedan vakuum prostor - novi javni prostor koji svima pripada. Na taj način, binarna opozicija javno/privatno postaje dekonstruisana; ideološko uporište koje je bilo garant takvoj opoziciji (na deridijanskom tragu rekli bismo metafizičkoj binarnoj opoziciji) i koje je omogućilo formiranje socijalno-ekonomske aksiologije (kroz jasno razgraničene pojmove javnog i privatnog, gdje je privatno po definiciji uvijek podrazumijevalo neravnomjernu raspodjelu kapi-

tala, a shodno tome i klasno diversifikovanje, dok je javno počivalo na prilično utopističkom konceptu "javnog dobra", koje je sa druge strane ostajalo direktnoj kontroli države (dakle pod uticajem određene strukture moći), gubi kontrolu nad razlikom između javnog i privatnog, a samim tim i mogućnost da govori u ime (i kroz ime) određene interesne sfere. Riječju, prostor postaje difuzan (u ideoloskom smislu). On više ne predstavlja, barem konceptualno, razgraničene regije u kojima neoliberalni diskurs ostavlja svoje tragove (premda ova opcija nije ukinuta), (podržavajući na taj način postojeći klasni poredak zahvaljujući reprodukciji (privatnog) kapitala, nego se, iskorišćavajući tampon zone (zone ničijeg kapitala?), otvara ka javnom - građanskom. Prostor dobija novi identitet u kojem se opozicija javno/privatno ne može više jasno razgraničiti. Javno je utopljeno u privatnom i vice versa. Nastaju hibridni prostori.

10. LITERATURA

- [1] Heidegger, M.: Bitak i vrijeme, Preveo sa njemačkog Hrvoje Šarinić, Zagreb 1985
- [2] Tschumi, B., Architecture and Disjunction, MIT Press, 1997
- [3] Peter Eisenman, "The End of the Classical; The End of the Beginning; The End of the End", u: Michael Hays (ed.), Architecture Theory since 1968, Cambridge, The MIT Press, 1998
- [4] Lefebvre, Henri, The Production of Space, Blackwell, Oxford, 1991
- [5] Čarls Dženks, Moderni pokreti u arhitekturi, Građevinska knjiga, Beograd, 2007
- [6] Radović, Ranko, Savremena arhitektura: između stalnosti i promena ideja i oblika (Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka i Stylos Art, 1998), 119
- [7] Althusser, L., Ideology and Ideological State Apparatuses, La Pensée, Lenin and Philosophy and Other Essays, Monthly Review Press 1971
- [8] Kipnis, Jeffrey, Moonmark, The MIT Press, Assemblage, No. 16 (Dec., 1991), pp. 6-13
- [9] Tschumi, Bernard, Urban Pleasures and the Moral Good, The MIT Press, Assemblage, No. 25 (Dec., 1994), pp. 6-13
- [10] K. Michael Hays, Architecture's desire, Reading the late avant-garde, The MIT PRESS, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, 2010
- [11] John Frazer, An Evolutionary Architecture, London, Architectural Association, 1995,
- [12] Norberg-Schulz, C; Egzistencija, prostor, arhitektura; Građevinska knjiga, Beograd, 1975

Kratka biografija:



Nevena Mijušković, rođena je 1991. god. u Nikšiću, Crna Gora. Osnovne i specijalističke studije završila je na Arhitektonskom fakultetu u Podgorici. 2015. godine upisala je master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Dobitnica je nagrade Univerziteta Crne Gore i grada Podgorice za najboljeg studenta Arhitektonskog fakulteta; kao i fondacije Mihajlo Pupin.

ARHITEKTONSKA ANALIZA ODNOSA PROSTORA I PROGRAMA: SLUČAJ TRGA PARTIZANA U (TITOVOM) UŽICU**ARCHITECTURAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SPACE AND PROGRAM: THE CASE OF PARTISAN SQUARE IN (TITO'S) UŽICE**

Radiša Kostadinović, Slobodan Jović; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi ispitivanjem razvoja novih oblika kulture i kulturnih kapaciteta kao i njihovim progresivnim programiranjem u uslovima kompleksnih arhitektonskih prostora kao i uticajem savremenih tehnologija koje menjaju shvatanja urbanističkog i arhitektonskog konteksta. Zaključci ovog istraživanja postavljeni su kao baza projektantskog postupka koji se bavi Trgom partizana u Užicu i njegovog remodelovanja u savremeni arhitektonsko - urbanistički sistem.

Abstract – The paper deals with the research of the development of new forms of culture and cultural capacities as well as their progressive programming in the conditions of complex architectural spaces along with the influence of modern technologies that alter the perceptions of the urban and architectural context. The conclusions of this research were set up as the basis of the design process that deals with the Partisan square in Užice and its remodeling into the contemporary architectural and urban system.

Ključne reči: Arhitektonsko projektovanje; Urbanističko projektovanje; arhitektonski program; memorijalni prostor; Trg partizana; Kultura; socijalna interakcija

1. UVOD

Aspekti spektakla u znatnoj meri utiču na oblikovanje društvene i kulturološke stvarnosti, i kao takvi učestvuju u kompleksnom zbiru uticaja koji deluju na proces arhitektonskog projektovanja. Kompleksan odnos između arhitektonskog prostora i programa predstavljaju jedno od suštinskih pitanja arhitekture i arhitektonskog projektovanja. Program se može definisati kao “sistem namera kojima se definiše budući prostorni sistem kuće, odnosa prostora i masa, pa čak i projektantski stavovi po pitanju različitih funkcija arhitekture: jezika, načina komuniciranja, ciljeva reprezentacije određenih ubeđenja, socijalnih odnosa i slično” [1].

Svi arhitektonski programi imaju svoja uporišta u socijalnom trenutku u kojem nastaju, bilo da je to istaknuto projektantskom metodologijom ili ne, odnosno, može se reći da su oni uvek fundirani u socijalno tkivo [2].

2. DEFINISANJE PROBLEMA

Identitet čoveka formira se u složenoj mreži porodičnih, vršnjačkih i institucionalnih odnosa i uticaja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Konstantinović.

Među ključnim potrebama čoveka sigurno jesu kulturne potrebe jer su to “one potrebe kojima se čovek ostvaruje kao biće različito od svih ostalih i kao jedinstvena ličnost u svom društvenom i kulturnom okruženju. To su one potrebe pomoću kojih čovek razvija svoju ličnost tako da aktivno deluje, proizvodi, stvara nove materijalne i duhovne vrednosti, uživa u postojećim, komunicira” [3].

2.1 Definisanje kulture

Definisanje kulture za nas jeste važno jer kako razumemo kulturnu politiku zavisi od toga kako definišemo kulturu. Na UNESCO konferenciji posvećenoj kulturnoj politici a održanoj 1982. godine objavljeno je da: „kultura daje čoveku sposobnost da razmišlja o sebi. Kroz kulturu se čovek izražava, postaje svestan sebe, prepoznaje svoje nedostatke, ispituje svoja dostignuća, neumorno traži nova značenja i stvara dela kojima prevazilazi svoja ograničenja. U svom najširem smislu, Letonija definiše kulturu kao kompleksnu celinu distinktivnih duhovnih, materijalnih, intelektualnih i emotivnih osobina koje karakterišu društvo ili grupu. Ona ne uključuje samo umetnost i pisma, već i oblike života, fundamentalnih prava ljudskih bića, vrednosne sisteme, tradicije i verovanja. U Francuskoj se kultura široko definiše pa Ministarstvo kulture i komunikacija administrira kulturnu politiku tako da cilja ka „zaštiti i razvoju svih oblika kulturnog nasleđa, ohrabrivajući stvaralačkog umetničkog i drugog kreativnog rada, i podsticanju razvoja umetničke obuke i aktivnosti. U Nemačkoj ne postoji obavezujuća definicija kulture. Pojam „kultura“ okružuje savremenu kreativnu i umetničku aktivnost i u okvirima tradicionalnih ustanova kulture i van ovih okvira, kao i kulturu svakodnevnog života. Zvanična definicija kulture ne postoji ni u Velikoj Britaniji jer se smatra da se nacionalna, regionalna i lingvistička distinktivnost i multi-kulturni diverzitet ne mogu posmatrati kao jedan entitet [4].

2.2 Kultura u digitalnom prostoru – između informacije i komunikacije

U današnjem gusto povezanom i međuzavisnom društvu koje je obeleženo globalizacijskim procesima, mobilnošću građana i široko rasprostranjenom komunikacijskom infrastrukturuom poput Interneta nove mogućnosti obeležavaju našu kulturu. Digitalna tehnologija je danas prisutna u svim aspektima naših života i u svim vrstama poslovanja. Informacijsko-komunikacijske tehnologije omogućile su nove načine primene i komunikacije informacija, a digitalizacija je omogućila lako i brzo spremanje, reprodukciju, distribuciju i korišćenje

različitih kulturnih sadržaja. Stoga se danas u literaturi i medijima često susreću pojmovi kao što su digitalna kultura, virtualna kultura, *cyberkultura* i mnogi slični pojmovi koji se koriste kako bismo opisali tehnološki baziranu kulturu savremenog društva, gde pojam digitalna kultura ukazuje na sveprisutnost digitalnih tehnologija u našim životima. U takvom savremenom društvenom kontekstu kategorije prostora i vremena nisu iste kao ranije jer je putem Mreže velik broj informacija ili usluga dostupan uvek i na bilo kojem mestu, a građani mogu jednostavno doći u kontakt s osobama u geografski udaljenim zajednicama. Nove mogućnosti koje donosi primena informacijsko-komunikacijskih tehnologija dovodi do redefinsanja pojma kulture i proširuje ga na digitalnu kulturu koja nam donosi nova iskustva kroz koje definišemo naše identitete, a koji se baziraju na novom komunikacijskom okruženju.

Kulturni sadržaji dostupni su danas na različitim platformama – od blogova, preko društvenih mreža i multimedijalnih zbirki do kulturnih portala. Takve strukture doprinose dostupnosti informacija, ali i stvaranju novih oblika komunikacije i saradnje. Putem digitalnih mreža dostupni su brojni i raznoliki informacijski resursi na kojima je dostupno mnoštvo informacija.

3. PROJEKAT "MEMORIJALNE PLATFORME" NA PROSTORU TRGA PARTIZANA U UŽICU

3.1 Analiza konteksta

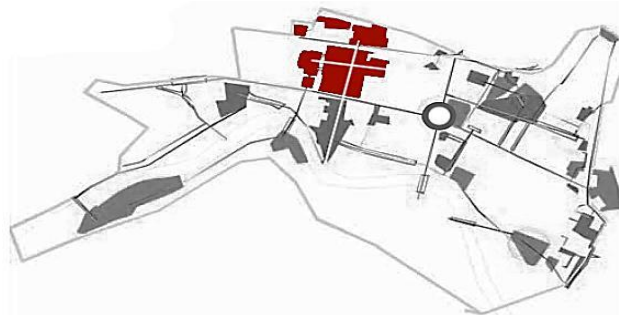
Užice je jedan od najvećih gradova Zapadne Srbije i predstavlja administrativni, privredni i kulturni centar po površini najvećeg okruga u Srbiji – Zlatiborskog okruga.

Užice je, grad koji se razvijao kao pojas duž reke Đetinje a današnji oblik i izgled, Užice je formiralo uglavnom posle šezdesetih godina XX veka. Tendencija razvoja grada bila je u pravcu pružanja koridora glavnih komunikacionih tokova, drumskih i železničkih, koji prate dolinu reke i prolaze kroz kotline Turice, Užica, Krčagova i Sevojna. Na taj način je stvorena linearna forma grada. Grad je planiran kao kompaktna struktura sa fokusom na centralnoj zoni, koja se dalje račva u radijalnim i linearnim pravcima razvoja u vidu koncentričnih krugova. Ovakvu koncepciju gradske strukture prate kružne saobraćajnice u centru i po obodu grada. Tokom razvoja Užica javili su se mnogi konflikti, gotovo svi nastali kao posledica prirodnih ograničenja. Osnovnu kompoziciju grada čine niski objekti individualne izgradnje utonulih u zelenilo i koncentracija visokih objekata u istorijskom središtu grada, kao nov element gradske slike. Moderno Užice je uspostavilo novi identitet grada koji se mahom zasnivao na negiranju tradicionalnog načina života. U skladu s tim, formirala se specifična urbana kultura s kraja XX veka koja nije bila toliko snažna da do kraja asimiluje one vrednosti koje je donosilo stanovništvo koje je migriralo sa sela tokom industrijskog razvoja grada. Međutim, uprkos tome, novi urbani identitet centralnog gradskog jezgra koji se zasnivao na modernim neboderima, administrativnim i poslovnim centrima, kao i na specifičnom oblikovanju javnih gradskih prostora za koje se može reći da karakterišu ovaj grad, izgrađen je ipak jedan identitet koji je crpeo svoju snagu u izvornom karakteru Užičana o njihovoj svesti o posebnosti i značaju u široj društvenoj zajednici. Tako je izgrađena kultura

filma i pozorišta, roka, sporta, noćnog života i specifičnog načina korišćenja javnih gradskih prostora sklonih anglosaksonskoj kulturi [5].

3.2 Analiza uže lokacije - Trg partizana

Složenost odnosa koje je uspostavio Trg partizana sa gradom i okolinom zahteva pažljivu analizu. Projekat Trga nije samo značajno arhitektonsko i urbanističko rešenje već se na niz zanimljivih načina integriše u bližu okolinu grada, dalju okolinu, prostorne gradske repere, topografiju terena oko grada, zelenilo na okolnim brdima, mestima pogodnim za krajeve dugih vizura koji prolaze preko trga, načinom kako uvodi ulice u prostorju trga, kako zatvara duge vizure iz trga radi postizanja efekta zatvorenosti.



Slika 1: Uža lokacija - Trg partizana sa graničnim sadržajima

Proporcije Trga se zasnivaju na brojevima 4 i 3 odnosno odnosu strana 4:3. Na mestima preseka linija koje formiraju jedinice proporcija postavljeni su važni prostorni reperi na trgu (skulptura, fontane, itd.). Objekti sagrađeni po obodu prostorije trga ujedno grade javni prostor kako u osnovi tako i u prostoru (svojom visinom). Stoga je spratnost objekata jednako važna kao i njihov položaj u prostoru. Kroz spratnost objekata je definisana treća dimenzija prostora pažljivom analizom partera i završnog venca objekata. Aktivnosti koje se odvijaju u javnom prostoru su cilj svakog projektovanja javnog prostora. Takođe, vremenski okvir u kome se odvijaju aktivnosti u javnom prostoru je širi nego za pojedinačne objekte (javni prostori traju decenijama i vekovima).

3.3 Društveno - politički kontekst

Arhitektonsko i urbanističko rešenje i realizacija Trga partizana u Užicu poslužili su kao obrazac za kritiku o nefunkcionalnoj podeljenosti društvene stvarnosti u saveznoj državi koja je bila pred konačnim raspadom. U vreme nastanka Trga, nametalo se očuvanje mita koji je počeo polako da blede jer je isprazio svoj sadržaj, s obzirom da su rat i klasna revolucija odavno prestali. U isto vreme, uz pomoć snage koju mit sadrži u sebi, morala se podupreti vera u snagu revolucionarnih promena. Bila je potrebna svest o neophodnosti borbe da bi se istorija dinamičnije kretala. Očuvan je mitski ep o revoluciji kroz ličnost Josipa Broza. U isto vreme, mit je trebalo da se pokaže sposobnim da prevaziđe svoje hermetičke okvire i da u daljoj revoluciji društvenih odnosa bude osnivač sistema pod čijim se okriljem budno kontroliše dalja revolucija. Na kraju dugo utvrđivani mit se devedesetih ukazao opasnim i nepotrebnim, pa je nakon smrti maršala,

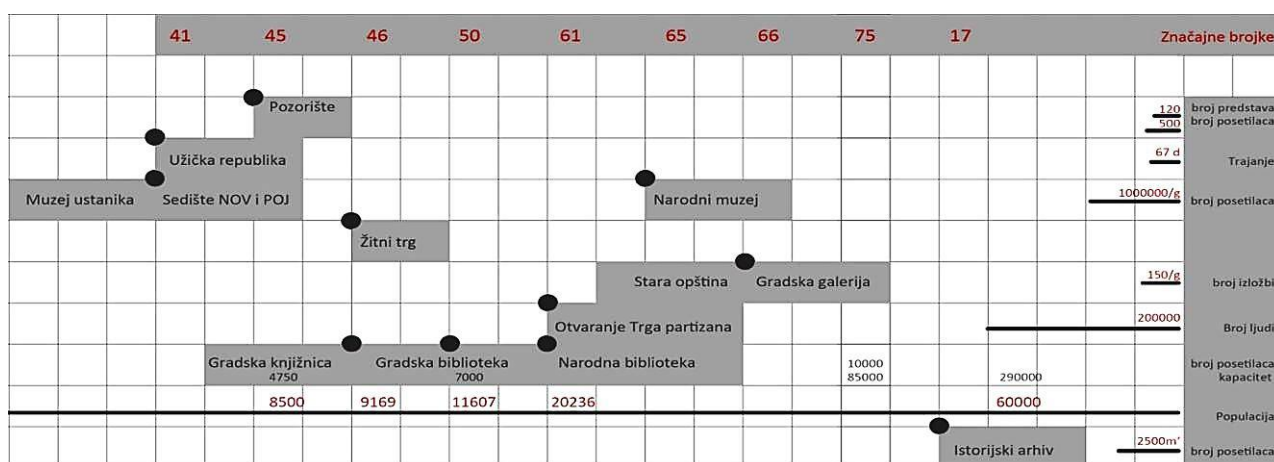
dakle posthumno, onda kada je to već bio spomenik, skulptura uklonjena sa Trga. U svakom slučaju, urbanistička i utilitarna vrednost Trga prevazilaze s početka dominantan memorijalni karakter kompozicije ovog prostora. Sam projektant, istakao je dominantnu simboličku vrednost skulpture za ukupnu kompoziciju platoa. Spomenik maršalu Titu na trgu kao određeni skulpturalni motiv - koji zahteva određene prostorne i vizuelne distance za povoljno doživljavanje njegovih plastičnih vrednosti i kao znamenje odgovarajućeg pijeteta kroz vreme, biće takođe jedno od merila u iznalaženju prostornosti i veličine trga. [6]

U političkom smislu, projekat je prelomljen između dve ideje. Ideje o stvari od građevinske važnosti i ideje o veličini i mitu komunističke elite koja je zaslužna za revolucionarnu pobjedu nad nepravедnim klasnim društvom i koja je promenila istorijske tokove. Između svakodnevnja i mita, u tragediji politike koja je, nažalost bila nedovoljno emancipovana da prizna svoje limite i da ih

prevaziđe, sagrađen je izuzetan asambl visoke estetike čij je značaj priznat i izvan granica naše zemlje.

3.4 Analiza kulturnih kapaciteta Užica

Preko delatnosti kulture Užice ostvaruje kontakte sa okruženjem, a objekti kulture sastavni su deo sistema centara. Užice je razvijalo institucije kulture, koje su imale poseban značaj na nivou makroregionalnog centra. Tako u Užicu postoji niz kulturnih institucija regionalnog značaja - Narodno pozorište, Narodna biblioteka, Narodni muzej, Istorijski arhiv. Institucije kulture lokalnog karaktera - Gradska galerija, izložbeni prostor "Jokanovića kuće", bioskop, Dom kulture, Gradski kulturni centar. Objekti u oblasti kulture predstavljaju sedište kulturnog života. Od izuzetnog značaja je razvoj postojećih, tradicionalnih i novih kulturnih manifestacija, koje čuvaju identitet grada, kojima Užice ostvaruju razvojni put koji ga čini značajnim i prepoznatljivim u širem okruženju.



Slika 2: Tabelarni prikaz kulturnih kapaciteta grada Užica i mogućnost povećanja njihovih kapaciteta putem Memorijalne platforme

Ako arhitektura nastaje kao odgovor na strukturu potreba, postavlja se pitanje šta su potrebe, odnosno koji su problemi sa kojima se suočava grad Užice? Na osnovu sprovedene analize, može se zaključiti da su kulturni kapaciteti grada Užica svedeni na egzistencijalni minimum i da je neophodno povećati njihove kapacitete putem hipotetičkog projekta "Memorijalne platforme."

3.5 Konceptijsko rešenje

Ideologije se smenjuju, prolaze i zaboravljaju, ali se njihova prisutnost u prostoru itekako oseća kao nevidljivi element oblikovanja dajući prostoru specifičan karakter. Suočen sa složnošću lokacije, razvijen je jedinstven pristup koji je vođen idejom sećanja prostora.

Memorijalna platforma zamišljena je kao megastruktura koja nastoji da poveća kulturne kapacitete grada Užica kroz interakciju sa samim korisnicima. Posmatrano na nivou urbanizma, platforma teži da preispita predimenzionisane proporcije samog Trga partizana kreirajući na taj način nove prostorne odnose. Koreni ove ideje mogu se dovesti u vezu sa pojmom integralnog urbanizma koji se zalaže za postizanje toka koji u ovom slučaju predviđa utapanje, raznovrsnost i preklapanje programa. U tom smislu, ova platforma posmatra kulturu

kao tok u širem urbanističkom kontekstu. Određene tačke u prostoru mogu biti segment čitave jedne kulturne mreže u gradu.

Tako širok dijapazon ljudi i aktivnosti uspostavlja raster u prostoru što izuzetno olakšava kretanje informacija i sadržaja. Program je shvaćen kao nešto što se razvija, određeni broj događaja će doći ili će se pojaviti i može se smatrati novinom koja generiše novi život na trgu. Prostor trga sagledavamo kao kolaž serije različitih programa koji možemo posmatrati kao presek fluksova koji pulsiraju trgom.

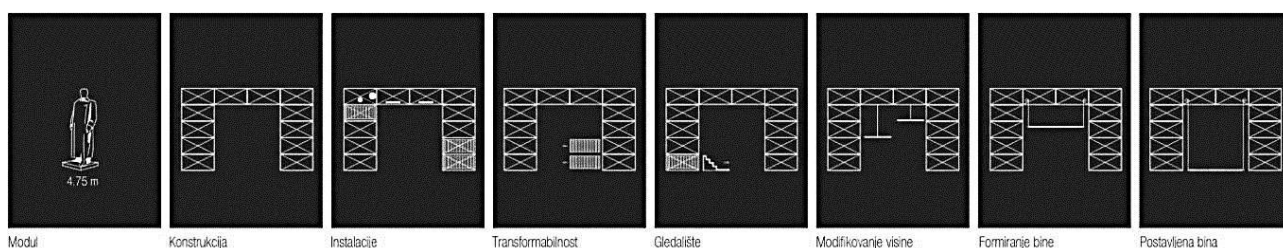
Struktura je zamišljena kao jedna vrsta socijalnog kondenzatora gde se kroz zagušenje i promenljivost kulturnog programa oslikava savremeni gradski život. Te urbane aktivnosti su nestabilne, nesigurne, preklapaju se i mutiraju. U procesu preklapanja korisnika, njihovih aktivnosti u prostoru, i urbane strukture koja sledi finoću i iznad svega strah, formirana je platforma koja suprotstavlja dva sveta jedan naspram drugog. Tumačenje ove koncepcije može se dovesti u vezu sa Ideološkom crtom koja je karakteristična za analizirani prostor gde se uspostavljanje stabilne (nepomerljive) strukture može poistovetiti sa ideologijom dok nestabilan program oslikava položaj pojedinca u društvu.

Prostorna struktura svoju modularnost zasniva na fizičkoj dimenziji Titovog spomenika koja iznosi 4,75m dok arhitektura svoju estetiku crpi iz sećanja na period izgradnje trga, odnosno na prisustvo gradilišta što po karakteru odgovara "programskoj nedovršenosti" trga. Primenjeni konstruktivni sklop omogućava ekspanziju strukture kroz repeticiju konstruktivnih elemenata a samim tim se omogućava proširenje strukture u cilju povećanj kapaciteta. Pored primarne strukture koja definiše obodni deo trga, u prostoru je formirana i sekundarna konstrukcija, odnosno blok tehničkih programa koji predstavljaju neophodnu potporu za održavanje određenih događaja u prostoru.

Princip modularnosti strukture afirmiše se kroz fluidnost plana koji je jasno ostvaren u međuprostorima, kroz različite veze i mogućnosti kretanja korisnika. Na taj način je modularnost primenjena kroz arhitektonsko – urbanističku genezu. Fleksibilnost ovog pristupa ogleda se u suptilnom prilagođavanju same strukture lokaciji a varijabilnost programa se postiže kroz analogiju sa principom transformacije. U odnosu na temu istraživanja i na predložen hipotetički projekat,

memorijalna platforma koristi izvesne principe koji se odnose na formiranje otvorenog plana i to u smislu multifunkcionalnosti i mogućnosti za odvijanje različitih događaja. Princip se postiže uvođenjem niza različitih programa koji simultano transformišu doživljaj enterijera i eksterijera strukture. Transformativni karakter strukturi omogućava uvek drugačije i neočekivane vizure ka okruženju odnosno fizičkoj granici trga a na taj način se istovremeno redefiniše granica spolja-unutra.

Ako se pođe od pretpostavke da bi se prostor Trga mogao "rasterizovati", a da se dešavanja i umetničke akcije disperzuju i po gradskim prostorima - onda je ovo jedina mogućnost za prepoznavanje tih prostora, njihovih mogućnosti i kako ih približiti korisnicima. To znači da se u projektu zapravo radi o uspostavljanju praznog, zatvorenog prostora, unutar kojeg će biti konstruisana i organizovana veštačka mnoštva programa. Zbog takvog pristupa i činjenice da je program definisan kao nešto što je promenljivo, odnosno nešto što se u potpunosti ne može definisati, projektom je predloženo nekoliko različitih scenarija "programiranja" samog prostora trga.



Slika 3: Odabir modula i proces transformacije strukture

6. ZAKLJUČAK

Prostor Trga Partizana svojevremeno je građen kao društveni i javni centar grada, ali ako sagledamo tu smelu ideju sa vremenske distance od gotovo 6 decenija, postavlja se pitanje da li ta ideja u celosti konkretizovana. U tom smislu možemo zaključiti da je arhitektura Trga partizana uniformna, diktirana arhitektura, arhitektura istosti, razvijena pod parolom "u osnovi funkcionalna, socijalna po sadržaju" i ova studija nastoji da napravi iskorak u tom programskom nedostatku trga.

Svako društvo mora hrabro da se bori za svoju kulturu i identitet da bi se moglo okarakterisati kao uspešno. Na primeru Trga partizana možemo zaključiti da je opšta svest o kulturnim zbivanjima na marginama i da je prostoru neophodno vratiti svoj istorijski identitet.

Vođena idejom sećanja, memorijalna platforma, kako je ova studija definiše, nastoji da odgovori na potrebe pojedinca i kolektiva na način da se postojeći objekti koji formiraju arhitektonski doživljaj i sklop trga ne naruše, već da se njihov sadržaj nadopuni i istakne. Nova struktura koja obavlja prostor trga svedoči o nekom novom vremenu u kojem su se potrebe ljudi promenile, ali i o vremenu u kojem nije neophodno poništavati sopstvenu prošlost zarad neke nove budućnosti.

7. LITERATURA

- [1] Konstantinović, Dragana. *Programske osnove jugoslovenske arhitekture: 1945-1980* (Doktorska

disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2013)

- [2] Radović, Ranko, *Savremena arhitektura: između stalnosti i promena ideja i oblika* (Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka i Stylos Art, 1998), str. 119.
 [3] DRAGIĆEVIĆ-ŠEŠIĆ, Milena, STOJKOVIĆ, Branimir. *Kultura. Menadžment, animacija, marketing*. Beograd: Clio, 2003, str. 14.
 [4] Vukanović, Maša. *Pogled na kulturu: Zakoni i prakse u Srbiji i pet država članica Evropske unije*, Zavod za proučavanje kulturnog razvitka, 2011.
 [5] grupa autora, *Umetnost u javnom prostoru, Ekspertska studija prostorne provere užeg gradskog jezgra Užica za potrebe umetničke produkcije u javnom prostoru*, Academica, 2011, str. 20
 [6] Milivojević, Dejan. „Iz istorije nastanka Trga partizana u Užicu“, *Izgradnja*, 67 (2013), 314-328.
 [7] Marković, Željko. *Carigradski memento*, Istorijski arhiv Užice, 2008.
 [8] Fuko, Mišel. *Bezbednost, teritorija, stanovništvo*, Biblioteka Matice srpske, Novi Sad, 2014.

Kratka biografija:



Radiša Kostadinović rođen je 1992. god u Užicu. Osnovne studije arhitekture završio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom završava i master studije 2017. godine, smer Arhitektonsko urbanističko projektovanje.

**CENTAR ZA STIMULACIJU PRAVILNOG RAZVOJA I NEFORMALNOG
OBRAZOVANJA****THE CHILD DEVELOPMENT'S STIMULATION AND INFORMAL EDUCATION
CENTRE**

Vojislav Ninković, Dragana Konstatinović, Slobodan Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi detaljnijim upoznavanjem načina na koji funkcionišu nove generacije i generisanjem okruženja koje će pokušati da im se obrati na adekvatan način i omogućiti bolje uslove za razvoj u skladu sa trenutnim okolnostima. Krajnji ishod rada na projektu je stvaranje interaktivnog okruženja za mladu populaciju sa jedinstvenim funkcionalnim okvirom za promenljiv program. Povezivanjem različitih sadržaja na jednom mestu ispunjava se preduslov za organizaciju različitih vrsta događaja koji mogu biti inicirani od strane samih korisnika, u skladu sa njihovim potrebama i željama.

Abstract – This research provides an introduction into the operational models and ways the new generations correlate with modern technologies. It aims at generating an environment responsive to their needs, eventually ensuring a quality development. The task is to create a responsive environment, rich with activities within a unique functional framework, designed specifically for younger population. As a precondition for any type of event, cumulation of various activities could thus be initiated by the end-users as well, according to their specific needs and preferences.

Ključne reči: Arhitektonsko projektovanje, multifunkcionalni prostor, centar za mlade, edukacija, kultura

1. UVOD

Rezultati koje učenici iz Srbije postižu na PISA i TIMSS istraživanjima ukazuju na visok nivo reproduktivnog i veoma nizak nivo funkcionalnog znanja - znanja koje je od ključne važnosti za povezivanje, razumevanje i rešavanje problema. Ova činjenica se čini još više zabrinjavajućom ako uzmemo u obzir to da, u vremenu u kom živimo, funkcionalno znanje postaje imperativ.

Pogledom na Forbsovu listu najtraženijih zanimanja danas uviđa se da većina tih zanimanja nije postojala pre dve decenije što znači da, ako tako posmatramo, današnja deca se pripremaju za zanimanja koja još uvek ne postoje.

Kao projektanti logično je da sebi postavimo pitanje: kakva treba da bude egzistencijalna sredina za buduće generacije? Razvijanje tipologije koja bi umrežavanjem različitih sadržaja (obra-zovanje, kultura, fizičke aktivnosti) pružila širok spektar mogućnosti njihovog kombinovanja jedan je od mogućih scenarija koji zavređuje pažnju autora, jer bi

potencijalno na ovaj način nastalo stimulativno okruženje za razvoj korisnika na svim nivoima.

1. DIGITALNI UROĐENICI

U svom revolucionarnom članku, američki književnik Mark Prenski navodi da su se studenti radikalno izmenili i da aktuelni obrazovni sistem nije dizajniran u skladu sa njihovim potrebama [1]. Generacije rođene u digitalnom svetu on je nazvao „digitalnim urođenima“, a sve one koji nisu rođeni u digitalnom svetu „digitalnim imigrantima“. Sasvim je jasno da kao rezultat sveprisutnog okruženja i ukupnog obima interakcije sa njim pripadnici nove generacije razmišljaju i obrađuju informacije na elementarno drugačiji način od svojih prethodnika.

Njihovi mozgovi su fiziološki drugačiji usled digitalnog inputa koji dobijaju tokom odrastanja, a različite vrste iskustava dovode do različitih struktura mozga. U današnjem ubrzanom svetu sve je manje vremena i prilike za autorefleksiju, stoga najveći izazov u radu sa digitalnim urođenima predstavlja upravo pronalaženje načina na koje se autorefleksija i kritičko razmišljanje mogu uključiti.

2. NEUROFIZIOLOŠKI RAZVOJ**2.1. Ravnoteža**

Ravnoteža predstavlja sposobnost tela da održi centar mase iznad baze oslonca dok na njega deluju sile nastojeći da ga izvedu iz ravnotežnog položaja, odnosno sposobnost kontrole ravnotežnog položaja pod uticajem gravitacije. Pravilno funkcionisanje ravnoteže omogućava ljudima da jasno vide dok se kreću, orijentišu se u prostoru, poštuju gravitaciju, određuju pravac i brzinu kretanja i da po automatizmu vrše korekciju položaja i održavaju stabilnost tela u različitim uslovima i aktivnostima.

Tokom predškolskog uzrasta, veština održavanja ravnoteže dostiže odgovarajući nivo, dok se njen razvoj u potpunosti završava tokom kasnijeg detinjstva. Proces održavanja ravnoteže rezultat je složene interakcije i koordinisanog rada tri senzorna sistema: vestibularnog, vizuelnog i somatosenzornog.

2.2. Vestibularna stimulacija

Deca sa disfunkcijom vestibularnog čula, obično imaju nedostatke u proprioceptivnom i taktilnom procesuiranju. Kako bi poboljšali svoje motorno planiranje, ovoj deci su potrebne aktivnosti koje uključuju obilje vestibularnih, taktilnih i proprioceptivnih iskustava udruženih sa odgovorima prilagođavanja koji pomažu u organizaciji ovih senzacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc dr Dragana Konstatinović.

Većina dece sa razvojnom dispraksijom ima snižen mišićni tonus, što umanjuje količinu proprioceptivnih informacija koje mišići šalju nazad u centralni nervni sistem. Ovo je razlog više zašto moramo da stimulišemo razvoj vestibularnog sistema koji bi pomogao deci u motornom planiranju.

Prema brojnim ispitivanjima izlaganje dece i adolescenata sa poteškoćama u motornim funkcijama, čitanju, učenju i koncentraciji različitim stereotipnim pokretima koji se sastoje iz vestibularne i kinestetičke stimulacije rezultovalo je poboljšanjem senzomotornih i psiholoških sposobnosti [2].

Kad je u pitanju projektantski pristup stvaranja stimulativnog okruženja važno je uočiti diferencijaciju stimulusa. Brzo praćenje predmeta pokretima oka, trčanje i preskakanje prepreka pozitivno utiče na akomodaciju oka. Prilikom skakanja gore – dole, kristali u mozgu kreću se u istom pravcu, a prilikom trčanja i ljuljanja kristali se njišu. Rotacijom oko svoje ose aktiviraju se receptori u ušnim kanalima, dok dodirivanjem predmeta koji vibriraju kosti prenose vibracije do unutrašnjeg uva i aktiviraju receptore.

3. PROJEKTANTSKI ZADATAK

Ova studija razmatra pristup grupisanja različitih sadržaja na jednom mestu i njihovog međusobnog umrežavanja po uzoru na umreženost sadržaja iz digitalnog prostora. Na taj način korisniku se pruža određen nivo interaktivnosti sa kojim je familijaran. Na razvoj novog tipa prvenstveno utiče njena ciljna grupa, koju čine deca predškolskog i mlađeg školskog uzrasta.

U tom smislu objekat tretira ove dve grupe kao celinu i u obrzovnom, i u razvojnom smislu i nastoji da relativizuje njihovu granicu, s obzirom da neformalno obrazovanje započinje već u predškolskom uzrastu, a da se razvoj nastavlja i nakon toga. Matematičkim jezikom rečeno

objekat predstavlja uniju skupova kulturno – obrazovnih, sportsko – rekreativnih i zabavnih sadržaja. Određivanje tih sadržaja za samu studiju predstavlja periferno pitanje, dok centralno pitanje zauzima način njihovog povezivanja.

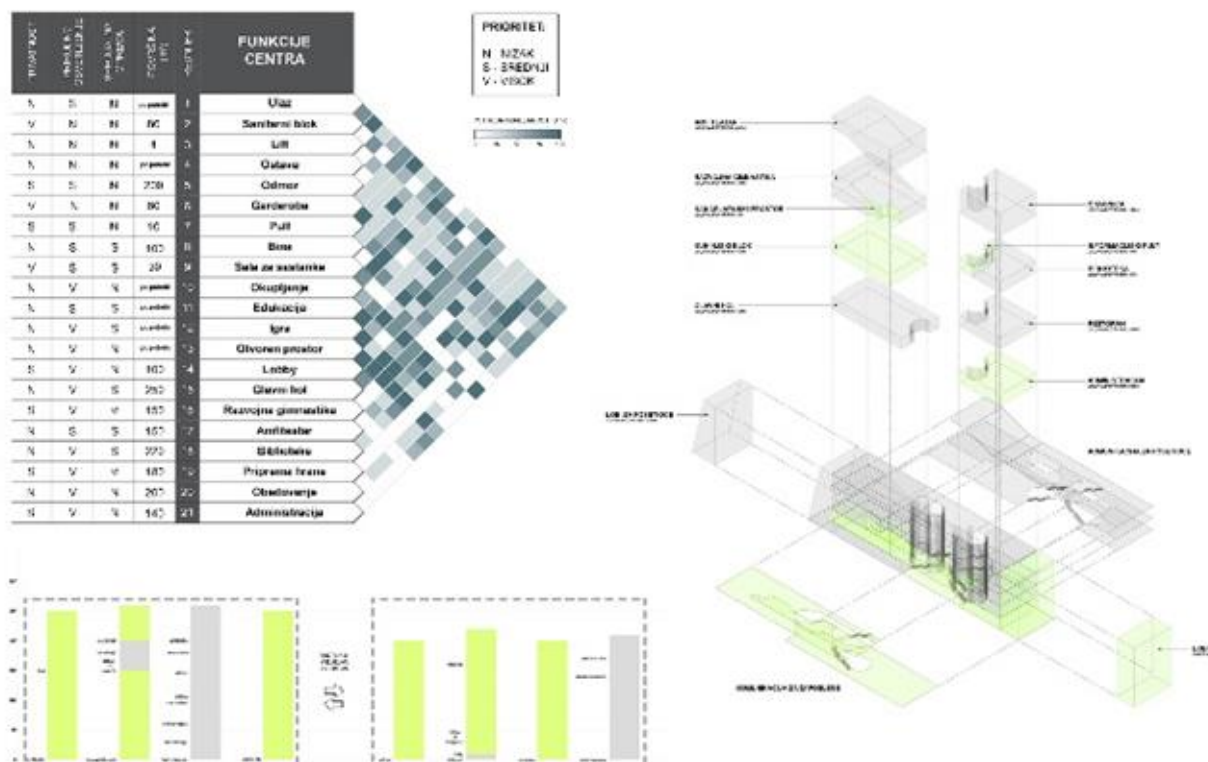
4. LOKACIJA

Odabrana lokacija nalazi se na području starog gradskog jezgra, preko puta Tanurdžićeve palate u ulici Modene. Objekat je sa jedne strane ugrađen, dok je na ostalim stranama definisan ulicama Kralja Aleksandra, Modene i Ilije Ognjanovića. Na odabir lokacije je pored potrebne veličine parcele uticala i želja da se objekat nalazi unutar pešačke zone, iz bezbednosnih razloga. Dodatni zahtevi o kojima je vođeno računa su pristupačnost, odnosno frekventnost saobraćajnica koje je okružuju, kao i neposredna veza sa Trgom Slobode, odnosno potreba za velikom slobodnom površinom za potrebe okupljanja ispred samog objekta.

Arhitektonski kontekst u kom se objekat nalazi kreće se u rasponu od zaštićenih klasicističkih i secesionističkih objekata starog gradskog jezgra, zatim crkve Imena Marijinog i Gradske Kuće, do poslovno – stambenog objekta Tanurdžićeve palate iz perioda između dva svetska rata, od barokne plastike i bogate dekoracije do monumetalne svedenosti. Simetrija većine fasada, kao i stroge linije prozorskih osa osnovne su morfološke karakteristike koje će determinisati budući odnos objekta prema lokaciji.

5. KONCEPTUALIZACIJA REŠENJA

Pojedinačne funkcije centra najpre su uporedno analizirane po različitim kriterijumima, kao i po potrebi njihove međusobne povezanosti. Kao početna instanca za osmišljavanje prostorne koncepcije izabrana je funkcija pripreme hrane koja ima najizraženiji kontrast u međusobnoj povezanosti sa ostalim funkcijama.



Slika 1. Dijagram prostorne koncepcije

Dalje su grupisanjem funkcija približnih veličina u vertikalne nizove formirana dva bloka između kojih se nalazi tampon zona koja je prepoznata kao potencijalno mesto različitih taktilno – vizuelnih iskustava. Ovo je postignuto uvođenjem dva kruta jezgra u kojima se na nižim etažama nalaze poligoni za penjanje i klizanje, a na najvišoj viseće mreže koje pružaju mogućnost preispitivanja iskustva gravitacije.



Slika 2. Trodimenzionalni prikaz objekta

Osim toga, jezgra imaju ulogu prodiranja zenitalnog osvetljenja u samo središte objekta. Oko njih se razvija unakrsna komunikacija, posebno za zaposlene, a posebno za posetioce, koja proizilazi iz činje–nice da sadržaji namenjeni isključivo zaposlenima nisu vertikalno grupisani. Integracija krutih jezgara u objekat postignuta je praćenjem fluidnog toka unakrsnih komunikacija između kojih se nalaze.

6. KONSTRUKCIJA I MATERIJALIZACIJA

Noseća konstrukcija objekta izvedena je u skeletnom sistemu u kombinaciji sa dva armirano betonska jezgra.

Horizontalna noseća konstrukcija sastoji se iz rešetkastih glavnih nosača statičkog sistema proste grede raspona $l=18m$, na osovinskom razmaku od 6m. Gornji pojas rešetke istovremeno vrši funkciju podnog nosača, pa je samim tim opterećen na lokalno savijanje usled direktnog naleganja podne ploče. Podvlače su upuštene ispod nivoa glavnog nosača i vezane su za čvorne limove. Temeljna ploča je izvedena u armiranom betonu, dok su podne ploče formirane sprežanjem betona i čelika, a preko njih je postavljena konstrukcija plivajućeg poda.

Vertikalna noseća konstrukcija sastoji se iz IPE500 čeličnih stubova nosećeg okvira i kosih stubova kutijastog profila koji formiraju otvoreni, natkriveni prostor ispred glavnog ulaza. Svi stubovi se nalaze na fasadi, kako bi se izbeglo stvaranje fizičkih prepreka i upotreba oštih ivica unutar korisnog prostora. Vertikalne elemente krutosti čine čelični spregovi sa ukrštenim dijagonalama i dva armirano betonska kruta jezgra u samom središtu objekta, koji pored toga što predstavljaju elemente krutosti imaju ulogu obraznih stepenišnih nosača.

Raspon vertikalnih nosećih elemenata logično upućuje na odabir staklene fasade, kako bi se obezbedila što veća količina prirodnog osvetljenja u unutrašnjosti objekta. Upotreba zid – zavese i perforiranih fasadnih panela u unutrašnjosti objekta stvara filtrirajući sloj svetlosti i onemogućava potpunu transparentnost fasade spolja, dok je pogled iz unutrašnjosti objekta omogućen.

7. ZAKLJUČAK

Projektovanje objekata za decu oduvek je predstavljalo osetljivu temu. Pored poštovanja svih pravila koja se odnose na bezbednost korisnika, potrebno je takođe i oplemeniti sredinu u kojoj će svi zajedno boraviti. U zavisnosti od toga kako će ta sredina biti formulisana, njihov razvoj biće manje ili više usmeren. Kako bi maksimalno iskoristili svoje sposobnosti, odnosno maksimalno koristili svoje razvojne potencijale, deci je potrebno ponuditi bogato iskustvo boravka u prostoru.

Objekat u kom svoje mesto nalazi svet dečje igre i mašte mora imati za cilj da tu maštu probudi. Različita iskustva kretanja kroz objekat kao što su penjanje, puzanje, provlačenje, obilaženje i sl. istovremeno su uticajni faktori razvoja.

Brojne studije iz oblasti medicine su pokazale da su motorni i umni razvoj u uzajamnom delovanju i da predstavljaju nerazdvojivu celinu.

Pored svih navedenih, ovaj objekat ima i ulogu socijalnog kondenzatora, s obzirom na to da se u njemu nalaze korisnici koji ni na koji drugi način ne bi došli u kontakt. Međusobnim povezivanjem razbijaju se predrasude, razvija osećaj zajedništva, razumevanje i tolerancija.

8. LITERATURA

- [1] Marc Prensky, Digital Natives, Digital Immigrants, On the Horizon, NCB University Press, Vol. 9 No. 5, October 2001, ISSN 1333-5987
- [2] Robert E. Arrendt, William E. MacLean Jr., Leslie F. Halpern, Grant A. Youngquist, Alfred A. Baumeister, The Influence of Rotary Vestibular Stimulation Upon Motor Development of Nonhandicapped and Down Syndrom Infants, *Research in Developmental Disabilities*, February 1991, DOI: 10.1016/0891-4222(91)90016-L, 12(3): 333-348

Kratka biografija:



Vojislav Ninković rođen je u Novom Sadu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura –Centar za stimulaciju pravilnog razvoja i neformalnog obrazovanja odbranio je 2017.god.

MODEL STANOVANJA ZA NOMADE RESIDENTIAL MODEL FOR NOMADS

Čedomir Salatić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi ispitivanjem razvoja novih trendova u stanovanju savremenih nomada kao i odnosa između savremene arhitektonske prakse i novih tehnologija koje menjaju shvatanja urbanističkog i arhitektonskog konteksta. Zaključci ovog istraživanja postavljeni su kao baza projektantskog postupka koji se bavi formiranjem modela stanovanja za savremene nomade, baziranog na novim tehnologijama masovnog transporta.

Abstract – The paper deals with the research of the development of new residential models among modern nomads, as well as the relation between contemporary architecture and modern technology that alters the perception of the urban and architectural context. The conclusions of this research were used as the basis of the design process that proposes a new residential model for contemporary nomads based on technologies of mass transport.

Cljučne reči: Arhitektonsko projektovanje; stanovanje; nomadi; pokretni dom

1. UVOD

Kraj XX i početak XXI vijeka obilježili su ubrzani tehnološki razvoj kao i sve veća globalizacija. Pojava interneta početkom devedesetih je neposredno izazvala pojavu globalnog sela. Dijeljenje informacije je postalo gotovo trenutno. Sinhronizacija tolikih razmjera je uvezala svijet do te mjere da globalno društvo sve više djeluje kao jedna univerzalna zajednica. Zahvaljujući tehnološkom napretku i informacijskoj revoluciji barijere između država postaju slabije i slabije. Razmijena dobara je u konstantnom porastu a nivo kretanja stanovništva unutar i između država je bez presedana u istoriji. Danas je uobičajeno da ljudi žive u jednom a rade u drugom gradu, a sve veći je broj ljudi koji koriste integraciju društva za česte međugradske ili čak međudržavne migracije u cilju poboljšavanja životnog standarda. Ovakvo stanje je dovelo do pojave novog životnog stila – savremenog nomada. Bilo da su motivi kulturološke ili ekonomske prirode, savremeni nomad se više i više pokazuje kao tip čovjeka koji je u mogućnosti da u najvećoj mogućoj mjeri iskoristi mogućnosti novonastale društvene realnosti. I dok su prednosti nomadskog života višestruke, postoje mnogobrojni problemi i poteškoće sa kojima se pripadnici te subkulture svakodnevno susreću. Većina tih problema svoj korijen nalazi u raskolu između novih i ustaljenih tehnologija življenja.

NAPOMENA:

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

1.1. Definisanje predmeta istraživanja

Predmet istraživanja biće upravo pregled i analiza problema i potencijalnih rešenja za životni stil nomada. Ovaj rad sačinjavaće analiza spomenutog životnog stila kao i istraživanje tehnologije koja djeluje obećavajuće u pogledu nudi rešenja, a u cilju izrade konceptualnog projekta savremenog sistema stanovanja. Takav sistem prije svega treba da omogući ciljnoj grupi da poveže svoj životni stil sa stilom stanovanja. Ovaj sistem je zamišljen kao utopijski projekat koji će ponuditi trajno stambeno rešenje za potrebe savremenih nomada i to pozivajući se na tehnološki progres koji je donekle i odgovoran za pojavu nomada.

1.2. Odabir teme

Izrada arhitektonske studije sistema stanovanja za nomade proistekla je iz činjenice da postoji nedostatak odgovarajuće odgovarajuće stambene infrastrukture orijentisane ka potrebama ovog specifičnog životnog stila. Rešenje je donekle radikalno iz razloga postojanja jasnih naznaka da će se broj nomada u skorijoj budućnosti povećati te da će stoga problemi i nedostaci vezani za taj životni stil postati izraženiji i bitniji za rješavanje. Odnosno, radikalniji problem zahtijeva radikalno rešenje. Osim grupe ljudi, čijim današnjim potrebama je rad inspirisan, predviđa se da će, jednom kada tehnologija bude dostupna, ovakav životni stil privlačiti sve veći broj ljudi.

2. KULTUROLOŠKI KONTEKST – NOMADI

Za potrebe formiranja rešenja potrebno je istražiti ideju nomadskog života. Riječ nomad vuče porijeklo od grčke riječi *nomas* (νομάς) i označava pripadnika zajednice ljudi koja je u konstantnom pokretu i potrazi za ispašom. I dok su Grci koristili ovaj termin da bi opisali narode da bi opisali ratničke narode koji su naseljavali stepe sjeverno od Crnog mora, termin je vremenom počeo da se odnosi na sva društva bez stalnog mjesta boravka. Nomadski način života je zapravo obilježio značajan period postojanja ljudske vrste. Od pojave ljudske vrste pre nekih 2.500.000 godina pa sve do poljoprivredne revolucije prije 10.000 godina, sva ljudska društva su živjela nomadskim stilom života. Drugim riječima, ljudi su 99% svog postojanja proveli kao nomadi. To je navelo određene naučnike da zaključe da se kroz tako dug period evolucije, nomadski život utkao u prirodu čovjeka. Tako se, na primer, objašnjava želja za putovanjem kao i osjećaj satisfakcije i sreće kada otkrijemo nešto novo, nama do tada nepoznato. Takođe, neka društva prevashodno u Centralnoj Aziji i danas žive nomadskim životom iako su ekonomske mogućnosti u gradovima veće.

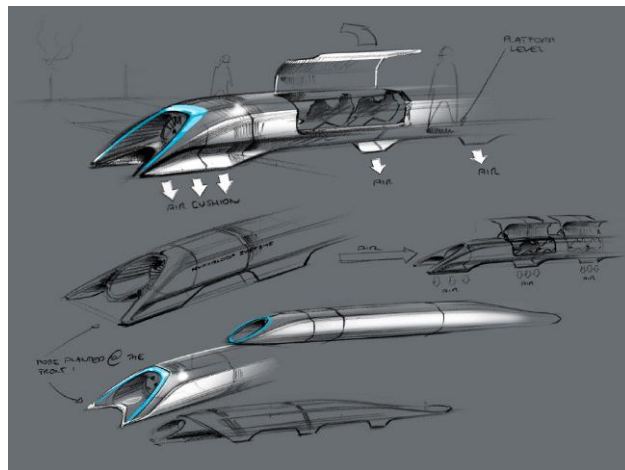
Osim toga, u većini današnjih, savremenih društava prisutna je romantizirana ideja odlaska na putovanje,

avanturu ili život daleko od svog rodnog kraja. Kako je ranije navedeno, nomadski život je djelimično utkan u ljudsku podsvijest. Stoga, ne iznenađuje da se u današnje vrijeme odeđeni broj ljudi odlučuje za savremeni nomadski život. Savremeni nomadi se suštinski ne razlikuju od svojih pret-civilizacijskih parnjaka. I oni, kao i njihovi prethodnici, mijenjaju konstantno svoje mjesto boravka u potrazi za resursima, ti resursi mogu biti fizički, ali i neopipljivi, odnosno kretanje može biti motivisano ekonomskim ili kulturološkim razlozima. Bitno je napomenuti da ekonomski razlozi samo posredno utiču na nomade, naime, današnja ekonomija je u velikoj mjeri decentralizovana, lokacijski i organizacijski. U tom smislu ekonomski razlozi su više omogućili pojavu nomada, nego što su glavni motivator njihove pojave, to mjesto zauzima unutrašnja želja čovjeka da bude u pokretu i da otkriva ljude i svijet oko sebe. Povećani broj nomada kao i njegov prognozirani porast stoga ne iznenađuje kada se uzme u obzir razvojni put ljudske civilizacije. Iz predloženog je jasno da nomadi najviše cijene slobodu i fleksibilnost koje im ovaj životni stil nudi, dok je najveći problem neposjedovanje nečega što bi se moglo smatrati domom u klasičnom smislu, uz nizak nivo komfora putovanja i stanovanja[1]. Na prvi pogled, nedostaci su prirodna posljedica prednosti tj. sve one stvari koje nomada čine mobilnim i fleksibilnim takođe utiču na to da nomad nema prostor u kojem bi mogao da iskusi intimu i komfor doma, odnosno nedostatak doma je glavni problem ovog životnog stila dok je mobilnost urok i prednosti i problema. Dom se u tom kontekstu može smatrati ostrvom pripadnosti u novoj i nepoznatoj sredini te se kao rešenje problema nomada može smatrati obezbeđivanje doma uz zadržavanje pokretljivosti i fleksibilnosti. Radikalni koncept putovanja i transporta je istražen u narednom poglavlju kao moguće rešenje za navedene probleme ciljne grupe.

3. HIPERLUP TEHNOLOGIJA BRZOG TRANSPORTA

Uzimajući u obzir naveden probleme nomada, jasno je da je potrebno omogućiti određenu sintezu stanovanja i putovanja bez žrtvovanja komfora na koji smo u današnjem društvu navikli. Pošto današnje transportne tehnologije ne ispunjavaju potrebne kriterijume, potrebno je okrenuti se tehnologijama koje su u izvodljive u relativno bliskoj budućnosti, a pri tom nude niz prednosti na klasične vidove transporta. Ta misao nas dovodi do hiperlupa. Tehnologija hiperlupa je radikalni koncept masovnog prevoza koji je predložio američki milijarder Ilon Mask. Hiperlup, kao revolucionaran nov metod masovnog prevoza bi transportovao ljude i tovar pri brzinama od 1200 km/h. Osnovna zamisao je da transportne kapsule unutar cevi lebde na tankom vazдушnom jastuku i da ih pokreće elektromagnetni motor unutar svake kapsule. Ovakav sistem omogućava komfor putovanja vozom sa brzinom aviotransporta bez komplikacija vezanih za ukrcavanje i iskrcavanje. I dok hiperlup zaista predstavlja radikalni novi koncept u praksi, važno je napomenuti da sama tehnologija pozajmljuje mnoge teoretske ideje od raznih, više ili manje razrađenih, konceptualnih projekata transporta. Tu se prije svega misli vakum-voz Roberta Godara i slične savremene reinterpretacije ideje od strane Rand

korporacije i ET3. Hiperlup se može okarakterisati kao vid transporta materije kroz cijevi sa posebnom atmosferom. Za razliku od spomenutih koncepata ET3 i Rand transporta, gdje se prostor cijevi dovodi u stanje vakuma, hiperlup sistem se zadovoljava sa održavanjem atmosfere bliske vakumu (hiljaditi dio pristiska vazduha na nivou mora). Razlog za ovakvu promjenu leži u činjenici da je apsolutni vakum teško postići, a još teže održavati, bilo koje pukotine ili „curenja“ bi imale katastrofalne posljedice. Sa druge strane, stanje veoma niskog pritiska je moguće relativno lako održavati i pomoću trenutno dostupne tehnologije, takođe, eventualni problemi sa „curenjem“ vazduha bi se privremeno mogli sanirati prostim povećanjem dejstva pumpe.



Slika 1. Konceptualni prikaz hiperlup kapsula

Sam dizajn kapsule, koja je pokretni dio hiperlup sistema, je oblikovan i donekle ograničen prirodom metode pokretanja kroz karakterističnu atmosferu. Zarad stabilnosti pri velikim brzinama cijev ne može da bude mnogo šira od kapsule što zajedno sa malim ali ipak bitnim prisustvom vazduha u cijevi, pri velikim brzinama (reda veličine 1200 km/h) dovodi do zagušenja toka vazduha i samim tim povećanja otpora te otežanog kretanja. Ova pojava je poznata kao Kantrovićeva granica. Postoje načelno dva rešenja ovog problema, kretati se jako sporo ili kretati se jako brzo (reda veličine 2000 km/h). Iako na prvi pogled kretanje većom brzinom zvuči primamljivo, međutim brzine od preko 2000 km/h isključuju mogućnost čak i širokih krivina usljed pojave prevelikih centrifugalnih opterećenja. Proširenje cevi u rangu od 0.5m slabi Kantrovićev efekat, ali ga ne otklanja u potpunosti, međutim dozvoljava mogućnost nivelisanja i olakšanog skretanja. Da bi se u potpunosti savladao spomenuti efekat potrebno je pristupiti rešenju sa strane dizajna kapsule. Predlaže se formiranje električnog kompresora na čelu kapsule, koji će usisavati nagomilani vazduh u cijevi ispred kapsule i skladištiti se unutar ugrađenih kontejnera sa donje strane kapsule. Taj vazduh pod pritiskom bi se mogao koristiti za pomoć pri održavanju i stabilizaciji vazdušnog jastuka na kom kapsula levitira prilikom kretanja. Bitno je napomenuti da prebacivanje „odgovornosti“ formiranja vazdušnog jastuka sa cijevi na kapsulu uveliko pojednostavljuje dizajn cijevi i samim tim je čini manje sklonom kvarovima, što je bitno pošto cijev zauzima centralni i najveći dio ovog sistema. Pojava kompresora, međutim

čini kapsule zavisne od stalne veze sa električnom mrežom. Sa druge strane, ta stalna veza olakšava adaptaciju tehnologije u oblik koji je potreban u kontekstu ovoga rada. Za samo pokretanje kapsule se koriste linearni električni motori postavljeni sa donje strane kapsule kao i ubrzivač koji se nalazi unutar cijevi na svakih 100 km.

4. IDEJNO REŠENJE SISTEMA STANOVANJA ZA SAVREMENE NOMADE

Jedna od posledica mobilnog računarstva i ćelijskih tehnologija je da ljudi postaju manje zavisni od fiksnih instalacija za potrebe internet veze. Posledica toga je da 43% ljudi u razvijenom dijelu svijeta može u cijelosti ili dijelu da obavlja posao nevezano za fizičko radno mjesto. Pokretljivost je u porastu kao i rast ukupnog stanovništva. Ljudi se stalno sele, pogotovu nomadi. Međutim postoji lakši način, umjesto prostog seljenja sadržaja stana, ovim se projektom predlaže seljenje same stambene jedinice. I dok su prijedlozi o pokretnim stanovima i kućama na točkovima postojali još od početka XX vijeka, kultura i tehnologija su dovoljno napredovale da rešenje za stambeno pitanje nomada ne ostane na nivou utopijske zamisli nekog arhitekta, nego prijedlog koji je tehnički izvodljiv, poželjan i, ako je suditi po pravcu kretanja društva, neizbježan.

4.1 Kriterijumi i koncept

Početni impuls istraživanja je bila disonanca između tehnoloških mogućnosti koje svakim danom postaju izraženije i ustaljenih normativa života koji svoje poreklo vuku još iz perioda poljoprivredne revolucije. Analizirajući kulturnološki kontekst utvrđena je ciljna grupa sa svim svojim potrebama, dok je osvrst na tehnologiju transporta dao tehnološke smjernice ka prevazilaženju problema koji su vezani za nomadski stil života.

Kroz analizu istorijskih pristupa rešavanju problema nomada, konstantno se pojavljuje ideja o spajanju stanovanja i pokretljivosti. Međutim ni u jednom od obrađenih slučajeva se ne nalazi istinita, odnosno potpuna sinteza ova dva koncepta. Razlog tome uveliko leži u dostupnoj tehnologiji u trenutku razmatranja te ideje kao i isključivo oslanjanje na „provjerene“ tehnologije nauštrb novih, obećavajućih izuma na polju istraživanja transporta. Jedna takva tehnologija jeste hiperlup koji ovaj rad prepoznaje kao jedan od potencijalno najvećih proboja na polju transporta, koji će svojom realizacijom unijeti revoluciju, ne samo u saobraćaj, nego i u celokupni društveni aparat i odnose koji danas vladaju svijetom. Redukcija svijeta na nivo globalnog sela će biti bliža nego ikada, a pametno usvajanje i planiranje korišćenja spomenutih tehnologija će nam omogućiti da se na vrijeme spremimo za tranziciju koja će uslijediti. Osnovna ideja ovog idejnog rešenja je intimnije spajanje pokretljivosti i stanovanja do nivoa potpune sinteze.

Pokretni domovi su se već pokazali kao dobro rešenje koje nudi veliku slobodu nomadima, međutim nedostatak prave pokretljivosti ograničava njihovu teorijsku slobodu.

Trenutno dva najpopularnija modela pokretnih domova su lako prenosne stambene jedinice i stambene jedinice koje imaju sopstveni motorni pogon. Prve ne posjeduju pravu

nezavisnost jer moraju da se oslanjaju na postojeće vidove transporta da bi mijenjale lokaciju te stoga zavise i od postojeće saobraćajne infrastrukture, dok su druge ograničene neefikasnošću koja je posledica njihove dvojne prirode, sam dizajn stambene jedinice je pre svega u funkciji ispunjavanja raznih saobraćajnih standarda, a potom se u takav ram „ugura“ prostor za život. I jedan i drugi model su zavisni od postojećih infrastrukturnih priključaka koji ograničavaju njihovu autonomnost.

Ovaj rad predlaže prevazilaženje spomenutih problema uvođenjem jedinstvenog sistema, fuzije stanovanja i pokretljivosti unutar vlastitog infrastrukturnog sistema.

Tehnologija projekta je utemeljena na konceptu hiperlupa koji je detaljnije obrađen u trećem poglavlju. U sklopu idejnog rešenja prezentuju se glavni aspekti rada podijeljeni u tri kategorije radi lakšeg sagledavanja pojedinih elemenata sistema.

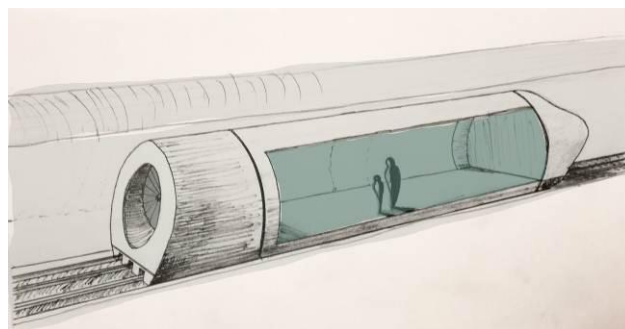
Prva kategorija je sama kapsula odnosno dom, posmatrana kao individualna stambena jedinica.

Druga kategorija sadrži kratak pregled infrastrukturnog sistema kroz koji se kreće kapsula, odnosno cijev. Pod treću kategoriju spadaju habovi, strukture koje omogućavaju funkcionisanje prve dvije grupe kao i dodatni elementi sistema.

4.2 Kapsula

Stambena jedinica za savremenog nomada treba da ispujava dva osnovna kriterijuma koji su utvrđeni u toku ovog istraživanja. To su komfor doma u tradicionalnom smislu i pokretljivost koja je osnovna karakteristika nomada. Dizajn kapsule je određen njenom namjenom i sposobnošću kretanja, što je rezultovalo u cilindričnoj formi. Takav oblik je okarakterisan kao najefikasniji u energetskom i ekonomskom smislu od strane zagovornika hiperlup tehnologije [2]. U poprečnom presjeku kapsula ima oblik zasječenog kruga u kome se izdvajaju tri zone. Prvu zonu čini osnova kapsule i na njoj se nalazi horizontalni zasjek.

Taj zasjek formira horizontalnu površinu sa donje strane koja olakšava vezu kapsule sa „šinama“ i što je još bitnije takva geometrija je potrebna za formiranje vazdušnog jastuka na kome kapsula lebdi. U ovoj zoni se nalaze i vodovodne instalacije, kanali za protok vazduha kao i izolacioni sloj koji štiti unutrašnjost kapsule od visokih temperatura koje se javljaju u zoni rotora. Središnju zonu čini korisni tj. stambeni prostor u kome su smješteni sadržaji namijenjeni korisniku. Konačno, gornju zonu kapsule zauzima prostor sa elektroinstalacijama i klimatizacijom.



Slika 2. Konceptualni prikaz stambene kapsule

4.3. Infrastrukturalna mreža

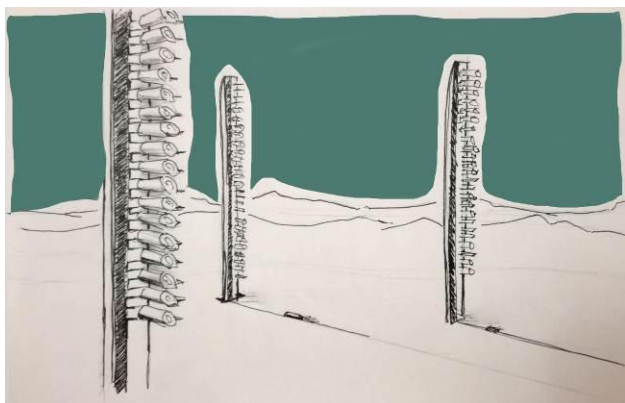
Predviđeno je projektom da se kapsule kreću kroz sistem cijevi koji povezuje sve lokacije od značaja na svijetu. Mreža se u tehničkom smislu sastoji od dve cijevi koje se prostiru na visini od 10-30 metara od nivoa tla. To se postiže postavljanjem cijevi na obične stubove koji se postavljaju na rastojanju od 50 metara. Ovakvim pristupom se olakšava nivelisanje cijevi kao i trasiranje putanje ostavljajući pri tome najmanji mogući otisak na okolinu što je jedna od ekoloških prednosti ovoga prijedloga.



Slika 3. Konceptualni prikaz mreže

4.4. Dodatni elementi sistema

Da bi sistem funkcionisao kao cjelina potreban je niz dodatnih struktura koje su integrisane u sistem direktno ili posredno. Direktno integrisane strukture su odgovorne za normalno funkcionisanje odnosno kretanje kroz cijevi i obuhvataju stanice za punjenje/pražnjenje vodovodnih i kanizacionih sistema, mašine koje omogućavaju da se promijeni pravac kretanja, sisteme za isključenje kapsule iz cijevi i sl. Posredno integrisane strukture su zapravo habovi koji služe za „parkiranje“ kapsule na željenoj destinaciji.



Slika 4. Konceptualni prikaz habova

Habovi se mogu podijeliti na osnovu stepena integracije u sistem kao i na osnovu njihove prostorne dispozicije. Po prvom kriterijumu se dijele na one u kojima kapsula ne napušta vakum cijevi i na one u kojima napušta. Ovi drugi se dalje po geometriji dijele na horizontalne i vertikalne. Prvi tip (integrisani vertikalni) se nalazi na direktno na cijevi i predviđen je za gradske uslove. U nivou sa cijevima nalazi se prekid sa prostorijom sa niskim

pritiskom u kojoj se kapsula koja želi da se „parkira“ zaustavi. Nakon toga prihvata je mehanizam koji se po šinama kreće vertikalno i postavlja kapsulu u svoje ležište. Vertikalni otvoreni tip je predviđen za upotrebu u lokacijama u kojima postoji potreba za velikim brojem habova na raštrkanim lokacijama. U takvim uslovima nije efikasno dovoditi razne krake cijevi do pojedinačnih habova. Kapsula u tom slučaju napušta cijev i kreće se po običnim šinama da haba gdje biva prihvaćena od sistema za podizanje i postavljena na svoje mjesto. Poslednji tip je karakterističan za neurbanizovane krajeve i takođe se koristi šinama na otvorenom za transport ali se kapsula i „parkira“ na njima. Ovakav sistem dozvoljava veću povezanost sa tлом nauštrb maksimalne gustine habova. Predložene forme habova služe da bi ilustrovale princip i logiku konstruisanja zaustavnih mjesta unutar ovog sistema stanovanja i nikako ne ograničava formu haba isključivo na predložene primjere.

5. ZAKLJUČAK

Posmatrajući pravac razvoja društva, tehnologije i njihove integracije postaje jasno da će klasična ideja nepokretnog doma biti izazvana u ne tako dalekoj budućnosti. Realna potreba za novim, prilagodljivijim oblicima stanovanja postoji i danas, ali zbog ustaljenih konvencija ta potreba često biva previđena. Bliži se trenutak kada će nomadi kao društvena kategorija oblikovati savremeno globalizovano društvo i neophodno je spremati odgovor na njihove osnovne potrebe [3]. Sistem stambene infrastrukture se prezentuje kao potencijalno rešenje za spomenute probleme. Utemeljen na tehnologiji hiperlupa, ovaj sistem nudi svojim korisnicima dosad neviđenu pokretljivost bez napuštanja komfora vlastitog doma rešavajući na taj način sve nelagodnosti sa kojima se ovaj životni stil susreće. Standardizacija i prefabrikacija omogućavaju konstantno unapređivanje sa ugradnjom novih sistema i modula čineći ovo stambeno rešenje aktuelno na duže rokove kako u sociološkom tako i u ekonomskom i ekološkom pogledu. Iako utopijskog karaktera, projekat je utemeljen na realnim tehnologijama i predstavlja odgovor na realne probleme i kao takav nudi jednu viziju stanovanja u budućnosti.

6. LITERATURA

- [1] Celento David. *Urban Dwellings for the Digital Nomad*. The Pennsylvania State University, 2011
- [2] Musk Elon, „*Hyperloop Alpha*“. Hawthorne: SpaceX, 2012, str. 14
- [3] MANNERS David, MAKIMOTO, Tsugio, „*Digital Nomad*“. New Jersey: Wiley, 1997, str. 79

Kratka biografija



Čedomir Salatić rođen je 1992. godine u Podgorici. Osnovne studije arhitekture završilo je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na kom završava i master studije 2017. godine, smer Savremene teorije i tehnologije u arhitekturi.

PROJEKTOVANJE HIDRAULIČNOG SISTEMA MAKAZA ZA SEČENJE DESIGNING THE HYDRAULIC SYSTEM OF CUTTING SCISSORS

Nenad Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je obrađena primena hidraulike na makaze za sečenje. Na osnovu opisa rada mašine isprojektovan je hidraulični sistem koji zadovoljava sve njene zahteve. Takođe, dat je predlog rešenja sistema primenom proporcionalnih komponenta hidraulike.

Ključne reči: hidraulički sistemi, Hidrauličke makaze za sečenje

Abstract – In this paper, hydraulics are processed on cutting scissors. Based on the description of machine operation, the hydraulic system is designed to meet all of its requirements. Also, the proposal for a system solution is given using proportional components of the hydraulics.

Key words: hydraulic systems, hydraulic cutting shear

1. UVOD

Obrada metala, njegovo sečenje, savijanje i sama manipulacija teškim metalnim predmetima zahteva tačno pozicioniranje, upravljanje brzinom kretanja i pre svega ostvarivanje velikih sila. Jedna od najpogodnijih i najzastupljenijih rešenja u toj oblasti jesu rešenja bazirana na hidraulici. Već dugi niz godina hidraulika predstavlja nezamenljivu oblast u primeni obrade metala.

Hidraulika je primenjena nauka i inženjerska disciplina, koja se bavi mehaničkim osobinama tečnosti. Koristi se za proizvodnju, kontrolu i prenos snage preko tečnosti pod dejstvom pritiska [1].

Kao i kod drugih oblasti usavršavanje sistema baziranih na hidraulici predstavlja veliki izazov sa ciljem smanjenja utrošene energije, povećanja stepena iskorišćenosti i radnog veka komponenta sistema.

U ovom radu bavićemo se projektovanjem hidrauličnog sistema hidrauličnih makaza (slika 1.1).



Slika 1.1 Hidraulične makaze za sečenje metalnih ploča

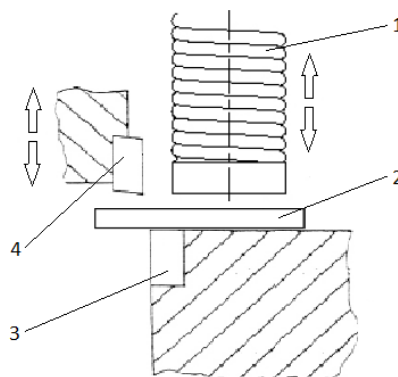
2. PRINCIP RADA HIDRAULIČNIH MAKAZA

Princip rada hidrauličnih makaza se zasniva na smicanju materijala odnosno metala. Metalna ploča se postavlja na ulaz u mašinu i potom se vrši njeno pomeranje na određene mere na koje treba da se seče. Zatim posle pritiska na taster START kreće ciklus sečenja. Četrnaest cilindara pritiska ploču da se ona ne bi pomerala prilikom sečenja.

NAPOMENA:

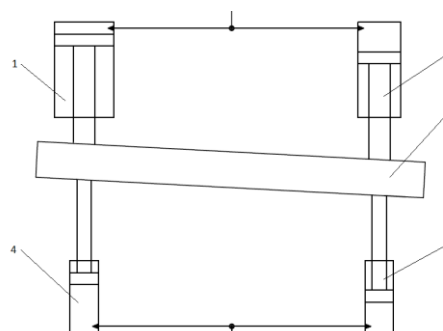
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mitar Jcanović, vanr.prof.

Posle stezanja ploče alat za sečenje koji se pogoni pomoću dva hidraulična cilindra se spušta i preseca ploču (slika 2.1).



Slika 2.1. Položaj alata u odnosu na obradak
1.cilindar za stezanje; 2.ploča; 3.donji nož; 4.gornji nož

Presecanje ploče se ne vrši istovremeno preko cele površine ploče, već se kreće od jedne strane, što nam i sam naziv te mašine govori. Postupak takvog sečenja je omogućen zahvaljujući drugom cilindru za sečenje koji je manjeg prečnika a time i brži prilikom izvlačenja. Na slici 2.2 je prikazana skica cilindara i alata.



Slika 2.2. Položaj cilindara i alata mašine
1. cilindar većeg prečnika za pogon alata; 2. cilindar manjeg prečnika za pogon alata; 3. alat za sečenje; 4,5. cilindri koji imaju ulogu amortizera.

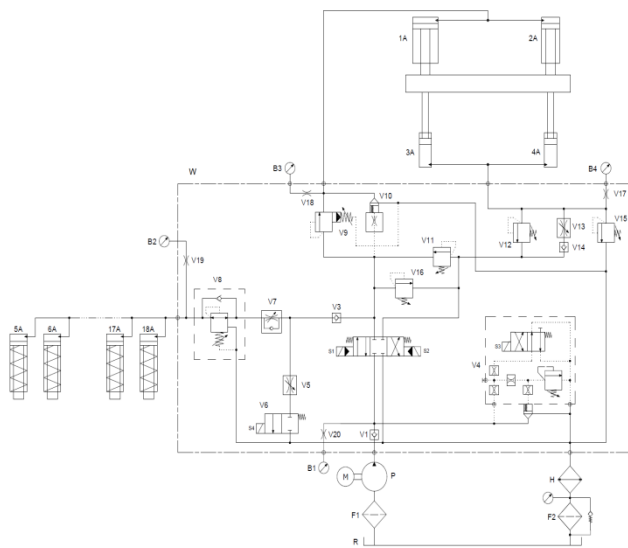
Cilindri (4) i (5) sa slike 2.2 služe da spreče velike udare prilikom pucanja ploče koja se seče odnosno imaju ulogu amortizera. Takođe, ti cilindri omogućavaju vraćanje alata u početni položaj.

Nakon presecanja obradak ispada na izlaznom delu mašine i tada kreće postupak vraćanja mašine u početni položaj.

Prilikom vraćanja mašine u početni položaj istovremeno se uvlače alat mašine i cilindri koji stežu obradak.

3. HIDRAULIČNI SISTEM MAKAZA ZA SEČENJE

3.1 Šema hidrauličnog sistema



Slika 3.1 Šema hidrauličnog sistema makaza za sečenje

3.2 Opis rada hidrauličnog sistema

U neutralnom položaju razvodnog ventila (V2) fluid protiče od pumpe (P) preko nepovratnog ventila (V1), logičkog ventila (V4), Hladnjaka (H), filtera F2 do rezervoara. Tada je sistem rasterećen. U nastavku teksta se neće pominjati Hladnjak (H) i filter (F2) jer svaki vod koji vodi prema rezervoaru protiče kroz iste.

Da bi se pokrenuo proces sečenja potrebno je aktivirati razvodni ventil (V2) udesno i razvodnik ventila (V4). Tada se radni fluid preusmerava u potisni vod, prolazi kroz ventile (V1), (V2), (V3), (V7) i (V8) do klipnih komora cilindara (5A – 18A) čime se vrši njihovo izvlačenje a time i stezanje obratka, odnosno metalne ploče. Istovremeno pritisak radnog fluida zatvara ventil (V10).

Kada je radni fluid dostigao vrednost pritiska koja je definisana na ventilu (V8), isti ventil se zatvara i time se radni fluid po dostizanju vrednosti pritiska koja je definisana na ventilu (V9) preusmerava u klipne komore cilindara (1A) i (2A). Da bi sistem funkcionisao kako je predhodno objašnjeno potrebno je da vrednost pritiska koja je definisana na ventilu (V8) bude manja od vrednosti pritiska definisanog na ventilu (V9). Ovaj način upravljanja predstavlja redosledno upravljanje.

Prilikom izvlačenja cilindara (1A) i (2A) istovremeno se potiskuju cilindri (3A) i (4A). Tada fluid iz njihovih komora prilikom dostizanja određene vrednosti pritiska koja je definisana na ventilu (V12) otvara isti i protiče dalje kroz ventil (V2) do rezervoara.

Vraćanje mašine u početni položaj se vrši aktiviranjem ventila (V2) ulevo i aktiviranjem ventila (V6). Tada se radni fluid preusmerava i protiče kroz ventile (V1), (V2), (V14), (V13) do klipnih komora cilindara (3A) i (4A) čime se vrši njihovo izvlačenje a time i uvlačenje cilindara (1A, 2A, 5A - 18A). Fluid iz cilindara (1A) i (2A) se preko ventila (V10) propušta do rezervoara, a fluid iz cilindara (5A – 18A) se preko ventila (V8), (V7), (V5), (V6) takođe propušta do rezervoara.

3.3 Karakteristike hidrauličnog sistema

Kao što i sami znamo, uloga i funkcionalnost pumpe (P), filtera (F1) i (F2), hladnjaka (H), cilindara (1A – 18A) je poznata u svakom hidrauličnom sistemu. Za razliku od tih navedenih komponenti u ovom sistemu postoje i komponente čija funkcionalnost je poznata a uloga u hidrauličkom sistemu može biti i različita.

U nastavku sledi objašnjenje uloge komponentata koje se nalaze u sklopu (W) hidrauličkog sistema sa slike 3.1:

- Nepovratni ventil (V1). Uloga tog ventila je da spreči povratak fluida nazad u pumpu prilikom njenog prestanka rada i da je osigura od oštećenja prilikom hidrauličkog udara.
- Glavni razvodni ventil (V2). Razvodni ventil 4/3, opružno centriran, elektrohidraulički aktiviran indirektnog dejstva služi da preusmerava fluid prilikom radnog ciklusa mašine ili povratnog. Takođe, srednji položaj ventila služi da prekine sva 4 voda koja su na njega povezana čime se ostvaruje zadržavanje u trenutnom položaju.
- Nepovratni ventil (V3). Uloga tog ventila je da spreči protok fluida od cilindara (5A – 18A) prema ventilu (V2) čime se omogućava pomeranje sečiva mašine a da pri tome obradak odnosno metalna ploča ostane stisnuta.
- Logički ventil (V4). Sklop logičkog, 4/2 razvodnog i ventila za ograničenje pritiska. Uloga je da omogući rasterećenje sistema a ujedno i da ograniči maksimalni pritisak u sistemu.
- Prigušnica (V5). Pomoću nje se reguliše protok odnosno brzina vraćanja cilindara (5A – 18A) u početni položaj.
- Razvodni ventil (V6). Razvodni ventil 2/2, opružno centriran, električno aktiviran direktnog dejstva. Služi da propusti fluid u rezervoar prilikom vraćanja cilindara (5A – 18A) u početni položaj.
- Prigušno – nepovratni ventil (V7). Uloga mu je da upravlja protokom odnosno brzinom izvlačenja cilindara (5A – 18A).
- Ventil za regulaciju pritiska (V8). Na njemu se podešava pritisak fluida u cilindrima (5A – 18A).
- Ventil za ograničenje pritiska indirektnog dejstva (V9). Uloga mu je da propusti fluid u klipne komore cilindara (1A) i (2A) prilikom dostizanja određene vrednosti pritiska. Taj ventil omogućava redosledno upravljanje što znači da prilikom procesa sečenja prvo se izvlače cilindri (5A – 18A) pa potom cilindri (1A) i (2A).
- Logički ventil (V10). Po smanjenju pritiska u vodu koji spaja njega i ventil (V2) odnosno prilikom izvlačenja cilindara (3A) i (4A) on propušta fluid iz klipnih komora cilindara (1A) i (2A) direktno u rezervoar.
- Ventil za ograničenje pritiska direktnog delovanja (V11). Služi da ograniči pritisak fluida prilikom izvlačenja cilindara (3A) i (4A).
- Ventil za ograničenje pritiska direktnog delovanja (V12). Kao što je ranije rečeno, cilindri (3A) i (4A) treba da služe kao amortizeri. Da bi se to postiglo potrebno je dodati ventil (V12) koji će pri dostizanju podešene vrednosti pritiska propustiti fluid preko ventila (V2) u rezervoar.

- Prigušnica (V13). Pomoću tog ventila se podešava protok odnosno brzina izvlačenja cilindara (3A) i (4A).
- Nepovratni ventil (V14). Bez tog ventila ventil (V12) ne bi imao nikakvu ulogu u sistemu jer bi fluid tekao preko voda u kome se nalazi ventil (V13).
- Ventil za ograničenje pritiska direktnog delovanja (V15). Po nastanku hidrauličkih udara prilikom pucanja obratka taj ventil se uključuje i propušta višak fluida u rezervoar. Uglavnom se podešava na vrednost pritiska iznad maksimalne vrednosti pritiska u sistemu.
- Prigušnice (V17), (V18), (V19), (V20). Smanjuju protok fluida prema manometrima (B4), (B3), (B2), (B1).

Obratimo pažnju na upravljanje hidrauličnog sistema. Predpostavimo da u toku rada zakaže električno napajanje sistema. Dakle, nestankom napajanja prilikom rada mašine odnosno prilikom sečenja obratka razvodni ventili (V2), (V6) i razvodni ventil ventila (V4) se dovode u neutralni položaj što znači da svi cilindri hidrauličnog sistema ostaju u zatečenom položaju, tako da se po dolasku napajanja može nastaviti sa sečenjem obratka a da pri tome obradak nije pomeren.

Isti taj sistem prilikom sečenja obratka dozvoljava manipulisanje sečiva odnosno njegovo zaustavljanje, podizanje pa ponovno spuštanje a da pri tome cilindri (5A – 18A) ostanu u izvučenom položaju.

3.4 Proračun

Da bi se moglo krenuti sa proračunom mašine potrebno je prvo definisati vrednosti dimenzija, sila i brzina kretanja aktuatora.

U tabeli 3.1 prikazane su te vrednosti.

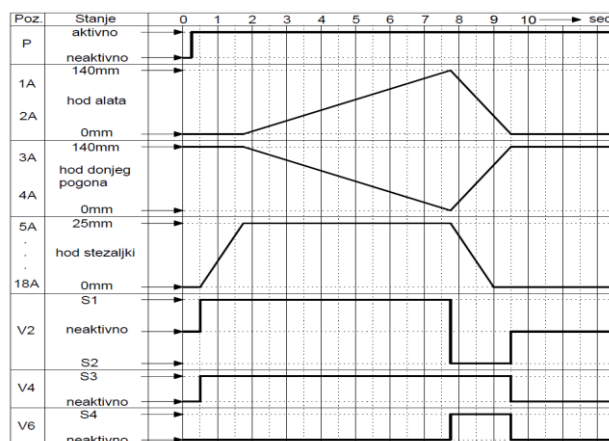
Tabela 3.1 Prikaz potrebnih vrednosti za projektovanje hidrauličnog sistema

Oznaka	Naziv	Tražena vrednost	Vrednost
1A	Plunžer cilindar	Dimenzije	Ø250 x Ø90 x 140mm
2A	Plunžer cilindar	Dimenzije	Ø180x Ø90 x 140mm
3A	Plunžer cilindar	Dimenzije	Ø80 x Ø60 x 140mm
4A	Plunžer cilindar	Dimenzije	Ø80 x Ø60 x 140mm
5A – 18A	Plunžer cilindar sa povratnom oprugom	Dimenzije	Ø65 x Ø45 x 25mm
M	Elektromotor	Brzina obrtanja	1450 o/min
/	190-tonske makaze	Sila na sečivu	1863900 N
/	190-tonske makaze	Brzina sečiva	20 mm/s
/	190-tonske makaze	Masa sečiva	4100 kg

Na osnovu podataka iz tabele 3.1 proračunate su sledeće vrednosti hidrauličnog sistema:

- Maksimalan pritisak u sistemu: $P=255[\text{bar}]$.
- Stvarna sila na sečivu: $F=1860388.5[\text{N}]$.
- Protok u hid. sistemu: $Q_s=104.4[\text{l/min}]$.
- Brzina spuštanja sečiva: $V_s=23.345[\text{mm/s}]$.
- Sila cilindara (3A) i (4A): $F_{34}=80442[\text{N}]$.
- Brzina izvlačenja cilindara (3A) i (4A): $V_{34}=80[\text{mm/s}]$.
- Sila cilindara (5A-18A): $F_{5-18}=232280[\text{N}]$.
- Brzina izvlačenja cilindara (5A-18A): $V_{5-18}=20[\text{mm/s}]$.

Na osnovu proračunatih vrednosti dobija se funkcionalni dijagram sistema (Slika3.2).



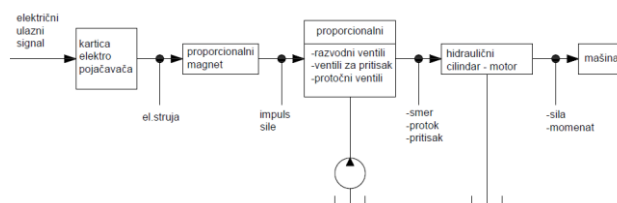
Slika 3.2 Funkcionalni dijagram hidrauličnog sistema

Na osnovu funkcionalnog dijagrama se može zaključiti da ukupno vreme trajanja jednog ciklusa mašine iznosi 9 sekundi. Uzmimo u obzir da je ovo vreme trajanja ciklusa kada ubradak nije postavljen u mašinu.

Kada je obradak postavljen u mašinu, vreme koje je potrebno cilindrima (5A – 18A) da pritisnu obradak je manje nego u slučaju kada obratka nema pa se onda samim tim i vreme trajanja ciklusa mašine smanji. U ovom slučaju ne više od jedne sekunde.

4. PRIMENA PROPORCIONALNE HIDRAULIKE NA MAKAZE ZA SEČENJE

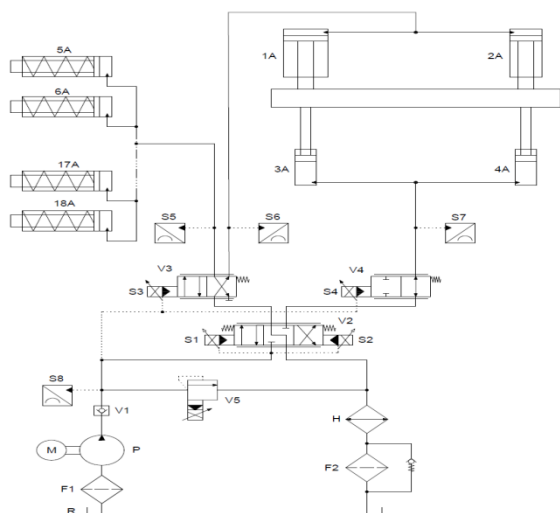
Pod pojmom “proporcionalna hidraulika“ podrazumeva se konstrukcija hidrauličnog sistema kod koga su upravljačko – regulacione komponente klasične hidraulike zamenjene sa komponentama proporcionalne hidraulike[2]. Na slici 4.1 je prikazana funkcionalna blok – šema konstrukcije proporcionalnog hidrauličnog sistema.



Slika 4.1 Funkcionalna blok šema proporcionalnog hidrauličnog sistema

Za razliku od klasične hidraulike, uzećemo za primer razvodne ventile, proporcionalnim i servorazvodnim ventilom se osim funkcije usmeravanja toka ulja vrše funkcije regulacije protoka i pritiska ulja, pa se u određenim slučajevima sa njima objedinjuju funkcije razvodnog ventila, ventila za regulaciju protoka i regulatora pritiska.

4.1 Šema hidrauličnog sistema-proporcionalna hidraulika



Slika 4.2 Šema hidrauličnog sistema sa proporcionalnim komponentama hidraulike

4.2 Opis rada sistema hidrauličnog sistema

Kao i kod predhodne hidraulične šeme u ovom radu, hidraulični sistem sa slike 4.2 ima zadatak da obavlja iste funkcije.

U neutralnom položaju razvodnih proporcionalnih ventila (V2), (V3) i (V4) fluid protiče od pumpe (P) kroz proporcionalni ventil (V5), hladnjak (H) i filtarsku jedinicu (F2) do rezervoara. Tada je sistem rasterećen odnosno fluid ima vrednost pritiska potrebnu za pilotne vodove.

Da bi se pokrenuo proces sečenja potrebno je aktivirati proporcionalni razvodni ventil (V2) udesno i proporcionalni razvodnik (V3) udesno. Tada se radni fluid preusmerava u potisni vod, prolazi kroz ventile (V1), (V2) i (V3) do klipnih komora cilindra (5A – 18A) čime se vrši njihovo izvlačenje a time i stezanje obratka, odnosno metalne ploče. Kada radni fluid dostigne određenu vrednost pritiska koja se meri na analognom davaču (S5), ventil (V3) se deaktivira i time preusmeri potisni vod prema klipnim komorama cilindra (1A) i (2A).

Prilikom izvlačenja cilindra (1A) i (2A) istovremeno se potiskuju cilindri (3A) i (4A). Tada fluid iz njihovih komora prilikom dostizanja određene vrednosti pritiska koja se meri na analognom davaču (S7) prolazi kroz proporcionalni ventil (V4), koji se u ovom slučaju ponaša kao ventil za ograničenje pritiska, preko ventila (V2) do rezervoara.

Vraćanje mašine u početni položaj se vrši postavljanjem proporcionalnog ventila (V2) u neutralni položaj i aktiviranjem ventila (V3). Tada se vrši rasterećenje klipnih komora cilindra (5A – 18A) kroz ventile (V3) i (V2) do rezervoara.

Kada se cilindri (5A – 18A) vrate u početni položaj aktivira se ventil (V2) ulevo i deaktiviraju ventili (V3) i (V4). Fluid se preusmerava u klipne komore cilindra (3A) i (4A) čime se vrši njihovo izvlačenje. Istovremeno fluid iz klipnih komora cilindra (1A) i (2A) protiče kroz ventile (V3) i (V2) do rezervoara.

4.3 Karakteristike hidrauličnog sistema

Korišćenjem proporcionalnih komponentata ukupan broj upravljačko – regulacionih komponentata sistema koji je bio potreban kod klasične hidraulike se sveo na tri proporcionalna razvodna ventila i jedan proporcionalni ventil za ograničenje pritiska.

Obratimo pažnju na upravljanje hidrauličnog sistema. Primenom proporcionalnih komponenti se upravljanje hidrauličnim sistemom makaza za sečenje podiglo na viši nivo. Sada je moguće upravljati brzinama aktuatora i njihovim silama tokom rada sistema.

Uzmimo za primer kretanje sečiva mašine. Kod klasičnog hidrauličnog sistema brzina spuštanja i njegovog dizanja je bila linearna. Sada je moguće ostvariti da se sečivo mašine prilikom spuštanja do obratka kreće jednom brzinom a da se prilikom sečenja kreće drugom brzinom. Takođe, brzina dizanja se isto može menjati.

Ovim karakteristikama se može ukupno vreme ciklusa sečenja svesti na minimum.

5. ZAKLJUČAK

Hidraulični sistem koji je projektovan u ovom radu predstavlja rešenje koje po karakteristikama zadovoljava zahteve mašine. Sada se postavlja pitanje da li je to rešenje najbolje?

U hidraulici se većina rešenja može poboljšati kao što je dokazano sa primenom proporcionalne hidraulike. Kao što je rečeno, primenom proporcionalne hidraulike upravljivost sistema se podigla na viši nivo.

Jedan od vodećih faktora koji utiču na odabir hidrauličnog sistema jeste cena. Instaliranje proporcionalnog hidrauličnog sistema predstavlja mnogo skuplje rešenje. Zato se proporcionalna hidraulika koristi samo u pogonima čije složene zahteve može bolje i efikasnije da ispuni od klasične hidraulike.

Kada je reč o primeni proporcionalne hidraulike na makaze za sečenje, postavlja se pitanje da li ima smisla uvoditi takav sistem i da li je ekonomski isplativije.

Ukoliko se makaze za sečenje nalaze na nekoj proizvodnoj liniji i ukoliko je ulaganje obratka automatizovano tada svako skraćanje vremena ciklusa znači mnogo i tada ima smisla koristiti takav sistem. U ostalim slučajevima u kojima vreme trajanja ciklusa nije toliko bitno hidraulično rešenje sa klasičnim komponentama hidraulike predstavlja isplativije rešenje.

5. LITERATURA

- [1] Mitar T. Jovanović, *Automatizacija procesa rada – Osnove hidrauličnog upravljanja*, Novi Sad, 2015.
- [2] Vladimir Savić, *Osnovi uljne hidraulike*, IKOS, Zenica, 1991.

Kratka biografija:



Nenad Ilić rođen je u Novom Sadu 1993. god. Upisuje osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2012. godine, na smeru Mehatronika. Master akademske studije upisuje na istom fakultetu 2016. godine na smeru mehatronika, robotika i automatizacija. Master rad odbranio je 2017. 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	

