



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXI

Број: 1/2016

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXXI Свеска: 1

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

Уређивачки одбор:

Проф. др Раде Дорословачки
Проф. др Владимир Катић
Проф. др Драгиша Вилотић
Проф. др Филип Кулић
Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Владимир Црнојевић
Проф. др Дарко Реба
Проф. др Драган Јовановић
Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић
Проф. др Драгољуб Новаковић
Проф. др Миодраг Хаџистевић
Проф. др Растислав Шостаков
Проф. др Војин Грковић
Проф. др Стеван Станковски
Проф. др Иван Луковић
Проф. др Ђорђе Лађиновић
Доц. др Милан Мартинов

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, уредник
Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник
Проф. др Зора Коњовић

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

Штампање одобрио: Савет за издавачко-уређивачку делатност ФТН у Н. Саду

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

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)

Двомесечно

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 дипломских-мастер 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 дипломских-мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“. Поред студената дипломских-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 више пута годишње у оквиру промоције дипломираних инжењера-мастера.

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 21.11.2015. до 29.02.2016. год., а који се промовишу 18.05.2016. 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.

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

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

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,

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

- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- математике у техници,
- геодезије и геоматике,
- регионалне политике и развоја и
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара.

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. Драган Видаковић, ОЦЕНА ОПРАВДАНOSTИ ИЗГРАДЊЕ ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА СА ИНТЕРМОДАЛНИМ ТЕРМИНАЛОМ	1-4
2. Branislav Balaž, PRIMENA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA KOD REDIZAJNA PROIZVODA	5-8
3. Sanja Smoljanić, UTICAJ DEBLJINE MATERIJALA NA DEFORMACIONU SILU U PROCESU DUBOKOG IZVLAČENJA	9-12
4. Daniela Kugli, GREJANJE I KLIMATIZACIJA PLIVAČKOG BAZENA	13-15
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Vlade Davidović, UREĐAJI ZA SKLADIŠTENJE ENERGIJE U HIBRIDNIM I ELEKTRIČNIM VOZILIMA	16-19
2. Nenad Nikolić, ALGORITAM ZA KLASIFIKACIJU I VIZUELIZACIJU TRANSFORMATORSKIH STANICA ...	20-23
3. Ivan Mihajlov, GEOVIZUALIZACIJA AUTOGENERISANE JEDNOPOLNE ŠEME ELEKTROENERGETSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE	24-27
4. Dragana Radojčić, NETEHNIČKI GUBICI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	28-31
5. Dejan Gajinović, RESTFUL PRISTUP MODELU PODATAKA ELEKTROENERGETSKE MREŽE	32-35
6. Svetislav Vuković, PRAĆENJE NASTAVNOG PROCESA PRIMENOM DATA WAREHOUSE SISTEMA	36-39
7. Marina Tošić, REINŽENJERING MODULA INFORMACIONOG SISTEMA BANKE ZA UPRAVLJANJE SITNIM INVENTAROM	40-43
8. Bojan Bosanac, Aleksandar Kupusinac, PRIMENA MORFOLOŠKIH FUNKCIJA ZA DETEKCIJU OKUPLJANJA NA OSNOVU LOKACIJA ANDROID UREĐAJA I PODATAKA OPENSTREETMAP MAPE	44-47

9. Jovan Šnajderov, PRETRAGA DIGITALNOG REPOZITORIJUMA KNJIGA BAZIRANA NA SOFTVERSKOJ BIBLIOTECI HIBERNATE SEARCH	48-51
10. Slađana Mitrić, OPTIMIZACIJA OBRADE PERIODIČNO GENERISANIH PODATAKA O PRORAČUNU UŠTEDE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA	52-55
11. Miroslav Cvetić, ALAT ZA PODRŠKU KONTINUALNE INTEGRACIJE SOFTVERA	56-59
12. Владица Станковић, ИЗБОР ОПТИМАЛНИХ ПОЗИЦИЈА РЕГУЛАТОРА НАПОНА У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА У ЦИЉУ СМАЊЕЊА ИЊЕКТИРАНЕ АКТИВНЕ СНАГЕ	60-63
13. Milenko Maričić, REŠAVANJE NP-TEŠKIH OPTIMIZACIONIH PROBLEMA KORIŠĆENJEM SIMBOLIČKE PROVERE MODELA I PSL JEZIKA	64-67
14. Aleksandar Najdenov, SISTEM ZA KOOPERATIVNO REŠAVANJE SLOŽENIH ZDRAVSTVENIH SLUČAJEVA	68-71

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Ђорђе Јовановић, МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ ОПСТРУЈАВАЊА У ЗАТВОРЕНОМ ПРОВОДНИКУ ПРИМЕНОМ ПОТЕНЦИЈАЛНОГ СТРУЈАЊА	72-75
2. Aleksandra Glišić, UPOREDNA ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA KAMENE OBALOUTVRDE NA POTOKU IVAK	76-79
3. Mirjana Milovanović, PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU	80-83
4. Darko Jović, UPOREDNA ANALIZA DIMENZIONISANJA SPREGNUTIH GREDA OD ČELIKA I BETONA PREMA NACIONALNIM I EC4 PROPISIMA	84-87
5. Igor Raič, Jasmina Dražić, ANALIZA NAČINA IZVOĐENJA SPOJEVA KONSTRUKCIJSKIH ELEMENATA I PLANIRANJE IZGRADNJE MONTAŽNE HALE	88-91
6. Sonja Tornjanski, ANALIZA RIZIKA, NAČIN PLAĆANJA I REŠAVANJE SPOROVA PRI UGOVARANJU GRAĐEVINSKIH RADOVA PREMA FIDIC-U	92-95
7. Nataša Drinčić, PROCENA STANJA, SANACIJA I POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE „BRATSTVO I JEDINSTVO“ U VRBASU	96-99
8. Vladimir Živaljević, TESTFRAME – LABORATORISJKI OKVIR ZA ISPITIVANJE KONSTRUKCIJSKIH ELEMENATA PROBNIM OPTEREĆENJEM	100-103
9. Peter Benka, ANALIZA UTICAJA PROMENE INTENZITETA ZEMLJOTRESA NA SEIZMIČKU OTPORNOST ZGRADA	104-107
10. Bojan Ristanović, METODE PROCENE VREDNOSTI NEPOKRETNOSTI JAVNIH OBJEKATA	108-111
11. Jelena Dafinić, PROJEKAT REKONSTRUKCIJE KANALA VRBAS-BEZDAN OD km 6+000 DO km 80+332	112-115

12. Mirjana Ćurić, PROCENA STANJA, SANACIJA I REVITALIZACIJA ZGRADE NEKADAŠNJE VELIKOBEČKEREČKE ŠTEDIONICE U ZRENJANINU	116-119
13. Dejan Ristanović, Srđan Kisin, ČELIČNI MOST ZA KONVEJERSKI TRANSPORT RASUTOG OTPADA	120-123
14. Bojan Stanižan, HIDRAULIČKA ANALIZA USLOVA TEČENJA NA DEONICI DUNAVA OD SMEDEREVA (KM 1116+000) DO BRANE HE ĐERDAP 1 (KM 943+000)	124-127

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Milica Medić, MEĐULJUDSKI ODNOSI I KOMUNIKACIJA ZAPOSLENIH U „JP POŠTA SRBIJE“	128-131
2. Nebojša Marinković, KINEMATIČKE OSOBINE BIKIKLA KAO FAKTORI ANALIZE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA	132-135
3. Marija Petković, PRILOG RAZVOJU PLANA ODRŽIVE MOBILNOSTI OPŠTINE ALEKSANDROVAC	136-139
4. Igor Vasiljković, FUZZY MODEL ZA PROCENU OPRAVDANOSTI INVESTIRANJA U OBNOVU VOZNOG PARKA	140-143
5. Nikola Šarac, UTICAJ PEŠAKA NA ODVIJANJE SAOBRAĆAJA NA TROKRAKIM PRIORITETNIM RASKRSNICAMA	144-147
6. Miroslav Despot, Gordan Stojić, MODELOVANJE RADA SERVISA ODELJENJA ZA ODRŽAVANJE VOZILA MINISTARSTVA UNUTRAŠNJIH POSLOVA REPUBLIKE SRBIJE	148-151
7. Данило Скочајић, ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА РАСКРСНИЦЕ БУЛ. ЦАРА ЛАЗАРА, УЛ. С. МУСИЋА, ДР ЗОРАНА ЂИНЋИЋА И КЕЈА ЖРТАВА РАЦИЈЕ У НОВОМ САДУ	152-155
8. Ђорђе Лекић, Ђурђица Стојановић, ЛОГИСТИЧКИ ПРОЦЕСИ У ТОКОВИМА ПЛАСТИЧНЕ АМБАЛАЖЕ	156-159

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Tatjana Ivić, Jelena Kiurski, PARAMETRI KVALITETA OTPADNE VODE GRAFIČKE INDUSTRIJE	160-163
2. Vladimir Despić, Dragoljub Novaković, Ivan Pinčjer, RAZVOJ I IZRADA PROMOTIVNOG SPOTA GRAFIČKOG INŽENJERSTVA I DIZAJNA.....	164-167
3. Bojan Stanković, Dragoljub Novaković, Neda Milić, OPTIMIZACIJA GRAFIČKOG INTERFEJSA ZA ANDROID APLIKACIJE	168-171
4. Severin Malinović, Dragoljub Novaković, Ivan Pinčjer, IZRADA PREZENTACIJE ZA PROMOTIVNI VIDEO GRID DEPARTMANA	172-175
5. Milica Živković, Darko Avramović, UPOREDNA ANALIZA JQUERY I ANGULAR PLATFORMI NA PRIMERU MODERNE VEB APLIKACIJE	176-178
6. Nikolina Tomić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurić, UTICAJ POVRŠINSKE MASE PAPIRA I GRAFIČKIH SISTEMA NA PORAST TONSKIH VREDNOSTI U ELEKTROFOTOGRAFIJI	179-182
7. Jelena Vasić, Dragoljub Novaković, RAZVOJ BAZE ZNANJA SAVREMENE GRAFIČKE LABORATORIJE	183-186

8. Aleksandra Arsić, Dragoljub Novaković, Magdolna Pal, ISPITIVANJE KVALITETA SPOJEVA AMBALAŽNIH KARTONSKIH KUTIJA	187-190
9. Danica Milovanović, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, SPEKTROFOTOMETRIJSKA ANALIZA KVALITETA OTISKA TABAČNE OFSET ŠTAMPE NA PAPIRNIM PODLOGAMA	191-194

**ОЦЕНА ОПРАВДАНОСТИ ИЗГРАДЊЕ ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА СА
ИНТЕРМОДАЛНИМ ТЕРМИНАЛОМ****EVALUATION OF FEASIBILITY OF CONSTRUCTION LOGISTIC CENTER WITH
INTERMODAL TERMINAL**

Драган Видаковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – Основни циљ овог рада је да се изврши процена улагања и оправданости изградње логистичког центра са интермодалним терминалом у Кикинди, на локалитету „ТЕРМИНАЛ“, са аспекта инвеститора „АНГРО ДРВАР“ Д.О.О. Кикинда, руководећи се упутством из Водича Европске уније за израду cost-benefit анализа за инвестиционе пројекте – економски алат за вредновање кохезионе политике 2014 - 2020 године.

Abstract – The main objective of this study is evaluation of investments and feasibility of the construction logistic center with intermodal terminal in Kikinda, on the locality of "Terminal", from the aspect of investors "ANGRO DRVAR" LTD Kikinda, based on the Guide of the European Union to Cost-benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020

Кључне речи: Инвестиције, логистички центри, интермодални терминали.

1. УВОД

Профитабилност једне компаније у великој мери зависи од висине логистичких трошкова јер они чине значајнији део укупних трошкова пословања. Истраживања показују да трошкови логистике (паковања, транспорта, складиштења, претовара, залиха и др.) у цени производа учествују са око (10 – 12)% у земљама ЕУ, док код нас то учешће достиже чак и до (20-25)% [1]. Они знатно повећавају цену производа и услуга и смањују њихову конкурентност на тржишту.

Основни разлог за овакво стање у нашој земљи је недостатак мреже логистичких центара и савремених технологија транспорта – интермодалног транспорта.

Циљ овог рада јесте да се изврши процена оправданости улагања у изградњу логистичког центра са интермодалним терминалом у Кикинди. Зато је у овом раду извршено истраживање потенцијалног тржишта, као и услова и могућности локације и постојећег објекта „ТЕРМИНАЛ“ у власништву „АНГРО ДРВАР“ ДОО Кикинда за увођење нових технологија у интермодалном транспорту робе и изградњу савременог логистичког центра.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Илија Ћосић, ред. проф.

Осим тога, у овом раду је извршена и процена висине и ефективности улагања са аспекта инвеститора као и процена рока повраћаја уложеног капитала.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ РАДА**2.1. Основни појмови о логистици**

Дефиниција: „Логистика је организација, планирање, контрола и реализација робних токова од места настанка до места продаје преко производње и дистрибуције до крајњег корисника са циљем задовољења захтева тржишта уз минималне трошкове и минималне инвестиције“. [2]

Поједностављено речено, логистика је делатност која се бави савладавањем простора и времена уз најмање трошкове.

Интензиван развој привредних система базира се на примени основног логистичког принципа који гласи: свеобухватна и једновремена оптимизација свих карика материјалних, енергетских и информационих токова. Логистика подразумева целовито посматрање токова на путу од извора сировина до крајњег потрошача финалних производа.

2.2. Улога и врсте логистичких центара

Логистички центар је термин који се користи за све величине и облике концентрације логистичких активности.

Носиоци реализације робних токова су логистички ланци, а логистички системи су носиоци реализације логистичких ланаца. Најзначајније место у логистичком ланцу је логистички центар или терминал.



Слика 1. Врсте логистичких центара према функцији

У логистичким центрима врши се преламање токова макро и микро дистрибуције. Обавља се сабирна, дистрибутивна или транзитна функција или комбинација тих функција (слика 1).

2.3. Основни појмови интермодалног транспорта

Представници саобраћајне науке и саобраћајне праксе сматрају да интермодални транспорт представља једну од најзначајнијих новина и достигнућа у области транспорта у последњим деценијама.

Данас се у већем или мањем обиму, примењују различите технологије транспорта у чијој реализацији учествују транспортна средства више видова саобраћаја применом исте товарне јединице, целог или дела друмског возила без истовара или претовара робе.

Оне се заједнички зову технологије интермодалног транспорта и представљају за одређене врсте транспорта нове, најпрогресивније транспортне технологије. Основни циљ интермодалног транспорта није само уштеда у времену и трошковима превоза, већ, пре свега, рационализација система дистрибуције робе. Посебан циљ интермодалног транспорта јесте реализација транспортног ланца од произвођача до потрошача.

Систем интермодалног транспорта подразумева специјализоване товарно манипулативне јединице и њима прилагођена средства, мрежу терминала као трансферних тачака модалног, саобраћајну инфраструктуру, организацију транспорта, мултимодалне транспортне оператере, стратегије логистичких ланаца и телематске системе.

Дакле, интермодални транспортни ланац је носилац физичке реализације робног тока и у том смислу интегратор појединих модалног. Терминал као једна компонента у концепту интермодалне интеграције у основи је трансферна тачка модалног. Посматрано са аспекта вида транспорта које опслужују, терминали могу бити трансферне тачке за различите комбинације модалног, на пример – један модал (друмски, железнички, речни и др.), два модала (друмски-железнички, речни-друмски, речни-железнички и др.), три модала (друмски-речни-железнички и др.).

Главна тенденција на подручју ЕУ, са аспекта развоја концепта будућег транспортног система, јесте стварање услова за убрзани развој интермодализма, под чиме се подразумева проналажење, истицање и повезивање најбољих особина појединих видова транспорта са основним циљем повећања укупне ефикасности транспортног система, са што мањим негативним деловањем на животну средину [3].

3. ПОТРЕБА ИЗГРАДЊЕ ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА У КИКИНДИ

3.1. Стање комбинованог транспорта у Европи и Србији

Слободан транспорт робе један је од основних начела Европске уније. Европска комисија тежи путем својих аката да унапреди и осигура слободан проток добара унутар ЕУ зоне. Теретни транспорт има снажан тренд раста у Европи. Друмски транспорт партиципира са великим процентом учешћа у транспорту добара. Велика заступљеност друмског транспорта доводи до низа негативних последица по човекову животну средину. Из тог, али и разлога веће економичности, Европска унија тежи ка унапређењу комбинованог транспорта као одговора на проблеме који настају све већом употребом друмског транспорта.

Комбиновани транспорт у Србији налази се у почетном стадијуму развоја. У поређењу са државама Европске Уније може се оценити као потпуно неразвијен. До оваквог закључка се врло лако долази ако се упоређи укупан број превезених ТЕУ јединица, степен учешћа интермодалног транспорта у укупно реализованом робном транспорту, изграђеност неопходних инфраструктурних капацитета, али и степен развоја неопходне законске регулативе и других прописа, стандарда или државне саобраћајне политике у овој области [4].

3.2. Макро и микро локација логистичког центра у Кикинди

Гледано са положаја Европе као једне геополитичке, па тиме и геосаобраћајне целине, Кикинда и регион, као и цела земља, леже у југоисточном делу Европе. Основна карактеристика тог положаја је да лежи на главним путевима који воде од Европе ка Малој Азији и Блиском Истоку и обрнуто.

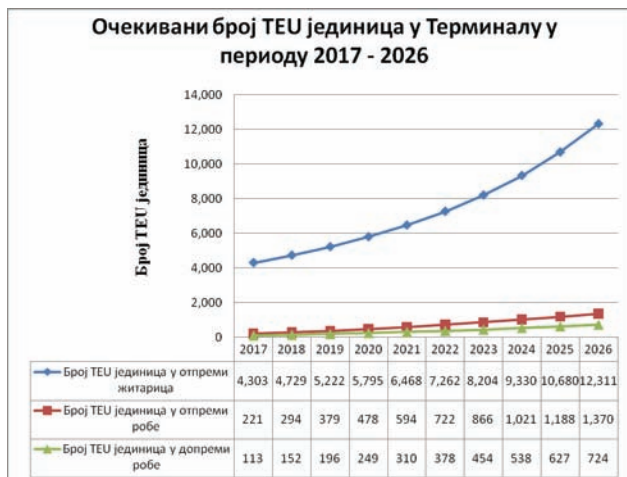


Слика 3.1. Макролокацијски положај Кикинде

Специфичност Кикинде огледа се у њеном географском положају. Кикинда се налази на свега 7,5 km од румунске и 60 km од мађарске границе.

3.3. Прогноза робних и транспортних токова у будућем Терминалу

Ова прогноза је сачињена на основу истраживања у којем је извршена анализа врсте и количине робе у увозу и извозу Севернобанатског (као уже гравитационе зоне) и Средњобанатског као шире гравитационе зоне Терминала у периоду 2009-2014., утврђене су релације токова робе, дефинисан кључ за контејнеризацију-могућност примене интермодалних технологија.



Слика 3.2. Прогноза очекиваног промета Терминала

Сагледавајући робне токове и потенцијале привлачења истих ка логистичком центру и интермодалном транспорту, прогноза је да би се на Терминалу годишње могло обрађивати између 5 и 15 хиљада TEU јединица (*Twenty Foot Equivalent Units* - јединица еквивалентна 20-то стопном контејнеру), односно између 100 и 300 хиљада тона робе што представља довољно оправдања за изградњу мањег интермодалног терминала капацитета до 20 хиљада TEU јединица на годишњем нивоу.

4. ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ

Логистика и интермодални транспорт су кључне речи у стратегијама развоја савремених и најразвијенијих друштвених и привредних система водећих земаља у свету. Дефинисањем оптималног концепта за развој логистике и интермодалног транспорта у привредном систему Северног Баната створили би се изузетни предуслови за укључивање његове привреде у најзначајније робно-привредне токове региона и Европе.

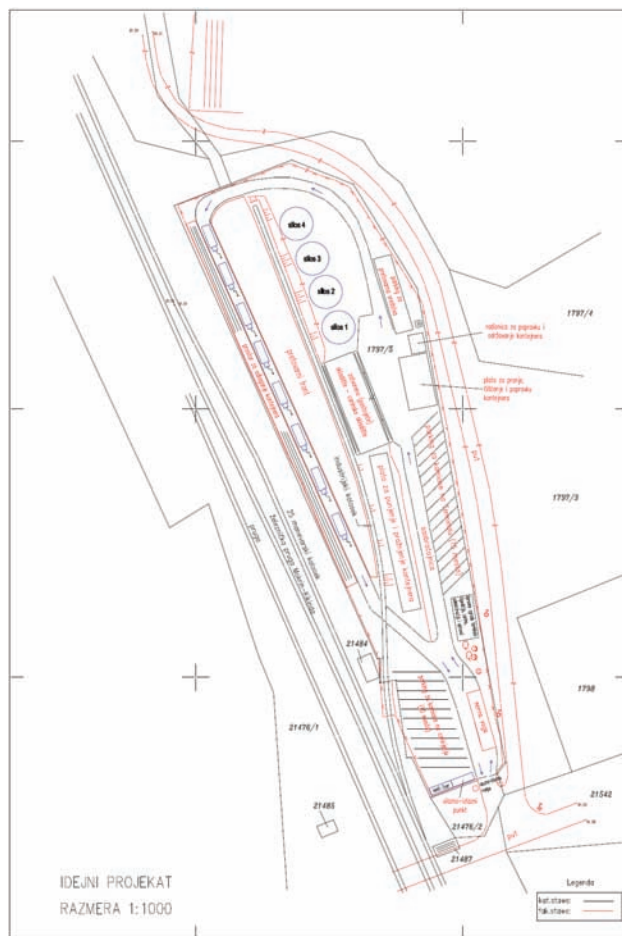
Предложени концепт развоја регионалног логистичког центра Кикинда заснива се на принципима отворености, мултифункционалности, мултимодалности.

Производ логистичког центра је услуга. Поштујући локацију и макрологистичку улогу будућег логистичког центра у односу на главне саобраћајне коридоре у региону: IV, VII и X као и положај Кикинде и карактеристике привреде у региону, планирани логистички центар треба да садржи следеће:

4.1. Основне функције логистичког центра

Посвећене су транспорту робе (све варијанте даљинског и локалног транспорта, различити видови и технологије интермодалног транспорта), претовару робе (између транспортних средстава и између транспортних средстава и складишних система) и складиштењу робе (у свим фазама транспортних, трговачких ланаца или као залихе робе).

У првим фазама развоја интермодални терминал у Кикинди мора бити оспособљен за технологију контејнерског и технологију Ц друмско-железничког транспорта - технологију претовара измењивих транспортних судова (*Swap Body*) са могућношћу проширења на технологије А и Б *hucke-pack* транспорта.



Слика 4.1. Идејни пројекат логистичког центра са интермодалним терминалом

Усвојено идејно решење се руководило тиме да се са што мање улагања оствари очекивани ефекат, а то је рационално оспособљавање постојећег царинског терминала за рад са TEU и стављање терминала у функцију интермодалног транспорта.

5. ЕКОНОМСКА ОЦЕНА ОПРАВДАНОСТИ ИЗГРАДЊЕ ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА

У овом раду, оцена економске оправданости пројекта је изведена преко динамичких показатеља ефикасности који уважавају концепт временске вредности новца, а који се уобичајено користе у оцени исплативости пројекта, у које спадају [5]:

1. Нето садашња вредност (*NSV*),
2. Индекс рентабилности (*Ir*),
3. Интерна стопа рентабилности (*ISR*)
4. Дисконтовани период повраћаја или година позитивних ефеката (*GPE*)

5.1. Финансијска анализа

За потребе овог рада усвојено је да је дисконтна стопа $d=5\%$, а да је Економски век пројекта $n = 11$ година у оквиру којег је предвиђена прва година за реализацију инвестиције у адаптацију постојећег царинског терминала у логистички центар са интермодалним терминалом. Овде се ради о реализацији пројекта у оквиру постојећег царинског терминала који је већ у функцији и већ остварује одређене приходе и прави расходе.

Процењена досадашња вредност улагања у Терминал сведена на тренутну вредност је **380,821.00 €**, а израчунато је да је неопходно обезбедити још **789,970.00 €** за реализацију инвестиције.

5.2. Извођење оцене економске оправданости

Нето садашња вредност пројекта (*NSV*):

$$NSV = \sum_{i=1}^n \frac{NNT}{(1+d)^n} = 188,836.07\text{€} > 0\text{€}$$

Где је *NNT* - Нето новчани ток (нето примитци).

NSV представља збир дисконтованих нето примитака у економском веку пројекта, умањен за почетну вредност инвестиције и увећан за дисконтован остатак вредности инвестиције.

Индекс рентабилности (*Ir*):

$$Ir = \frac{\sum \frac{NNT}{(1+d)^n}}{SC} = \frac{1,359,627.07}{1,170,791.00} = 1.16 > 1$$

SC = вредност инвестиционог улагања = 1,170,791.00€
Како је израчунати $Ir=1.16>1$ можемо закључити да је и по овом критеријуму пројекат оправдан.

Интерна стопа рентабилности (*ISR*):

Интерна стопа рентабилности представља дисконтну стопу која изједначава позитивне и негативне нето примитке, односно стопу која садашњу вредност нето примитака економског тока своди на нулу.

Као критеријум прихватљивости се узима да она треба да буде већа од каматне стопе на позајмљена средства, односно дисконтне стопе.

$$Irr=6.7\% > d=5.00\%$$

Година позитивних ефеката (*GPE*):

Овај прорачун се врши на основу дисконтованих вредности тока укупних користи. *GPE* показује време потребно да се средства уложена у пројекат врате инвеститору. Износ укупних улагања умањује се за годишње нето приливе из економског тока, све док се износ улагања у потпуности не исцрпи. Та година представља годину позитивних ефеката.

Из обрачуна *NSV* се види да је ***GPE*=11** што значи да се поврат уложених средстава очекује унутар економског века пројекта од 11 година чиме је задовољен и овај услов за оправданост пројекта.

5.3. Закључак

Израчунати показатељи финансијске оправданости инвестиције:

1. $NSV = 188,836.07\text{€} > 0\text{€}$,
2. $Ir=1.16 > 1$,
3. $ISR=Irr=6.70\% > d=5.00\%$ и
4. $GPE=11$

показују да постоји оправданост за доношење позитивне одлуке о реализацији планиране инвестиције.

Истраживање је показало и да је у Кикинди примерено изградити регионални логистички центар (за Северни Банат) са интермодалним терминалом капацитета из категорије малих терминала (до 20.000 TEU јединица годишње) који би претежно служио за сабирање и транспорт житарица према луци Констанца.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] проф. др Славко Весковић са сарадницима, *Претходна студија оправданости ревитализације пруге Сомбор-Апатин-Сонта и изградње логистичког центра у Апатину са луком и пристаништем*, Саобраћајни факултет Београд – Београд, 2009. године.
- [2] <http://www.elalog.com> (ELA-European Logistics Association)
- [3] Гладовић, П., *Организација друмског саобраћаја*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2008.
- [4] Др Слободан Зечевић са сарадницима, *Студија изводљивости логистичког центра и интермодалног терминала Вршац*, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет Београд, август 2014. Године.
- [5] Зечевић, С., *Робни терминали и робно – транспортни центри*, Саобраћајни факултет, Београд, 2009.

Кратка биографија:



Драган Видаковић рођен је у Зрењанину 1967. год. Завршио средњу стручну „Коча Коларов“ – природно математички смер у Зрењанину. 1986. уписао је Факултет техничких наука у Новом Саду – одсек машинство. Након одслуженог војног рока похађа студије које је апсолвировао школске 1991/1992. Од 1992 године се бави предузетништвом. Оснивач је и сувласник неколико фирми од којих је најзначајнија „ИМПЕЛ“ Зрењанин. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинство – производни системи одбранио је 2015.год.

PRIMENA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA KOD REDIZAJNA PROIZVODA

APPLICATION OF REVERSE ENGINEERING IN PRODUCT REDESIGN

Branislav Balaž, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – PROIZVODNO MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bazira na geometrijskom analiziranju, dizajnu, modeliranju, analizi metodom konačnih elemenata i na kraju izradi delova robotske ruke. Analiza se zasniva na metodama reverzibilnog inženjerstva u cilju preuzimanja dimenzija sa svih delova ruke. Svi osnovni principi dizajna su korišćeni prilikom redizajna delova. Modeliranje je obavljeno u programu PTC Creo gde su nakon toga modeli u step formatu uvezeni u program za obavljanje statičke analize - Ansys Workbench. Nakon dobijenih rezultata i utvrđivanja da rezultati zadovoljavaju propisane granice sledi izvoz modela i njihovo slanje na 3D štampač i na kraju izrada.

Abstract This project consists of geometric analysis, design, modeling, finite element method analysis and on the end manufacturing of all parts of a robot's hand. Analysis is based on the methods of reverse engineering in order to obtain dimensions of all parts of robot's hand. During redesign there were used all basic principles of design. Modeling is done in program PTC Creo and after that new models as step files were imported into a software for running static analysis – Ansys Workbench. After getting new results and determining that they are inside specified limits, models were send to 3D printer where they were manufactured.

Ključne reči: redizajn, modeliranje, analiza, brza izrada prototipa

1. UVOD

U okviru ovog master rada su, kroz realizaciju studije slučaja, predstavljene mogućnosti za primenu reverzibilnog inženjerskog dizajna kod redizajna proizvoda.

1. Pojam reverzibilnog inženjerstva u najopštijem slučaju obuhvata svaku aktivnost koja se čini u cilju utvrđivanja načina na koji određeni proizvod funkcioniše ili proučavanja ideja i tehnologija, koje su primenjene u razvoju originalnog proizvoda. U okviru mašinstva, RE se može definisati kao proces dupliranja nekog postojećeg proizvoda bez pomoći tehničke dokumentacije ili računarskog modela. Ova aktivnost se primenjuje pri analiziranju postojećeg uređaja ili sistema u cilju proučavanja unutrašnjih radnih delova, radi dobijanja predloga za poboljšavanje.

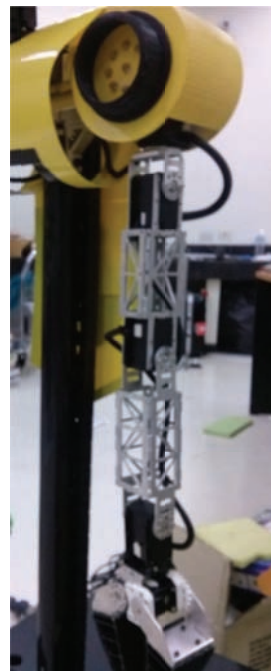
2. Metoda konačnih elemenata u mehanici nam dozvoljava da analiziramo raspodelu pomeranja i sila u preseku u linijskom nosaču, ugiba u ploči. U matematičkom smislu, takvi problemi se definišu

diferencijalnim ili u obliku integralne formulacije. Ponašanje svake grede ili elementa grede je prezentovano matricom čvrstoće napravljenom poznavanjem karakteristika materijala.

3. Brza izrada prototipa je izrada modela na temelju CAD podataka, 3D digitalizacije ili računarske tomografije. Pojavom ideje o aditivnoj proizvodnji (AM – Additive manufacturing – izrada objekata dodavanjem sloj po sloj) 1980-tih godina, razvijeni su i prvi sistemi za brzu izradu prototipa.

Problem koji je trebalo rešiti u okviru studije slučaja je na koji način olakšati ruku robota (*Slika 1*) koja se sastoji od aluminijumskih delova, elektro motora, zavrtnjeva i navrtki. Cilj je smanjenje opterećenja na motore koji je pokreću, ali tako da se ne umanjí njena funkcionalnost i pokretljivost. Ovo smanjenje opterećenja se može postići na dva načina:

- promenom dimenzija robotske ruke (skraćanjem dimenzija) u cilju smanjenja momenta (skraćivanjem kraka, odnosno dužine elemenata) ili
- smanjenjem mase elemenata robotske ruke.



Slika 1 Aluminijumska ruka robota

Pošto je promena dimenzija neprihvatljiva, jer bi u tom slučaju ruka robota bila prekratka, za rešenje ovog problema odabrano je smanjenje mase elemenata ruke. Zamisao je da se elementi izrade od drugog (lakšeg) materijala koji bi obezbedio potrebne mehaničke karakteristike.

NAPOMENA:

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

2. IZBOR MATERIJALA ZA IZRADU DELOVA

Kod FDM (Fused Deposition Modeling – deponovanje topljenog materijala) metode tehnologijom brze izrade prototipa se najčešće koriste dve plastike:

1. ABS (acrylonitrile butadiene styrene)
2. PLA (poly lactic acid)

2.1 Uporedna analiza ABS i PLA plastike:

2.1.1 Miris

ABS – prilikom deponovanja ovog materijala javlja se karakterističan miris topljene plastike. Ovaj problem se može rešiti: ukoliko se proces obavlja u prostoriji sa dobrom ventilacijom i ako se proces deponovanja obavlja na propisanoj temperaturi, pravilnim protokom i dobrom mlaznicom.

PLA – Pošto se ova plastika dobija od materijala kao što je šećerna trska, prilikom deponovanja ovog materijala se ne javljaju neprijatni mirisi.

2.1.2 Skladištenje

ABS – ukoliko je uskladišten na mestu sa velikom vlagom onda to može da utiče na čvrstoću, vizuelni kvalitet, promenu u poprečnom preseku žice kao i povećava se rizik začepjenja mlaznice.

PLA – ova plastika malo drugačije reaguje na vlagu. Tu može da dodje do smanjenja mehaničkih svojstava kao i do blage promene boje.

2.1.3 Tačnost delova

ABS – jedna od najvećih mana prilikom upotrebe ovog materijala koja se javlja je uvijanje materijala na gore prilikom štampanja. Ovaj problem se može eliminisati zagrevanjem radne površine (radnog stola) na koju se štampa.

PLA – poređenjem sa ABS-om ovde se javlja manje uvijanja pa zagrevanje stola nije neophodno.

2.1.4 Osnovna svojstva materijala

ABS – kao polimer može zauzeti različite oblike i može biti konstruisan da ima različita svojstva. Ima veću čvrstoću, elastičnost i postojanost na višim temperaturama od PLA plastike. Lako se obrađuje i polira.

PLA – sa obzirom na to da se pravi od obnovljivih materijala ova plastika se smatra mnogo “zelenijom” od ABS plastike koja se dobija od naftnih derivata između ostalog.

2.1.5 Rezime

ABS – veća čvrstoća, žilavost, obradljivost i veća postojanost na temperaturi čini ovu plastiku zastupljenijom kod ozbiljnije – profesionalnije upotrebe. Prilikom pravilno kontrolisanih uslova kao što je konstatnost protoka sa ovom plastikom se mogu postići veće brzine deponovanja, tanji slojevi i bolje oblikovane ivice predmeta.

Posle poređenja prednosti i mana oba materijala i analize odštampanih delova doneta je odluka da se u ovom projektu koristi PLA plastika zbog manje zahtevnih uslova štampanja, odnosno njene jednostavnije upotrebe, kao i zbog boljih ekoloških performansi [1].

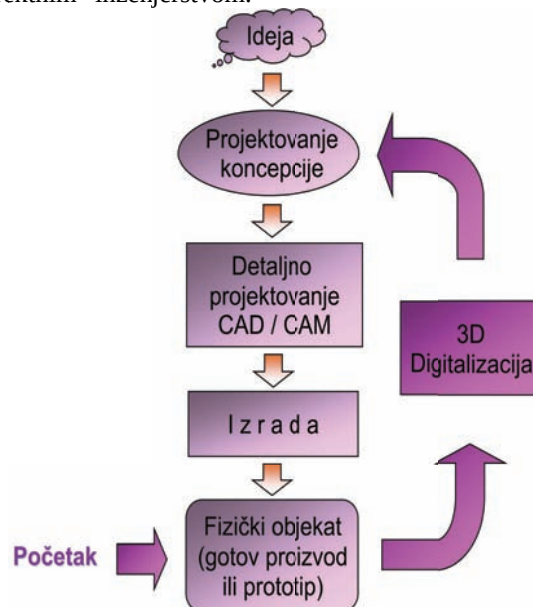
3. REDIZAJN PROIZVODA PRIMENOM REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

3.1 Definicije osnovnih pojmova i termina

Moguće je izvesti jednu opštu definiciju o RE gde bi ona imala sledeći oblik: “process analiziranja određenog sistema sa dva osnovna cilja:

- 1) Identifikacija komponenata sistema i njihovih međusobnih odnosa i veza
- 2) Kreiranje predstave (prikaza) sistema u drugoj formi ili na višem nivou apstrakcije”

Drugim rečima, pojam reverzibilnog inženjerstva u najopštijem slučaju obuhvata svaku aktivnost koja se čini u cilju utvrđivanja načina na koji određeni proizvod funkcioniše ili proučavanja ideja i tehnologija, koje su primenjene u razvoju originalnog proizvoda. Reverzibilno inženjerstvo se može definisati i kroz poređenje sa “klasičnim” inženjerstvom tj. inženjerstvom “unapred” ili “direktnim” inženjerstvom.

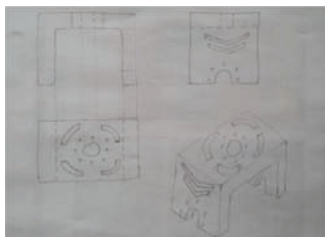


Slika 2. Reverzibilno inženjerstvo [2]

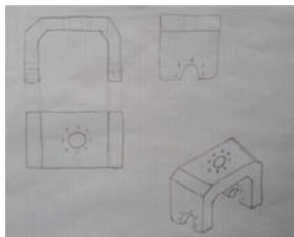
Za razliku od inženjerstva “unapred” koje podrazumeva razradu koncepcije, a zatim detaljno CAD/CAM projektovanje i na kraju izradu, RE projektovanje počinje sa fizičkim objektom (modelom), koji se zatim prevodi u CAD model, eventualno prilagođava ili doraduje i na kraju izrađuje [2].

Kao što se vidi na slici 2, ulaz je fizički objekat, koji može biti u vidu postojećeg proizvoda, ručno oblikovanog modela (glina ili gips) ili u vidu nekog prototipa dobijenog tehnikom brze izrade prototipa.

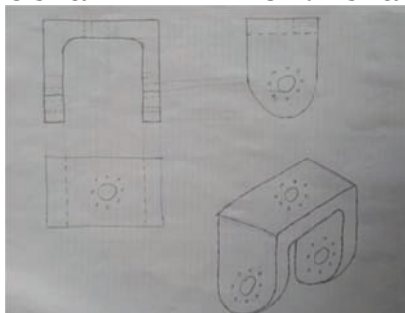
Redizajn je realizovan prema osnovnim principima dizajniranja i kreiranja nove forme. Najbitnija aktivnost procesa (re)dizajna je izrada konačnog opisa proizvoda. Opis mora da bude razumljiv onima koji treba da naprave proizvod. Iz ovog razloga najkorišćeniji vid komunikacije je crtež. Ponekad, proizvod je toliko kompleksan da je neophodno uraditi 3D model ili čak i njegov prototip. U ovom slučaju za svaki deo razvijeno je nekoliko rešenja koncepcija, a zatim su kreirani 3D modeli ovih elemenata. Crteži (Slike 3, 4 i 5) su dobri u prenošenju razumevanja šta konačni proizvod mora da bude i oni su od suštinskog značaja za osobu koja treba da izradi proizvod [3].



Slika 3 Skica 1



Slika 4 Skica 2



Slika 5 Skica 3

Prethodne 3 slike predstavljaju početne skice i izvedbe elementa "Upper link", odnosno gornjeg dela ruke. U redizajniranju ovog proizvoda učestvovao je ceo tim koji je radio na ovom projektu i to je bilo urađeno na principima prilaza poznatog kao "Novi dizajn", formiranjem dizajnerskog tima koji je radio paralelno na zadacima percepcije potrebe kroz inženjerski dizajn, zadacima specifikacije proizvoda kao i proizvodne specifikacije. Prednost ovakvog načina dizajniranja je bolja komunikacija sa svim članovima tima, odnosno uključeni su svi koji učestvuju u kreiranju ovih elemenata robotske ruke – dizajneri, 3D konstruktori, proizvodnja, programeri i krajnji korisnici. Ovo znači da je postojala jedna dinamika procesa redizajniranja u pogledu novih zadataka. Iz ovoga je sledilo dobijanje sve boljih i funkcionalnijih elemenata [4].

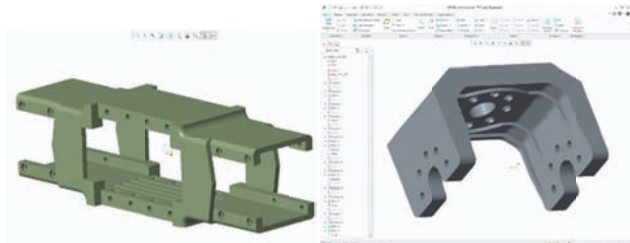
4. 3D MODELOVANJE DELOVA

4.1 Karakteristike programskog sistema Creo

3D modeliranje je proces kreiranja matematičke (grafičke) reprezentacije nekog trodimenzionalnog objekta. Ono što nastane ovim kreiranjem naziva se 3D modelom. Kroz proces 3D renderovanja model se može iskoristiti kao resurs u grafičkoj simulaciji u realnom vremenu, a takođe se može dobiti 2D slika iz 3D modela iz jedne (željene) perspektive.

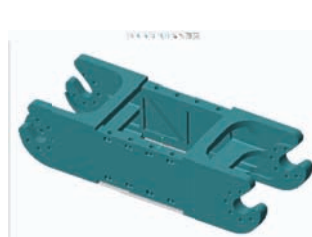
Kao što je već rečeno, 3D modeli kao matematička reprezentacija, su u svojoj srži kolekcija podataka o tačkama u 3D prostoru i drugih informacija o modelu koje računar pretvara u virtualni objekat na ekranu.

4.2 Modeliranje - Rad u programu PTC Creo Parametric 2.0, svih delova robotske ruke

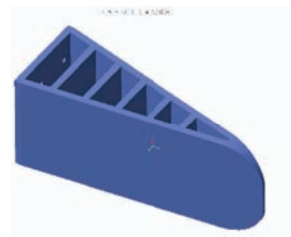


Slika 6 Gornji deo ruke

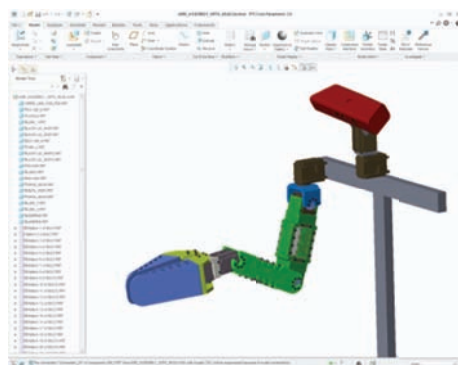
Slika 7 Vezni element 1



Slika 8. Vezni element 2



Slika 9. Hvatač



Slika 10 Sklop svih izmodeliranih delova

5. FEM ANALIZA

FEM (Finite Element Method) – MKE (Metoda Konačnih Elemenata). Metoda konačnih elemenata je numerički postupak za približno rešavanje graničnih i početnih problema, odnosno običnih ili parcijalnih diferencijalnih jednačina sa datim graničnim i početnim uslovima.

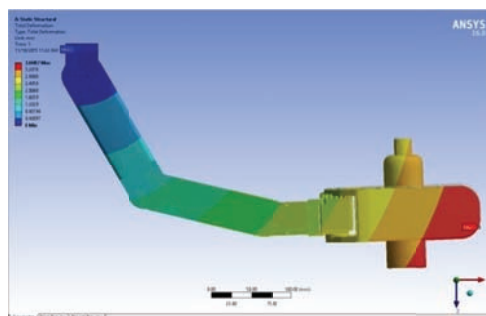
Metoda konačnih elemenata u mehanici nam dozvoljava da analiziramo raspodelu pomeranja i sila u preseku u linijskom nosaču, ugiba u ploči. Suština metode konačnih elemenata je diskretizacija (podela) posmatranog domena na izabrane pod-domene, odnosno na konačne elemente usvojenog oblika, pri čemu su ti pod-domeni konačnih dimenzija sa izabranim čvornim tačkama na granici, a moguće i u unutrašnjosti konačnog elementa [5].

5.1 Studija slučaja

Za fizičke pojave i probleme od interesa postoje odgovarajuće matematičke formulacije. Ako može da se odredi analitičko rešenje matematičke formulacije problema, problem je načelno rešen. MKE je najpoznatija i najviše korišćena metoda za numerička rešavanja posmatranih realnih problema.

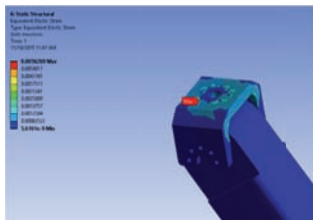
U ovom slučaju statičke analize ruke bez opterećenja korišćen je čvrsti oslonac i gravitaciono ubrzanje. Rezultati ovakve analize predstavljaju opterećenje ruke pod sopstvenom težinom.

Rezultati analize:

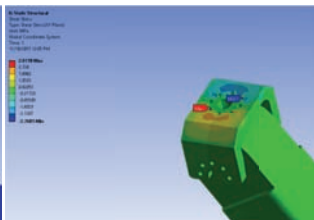


Slika 11 Ukupna deformacija

Na prethodnoj slici se može videti deformacija u z osi koja je najveća na Gripper-u (hvataču) dok drži flašu zapremine 0,6 l (600 grama) i kao što se može videti da je deo najveće deformacije označen crvenom bojom. Najveća deformacija iznosi 3,61mm.



Slika 12 Izdužen



Slika 13 Napon

Pošto je analiziran samo gornji deo ruke (koji trpi najveće opterećenje) rezultati su prikazani samo za taj deo. Maksimalni napon na zatezanje koji se javlja prilikom ove analize je $\sigma = 2.97 \text{ MPa}$ a za ovaj materijal (PLA plastiku) dozvoljeni zatezni napon je $\sigma_{\text{doz}} = 40 \text{ MPa}$ tako da se može reći da ne postoji opasnost od preopterećenja konstrukcije koja bi dovela do njene deformacije ili čak loma.

6. TEHNOLOGIJA BRZE IZRADE PROTOTIPA (3D PRINTING)

Brza izrada prototipa je tehnologija kojom se direktno iz digitalnog prikaza prostornog ili trodimenzionalnog modela izrađenog u nekom od CAD alata, proizvodi funkcionalan i relativno kompleksan radni prototip. Gradnja modela zasniva se na digitalno rezanim slojevima modela koji se u fizičkom prostoru "lepe" jedan za drugi i tako formiraju finalni oblik. Prednost ovakve gradnje u slojevima jeste izrada kompleksnih oblika koje je klasičnim metodama gotovo nemoguće izraditi. Postoji više metoda RP tehnologije ali sve tehnologije grade model po sistemu sloj po sloj materijala u obliku poprečnih preseka modela u x-y ravni po z osi [6].

7. IZRADA DELOVA NA 3D ŠTAMPAČU I MONTAŽA



Slika 15. Izgled montirane ruke



Slika 16. Izgled sa prednje strane

8. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog može se zaključiti da današnje tehnologije dizajna, redizajna i statičke analize raznih CAD modela i njihova uspešna primena deluje na skraćivanje vremena, kao i na poboljšavanje efikasnosti i kvaliteta izrađenih delova. Rezultati dobijeni prilikom ove studije ukazuju na to da CAD softver Creo predstavlja dobro rešenje u slučaju dizajna i redizajna u cilju dobijanja površinskog 3D modela, a softver Ansys takođe veoma koristan, intuitivan i ne zahteva poznavanje drugih softvera uz njegov "prijateljski nastrojen" interfejs. Kombinacija RE - reverzibilnog inženjerstva sa sve naprednijom tehnologijom brze izrade prototipa deluje obećavajuće u vidu gde bi se kombinacija ove dve tehnologije koristila u grani redizajna objekata i njihova brza izrada.

Dalja istraživanja u ovoj oblasti se mogu uputiti u pravcu redizajna postojećih modela drugim metodama reverzibilnog inženjerstva kao što su laserskom triangulacijom kombinovanu sa sve naprednijom tehnologijom optičkih metoda aktivne stereovizije. U redizajnu proizvoda se može koristiti Ansys i njegov modul koji na osnovu zadatih oslonaca i opterećenja pronalazi najbolji mogući konstrukcioni oblik modela.

9. LITERATURA

- [1] The difference between ABS and PLA for 3D printing, Milton Freewater, OR, USA.
URL: <http://www.protoparadigm.com/news-updates/the-difference-between-abs-and-pla-for-3d-printing/>
- [2] Budak I., Soković M., Hodolić J.: *Implementation of inovative procedure for error estimation in cross-sectional data point reduction in reverse engineering*, ISBN 86-7083-594-0, str. 201-206, Mechanical Engineering Faculty, Novi Sad, May, 2007
- [3] Hodolić J., Vukelić D., Martin I., Miladinov Ž.: *Using free form surfaces for reverse engineering CAD modeline of the parts*, 9th international scientific conference, Novi Sad, Serbia, 2006.
- [4] Milenko Sekulić: *Industrijski dizajn*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Kovačević D., Soković M., Budak I., Antić A., Kosec B.: *Optimal Finite Elements Method (FEM) Model for the JIB Structure of a Waterway Dredger*, Metalurgija, 2012, Vol. 51, No. 1, pp. 113-116, ISSN 0543-5846.
- [6] Nikola Šiminic. Zoran Benić, Marijan Brozović: *Postupci brze izrade prototipova*

Kratka biografija:



Branislav Balaž, rođen je u Beogradu, 1990. god. Na fakultetu tehničkih nauka, na studijskom programu proizvodno mašinstvo iz oblasti reverzibilnog inženjerstva, odbranio je diplomski rad 2014. god. Master akademske studije upisao je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka na istom studijskom programu.

UTICAJ DEBLJINE MATERIJALA NA DEFORMACIONU SILU U PROCESU DUBOKOG IZVLAČENJA**THE EFFECT OF MATERIAL THICKNESS ON FORMING LOAD IN DEEP DRAWING**

Sanja Smoljanić, Mladomir Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*,
Tomaž Pepelnjak, *Fakulteta za strojništvo, Ljubljana*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana analiza uticaja debljine materijala na proces dubokog izvlačenja lima kroz praktično ispitivanje u laboratorijskim uslovima kao i postupak simulacije procesa pomoću softverskog paketa ABAQUS. Na osnovu prikaza, analize i praktičnog primera uticaja na deformacionu silu, dati su osnovni zaključci ovog istraživanja.

Ključne reči: Duboko izvlačenje, ABAQUS, debljina lima, deformaciona sila.

Absrtact – This paper presents analysis of material thickness effect on deep drawing process through practical testing in laboratory conditions and procedure of the process simulations using software package ABAQUS. Based on the results of both experimental and numerical investigations some conclusions related to influence of material thickness on forming load were given.

Key words: Deep drawing, ABAQUS, sheet metal thickness, deformational force.

1. UVOD

Duboko izvlačenje lima predstavlja jedan od najzastupljenijih oblika plastičnog deformisanja materijala. Ovaj postupak primenjuje se u mnogim granama industrije od kojih su najznačajnije: automobilska, vojna i industrija kućnih uređaja.

U savremenim uslovima, proces dubokog izvlačenja lima može se analizirati i primenom računara, tj. primenom odgovarajućih softverskih paketa za izvođenje simulacije samog procesa. U ovom radu korišćen je softverski paket ABAQUS. Kao i većina softvera ove vrste i ABAQUS je baziran na metodi konačnih elemenata (MKE) koja spada u metode diskretne analize. Primena softverskih paketa u analizi procesa deformisanja olakšava i ubrzava projektovanje tehnološkog postupka, predikciju potencijalnih grešaka na finalnom delu, proveru opterećenja alata, itd., čime se podiže efikasnost čitavog procesa.

Teorijske osnove MKE postavljene su još 40-ih godina prošlog veka, dok njena šira primena u industrijskoj praksi datira od 70-ih, kada je korišćena za potrebe strukturnih analiza konstrukcija. U početku ova metoda se isključivo koristila za rešavanje linearnih problema, a kasnije je uvedena i nelinearnost, trodimenzionalnost,

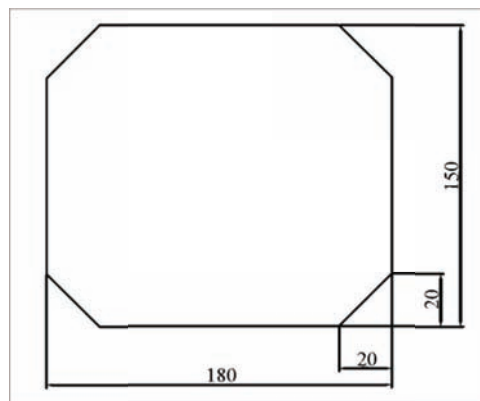
dinamika fluida. Tek intenzivnim razvojem računara početkom 90-ih, uvođenjem termo-mehaničke analize, brzine deformisanja, elasto-plastičnih modela, stvorene su pretpostavke za punu primenu MKE u oblasti obrade deformisanjem [1].

2. PREDSTAVLJANJE PROBLEMATIKE

Parametri procesa dubokog izvlačenja mogu se podeliti u tri grupe: parametri materijala (debljina materijala, konstanta materijala, eksponent deformacionog ojačavanja, granica razvlačenja i koeficijent normalne anizotropije), parametri geometrije (radijus žiga, radijus matrice, zazor matrice, dimenzije obratka i debljina materijala) i parametri procesa (temperatura, koeficijent trenja, brzina žiga i sila držača lima).

Od navedenih parametara, za ovaj rad varirana je debljina materijala. Za simulacije su varirane debljine lima od 0,5mm; 0,75mm i 1mm, dok su za eksperiment korišćene debljine od 0,5mm i 1mm.

Materijal koji je upotrebljen za analizu i praktično ispitivanje je nelegirani čelik DC03 (Č.0147 – oznaka po JUS standardu) [2]. Geometrija priprema korišćenog za simulacije i eksperimente data je na slici 1.



Slika 1. Geometrija priprema

3. SIMULACIJE U SOFTVERSKOM PAKETU ABAQUS**3.1 Metoda konačnih elemenata (MKE)**

Za razliku od ostalih numeričkih metoda, koje se zasnivaju na matematičkoj diskretizaciji jednačina graničnih problema, MKE se zasniva na fizičkoj diskretizaciji razmatranog područja. Suština aproksimacije kontinuuma MKE sastoji se od sledećeg [1]:

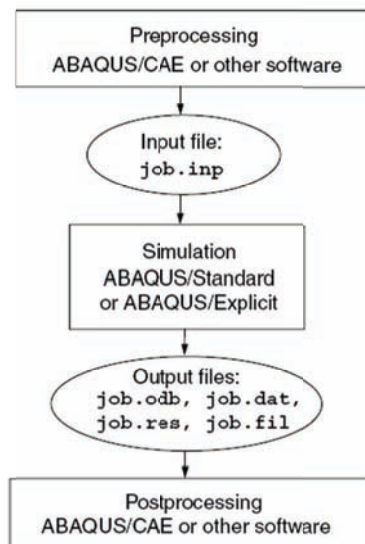
NAPOMENA:

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

- Posmatrani domen kontinuuma se deli pomoću zamišljenih linija ili površi na određeni broj poddomena konačnih dimenzija koji se nazivaju konačnim elementima i zajedno čine mrežu konačnih elemenata.
- Konačni elementi su međusobno povezani u konačnom broju tačaka koje se nalaze na konturi elemenata i nazivaju se čvorovi.
- Stanje promenljive u svakom konačnom elementu se opisuje pomoću interpolacijskih funkcija.
- Parametri u čvorovima su osnovne nepoznate veličine u MKE.
- Interpolacione funkcije su unapred zadate funkcije za jedan tip KE i predstavljaju vezu između vrednosti promenljive polja u bilo kojoj tački KE i vrednosti promenljive polja u čvorovima.

3.2 Moduli softverskog paketa ABAQUS

ABAQUS 6.10 sastoji se iz modula kroz koje se definiše proces i njegovi elementi. Svoj rad zasniva na tri faze analize: preprocesiranje, procesiranje i postprocesiranje [3]. Na slici 2 dat je prikaz dijagrama analize u ABAQUS-u.

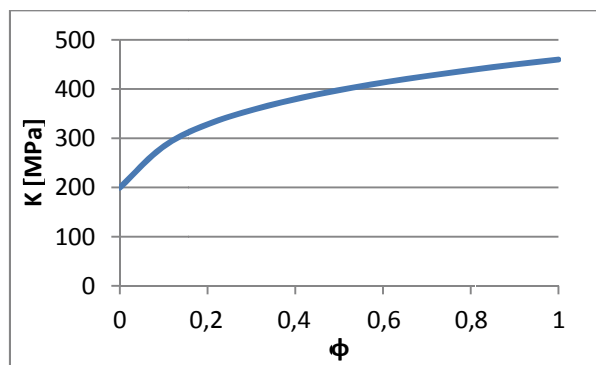


Slika 2. Dijagram analize u ABAQUS-u

Moduli od kojih se sastoji ABAQUS su sledeći:

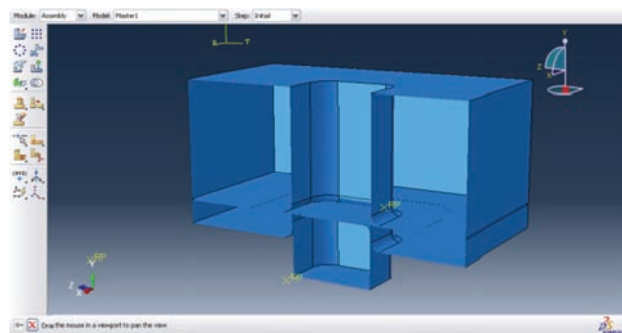
1. Modul Part
2. Modul Property
3. Modul Assembly
4. Modul Step
5. Modul Interaction
6. Modul Load
7. Modul Mesh
8. Modul Job
9. Modul Visualisation.

U modul Part vrši se konstruisanje i modeliranje pojedinačnih delova. U okviru ovoga modula posebno se modelovani pripremak i delovi alata (žig, matrica i držač lima). Pripremak je definisan kao elasto-plastično telo, a delovi alata kao elastična tela. Karakteristike materijala delova alata preuzete su iz ABAQUS-ove baze materijala, dok su krive tečenja za materijal obratka preuzete iz ECOCAN projekta [4]. Na slici 3 data je kriva tečenja za debljinu materijala 0,5 mm.



Slika 3. Kriva tečenja za debljinu materijala 0,5mm

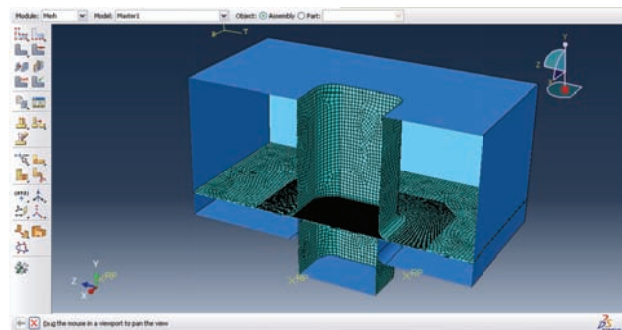
U okviru trećeg modula izvršeno je pozicioniranje pojedinačnih elemenata, odnosno formiranje sistema alat-obradak (slika 4.)



Slika 4. Poprečni presek sklopa sistema

Modul Step definiše kretanje pojedinih delova tokom samog procesa. Potrebno je definisati kinematiku kretanja delova alata tokom procesa. Korišćena visina izvlačenja je 20mm. U modulu Interaction među delovima se definišu stepeni slobode kretanja svakog dela zajedno sa koeficijentom trenja. U modulu Load definisanu su smer i vrednosti opterećenja delova alata korišćenjem vrednosti sile i amplitude za definisane referentne tačke na samom alatu. Nakon toga prelazi se u modul za definisanje mreže konačnih elementa sklopa (Mesh) u okviru koga se definišu tip, veličina i dispozicija konačnih elementa.

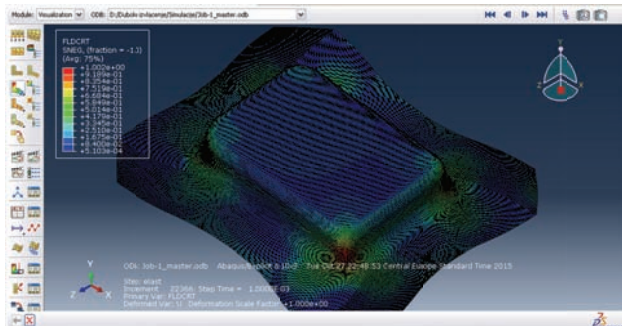
Mreža je definisana na pripremk i na delovima alata koji su u kontaktu sa pripremkom. Na slici 5 prikazan je poprečni presek sa definisanom mrežom.



Slika 5. Poprečni presek sklopa modela sa definisanom mrežom u modulu Load

Simulacije mogu da traju i do nekoliko sati u zavisnosti od kompleksnosti sklopa i gustine mreže, zbog čega je veoma bitno pravilno definisati i adekvatno podesiti mrežu konačnih elemenata. Modul Visualisation u ovom

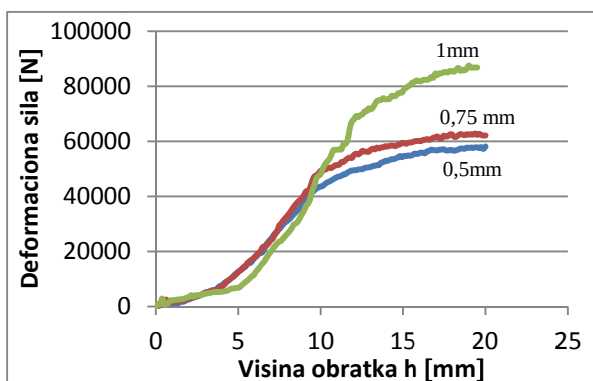
softverskom paketu služi za analizu dobijenih rezultata. Rezultate je moguće pregledati i prikazati u numeričkom obliku (pomoću opcije „Report“) ili u grafičkom obliku (animacije, statične slike, preseki, itd.). Moguće je i očitavanje različitih zadatih vrednosti (energija, deformacija, toplota, itd.). Na slici 6 dat je izgled obratka nakon završene simulacije.



Slika 6. Izgled ploče lima nakon deformisanja sa vrednostima kritične deformacije

4. REZULTATI SIMULACIJA

Analiza se sastoji od vizuelnih, analitičkih i grafičkih rezultata. Vizuelna analiza svih obradaka za nabore na prirubnici pokazuje da za sve varirane debljine materijala i različite sile držača lima koje su korišćene, nabori ne postoje. Na slici 7 dat je dijagram deformacione sile u zavisnosti od visine obratka za sve tri vrednosti debljine lima.

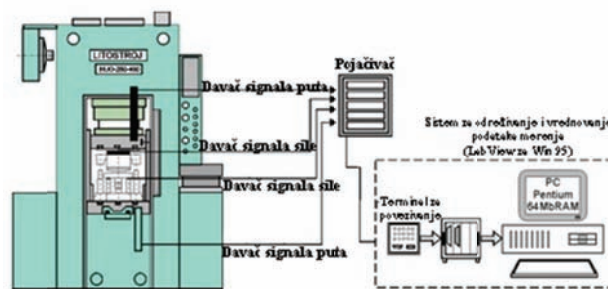


Slika 7. Dijagram deformaciona sila- visina obratka za sve tri debljine lima

Za debljinu lima 0,5mm maksimalna konačna vrednost sile iznosi 59.623,7N. Za debljinu lima 0,75mm maksimalna konačna sila iznosi 64.642,2 N. Za debljinu lima 1mm maksimalna konačna sila iznosi 88.263,7 N. Može se uočiti da je razlika između sila za debljine od 0,5mm i 0,75mm veoma mala ali sa porastom debljine na 1mm dolazi do naglog skoka vrednosti sile.

5. EKSPERIMENTI

Eksperimenti su izvedeni na hidrauličnoj presi dvostrukog dejstva LITOSTROJ, nominalne sile od 2.500 kN. U toku procesa simultano su mereni sila i hod elemenata alata pomoću odgovarajućih davača. Generisani signali od pojedinačnih davača preko osmo-kanalnog pojačivača distribuirani su do sistema (računara) za prikupljanje i vrednovanje podataka. Dobijeni podaci se mogu dalje obrađivati. Na slici 8 je prikazan korišćen sistem.



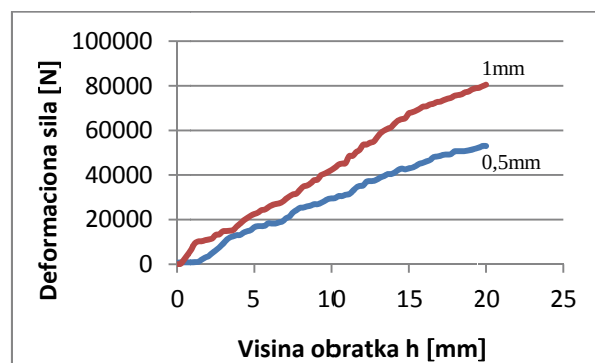
Slika 8. Šematski prikaz prese i mernog sistema[5]

Eksperimentalni deo rada izveden je na nestandardnom alatu koji je napravljen u sklopu istraživanja u laboratoriji za preoblikovanje u Ljubljani. Taj alat napravljen je za proces obrnutog dubokog izvlačenja. Žig je na donjoj strani i ne obavlja nikakv hod (fiksiran je po svim stepenima slobode). Hod na dole tokom procesa vrše matrica i držač lima. Povratna sila mašine reguliše silu držača. Pomoću ovog alata moguće je duboko izvlačenje debljina lima od 0,5mm; 1mm i 1,5mm. Ovaj alat omogućava dvostepeno izvlačenje, a na dnu obratka moguće je još i dodatno izvlačenje manjim žigom. Na slici 9 prikazan je izgled korišćenog alata.



Slika 9. Nestandardni alat za duboko izvlačenje lima [5]

Rezultati eksperimenata dati su na dijagramu na slici 10.



Slika 10. Dijagram deformaciona sila- visina obratka za sve dve debljine lima

Za debljinu lima 0,5mm maksimalna konačna sila iznosi 53.279,8N. Za debljinu lima 1mm maksimalna konačna sila iznosi 90.160,7N. Može se uočiti da sila raste proporcionalno sa porastom debljine lima. Vizuelna kontrola delova ukazuje da se nabori javljaju na prirubnici obratka za obe debljine lima u slučajevima kada se primeni mala (nedovoljna) sila držača lima.

6. POREĐENJE REZULTATA

Poređenjem rezultata simulacije i eksperimenata može se zaključiti da je za debljinu lima 0,5 mm razlika između maksimalnih konačnih sila je 10,63%, dok u slučaju debljine lima 1 mm ta razlika iznosi 2,1%. Ove razlike nalaze se u prihvatljivim granicama što ukazuje da je MKE model pouzdan. Male razlike koje se javljaju između simulacija i eksperimenta najčešće su posledica variranja mehaničkih i fizičkih (debljine) osobina samog materijala koji se koristi u eksperimentima, kao i nepoznanica vezanih za kontaktne uslove u procesu deformisanja što predstavlja problem pri kreiranju MKE modela. Za veću pouzdanost rezultata preporučuje se, ako je moguće, korišćenje materijala dobijenog u istoj proizvodnoj seriji. Poređenjem tokova krivih na dijagramima može uočiti da simulacije predviđaju nešto umereniji trend rasta sile na samom početku kao i kraju procesa oblikovanja, u odnosu na eksperimentalne rezultate.

7. ZAKLJUČAK

Sprovedene numeričke analize i eksperimentalna istraživanja pokazala su da debljina materijala bitno utiče ne veličinu deformacione sile u procesu dubokog izvlačenja kutijastih delova. Primećeno je da rast sile sa povećanjem debljine materijala nije proporcionalan (slika 7), odnosno da je za tanje limove (0,5 mm i 0,75 mm) razlika u krajnjoj sili minimalna, dok do znatnog skoka dolazi u slučaju lima debljine 1 mm.

Sa druge strane uticaj debljine materijala na pojavu faltanja lima nije izražen, već na ovaj fenomen utiče sila držača lima. Zbog toga je neophodno precizno podesiti ovu silu. Suviše mala sila držača lima dovodi do faltanja lima dok suviše velika sila može dovesti do kidanja materijala.

Poređenje rezultata numeričkih simulacija i eksperimenata potvrdilo su da su sav potencijal i pouzdanost MKE modela, ali i ukazala na činjenicu da treba biti oprezan sa rezultatima numeričkih simulacija zbog potencijalnih razlika između realnog i MKE modela. Zbog toga se predlaže da rezultati numeričkih simulaciju budu uvek i eksperimentalno verifikovani.

8. LITERATURA

1. M., Milutinović. *Istraživanje tačnosti obratka u procesima hladnog zapreminskog deformisanja*. Novi Sad, Doktorska disertacija, FTN, 2013.
2. Kuzman K., Kampuš Z. *"Priporočila preoblikovanja"*. Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2008.
3. Inc., ABAQUS. *"ABAQUS Analysis User's Manual"*. United States Of America : ABAQUS Inc., 2004.
4. Eureka ECOCAN project. Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2013.
5. [www.lab.fs.uni-lj.si](http://lab.fs.uni-lj.si). [Na mreži] [Citirano: 20 10 2015.] <http://lab.fs.uni-lj.si/lap/html/pages/si-oprema-laboratorija.htm>.

Kratka biografija:



Sanja Smoljanić, rođena je u Virovitici, 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Tehnologije plastičnog deformisanja, odbranila je 2016. godine



Mladomir Milutinović, dipl. mašinski inženjer, doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. godine, a iste godine izabran je u zvanje docenta. Područje interesovanja je polje deformisanja metala.



Tomaž Pepelnjak, dipl. mašinski inženjer, doktorirao je na Fakultetu za strojništvo u Ljubljani 2001. godine, a u zvanju vanredni profesor je od 2008. godine. Područje interesovanja je polje deformisanja metala.

GREJANJE I KLIMATIZACIJA PLIVAČKOG BAZENA HEATING AND AIR CONDITIONING SWIMMING POOL

Daniela Kugli, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Za zatvorene plivačke bazene, koji se nalaze u sklopu hotela urađeno je tehničko rešenje postrojenja za: grejanje i klimatizaciju bazenskog prostora, termičku pripremu bazenske i tople potrošne vode. Tokom leta plivački bazeni su otvoreni

Abstract – For indoor swimming pools, which are located inside the hotel the technical solutions are for the installation are done: heating and air conditioning pool area, thermal treatment of the swimming pool and hot water. During the summer swimming pools are open.

Ključne reči: bazen, grejanje, klimatizacija, topla potrošna voda, toplotna pumpa

1. UVOD

U poslednje dve decenije, beleži se trend rasta broja korisnika bazena za plivanje, wellness & spa i aqua park usluga o čemu svedoči sve veći broj centra različitog tipa, u kojem svakako prednjače zemlje sa bogatom banjskom tradicijom. Kada govorimo o bazenima, neophodno je ozbiljno razmotriti koncept primene bazenske tehnike i prateće opreme koja bazenu daje funkcionalnost i ekonomičnost rada.

2. ZADATAK RADA

Zadatak master rada, iz kojeg ovaj rad proističe, je sledeći: za zatvorene plivačke bazene, koji se nalaze u sklopu hotela potrebno je uraditi tehničko rešenje postrojenja za grejanje i klimatizaciju bazenskog prostora i za termičku pripremu bazenske i tople potrošne vode. Tokom leta plivački bazeni su otvoreni. Kao energetski izvor stoji na raspolaganju: toplotna pumpa vazduh – vazduh, prirodni gas i električna energija.

3. KOLIČINA ISHLAPLJENE VODE

Količina ishlapljene vode određena je prema jednačini [1]:

$$G_{\max} = \varepsilon \cdot N_f \cdot A \cdot (p_z - p_p)^{1,2} \quad (1)$$

ε [kg/mbar] -koeficijent ishlapljivanja vode, N_f [osoba/m²] - koeficijent korišćenja, A [m²] - površina bazena, p_z - pritisak zasićenja vodene pare u zasićenom vazduhu pri temperaturi vode bazena (granični sloj vazduha), p_p parcijalni pritisak vodene pare u vazduhu pri temperaturi prostorije bazena.

Maksimalna količina ishlapljene vode, za oba bazena, bez uračunatih atrakcija, 150 kg/h

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Spasojević, v.prof.

Maksimalna količina ishlapljene vode, za oba bazena, sa uračunatim atrakcija, 188,75 kg/h

U obrađenom primeru, uz stepen istovremenosti atrakcija od 0,3 količina ishlapljene vode se povećala za 80 %.

4. POTREBNA KOLIČINA SVEŽEG VAZDUHA

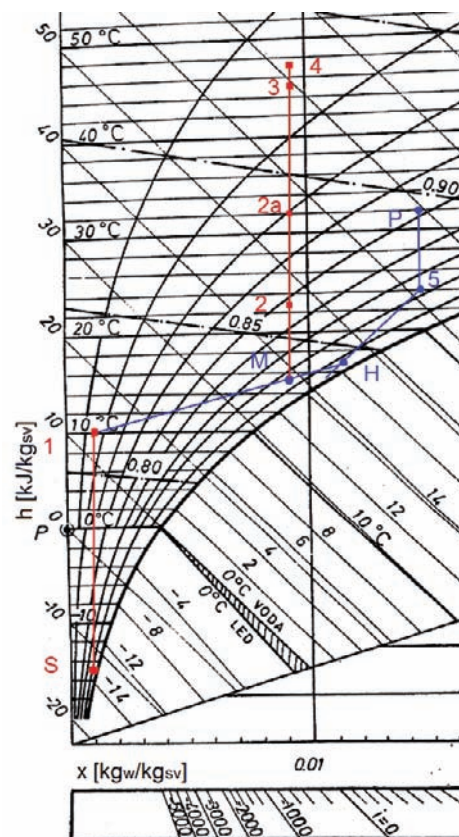
Potrebna količina svežeg vazduha određena je kao najveća vrednost izračunata na osnovu tri kriterija:

- Potrebna količina vazduha za odmagljivanje, $V_{\max}^1 = 30248 \text{ m}^3/\text{h}$
- Potrebna količina vazduha prema staklenim površinama (za sprečavanje pojave rose), $V_{\max}^2 = 6183 \text{ m}^3/\text{h}$
- Potrebna količina vazduha za provetravanje (broj izmena za provetravanje zatvorenog plivačkog bazena je 3 - 6 [2]), $V_{\max}^3 = 5000 \text{ m}^3/\text{h}$

Izbor potrebne količine vazduha na ulazu u bazenski prostor prema kriterijumima 1, 2 i 3 odabira se

$$V_{\max} = \max.(V_{\max}^1, V_{\max}^2, V_{\max}^3) = 30248 \text{ m}^3/\text{h}$$

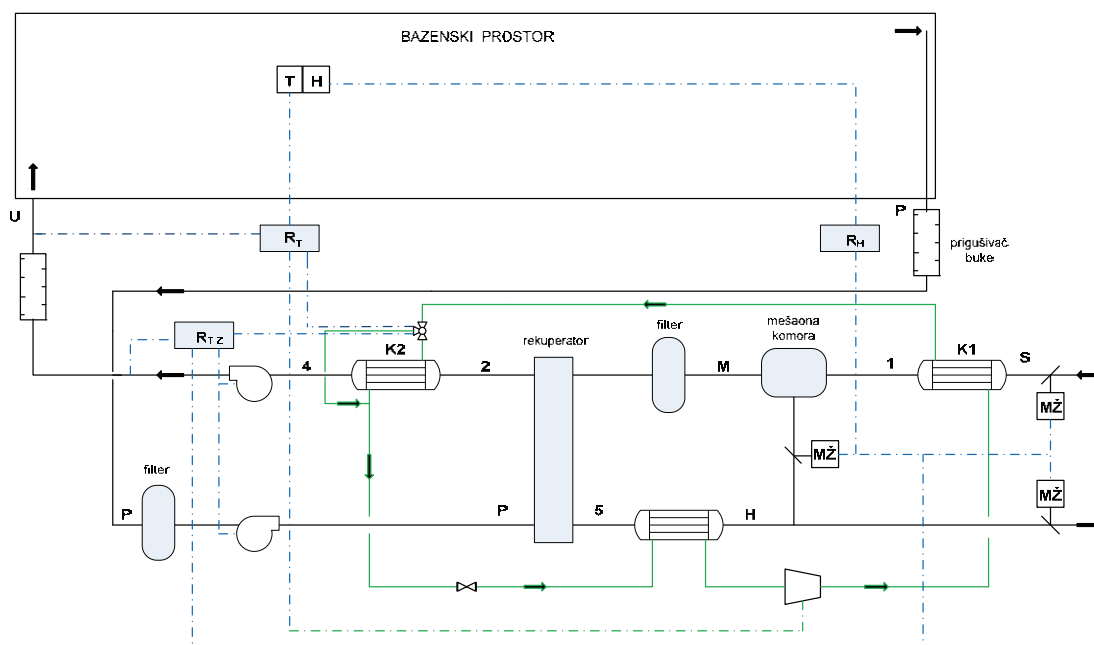
5. KLIMATIZACIJA BAZENSKOG PROSTORA



Slika 1. Grafički prikaz karakterističnih tačaka procesa u h-x dijagramu - zimski režim

P - 5 se ostvaruje na rekuperatoru, 5 - H se ostvaruje na isparivaču, S - 1 se ostvaruje u kondenzatoru 1, H - 1 se u mešaoj kompi mešaju nakon čega nastaje M, M - 2 se ostvaruje na rekuperatoru, a od 2 do 4 se ostvaruje u kondenzatoru 2.

Tačka	Opis stanja	t °C	φ %	x g/kg _{sv}	p _p mbar	p _z mbar	h _{vv} kJ/kg _{sv}	v _{vv} m ³ /kg _{sv}	m _{sv} kg _{sv} /s
P	Vazduh u prostoriji	32	47	14,2	22,34	47,53	68,54	0,896	9,38
5	Nakon hlađenja u rekuperatoru	24	75	14,2	22,37	29,82	60,28	-	9,38
H	Nakon hladnjaka	17	94	11,5	18,2	19,36	46,25	-	9,38
S	Spoljni vazduh	-15	90	0,93	1,49	1,65	-12,78	-	2,21
1	Spoljni vazduh nakon zagreva.	10	12	0,93	1,47	12,27	12,4	0,814	2,21
M	Mešanje	15,3	83	9	14,43	17,38	38,14	-	2,21+ 7,17=9,38
2	Nakon zagrevanja u rekuperatoru	23,2	54	9	15,35	28,43	46,4	-	9,38
2a	Zagrevanje do temp. prostora	32	30	9	14,26	47,53	55,22	-	9,38
3	Zagrevanje od 2a do 3 je topl. gub. usled ishlaplj.	45,7	14,4	9	14,3	99,31	69,25	-	9,38
4	Nakon konačnog zagrevanja	46,9	13,5	9	14,26	105,6	70,4	-	9,38



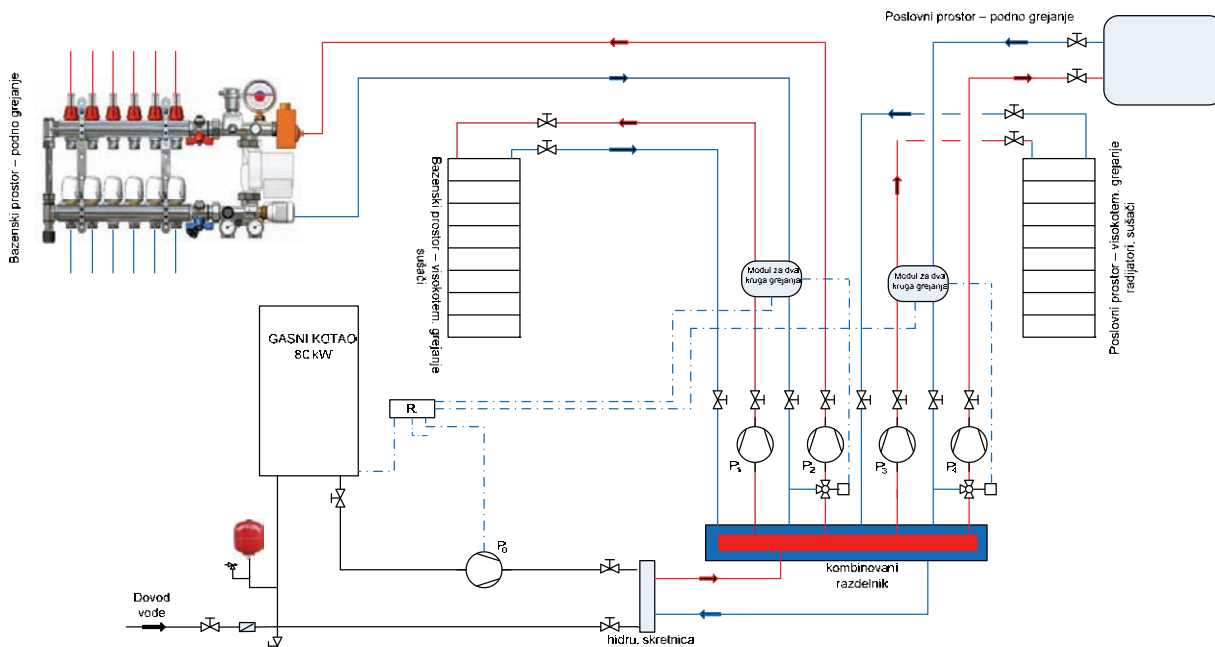
Distribucija vazduha na izlazu iz bazenskog prostora (otsis) se ostvaruje preko rešetki postavljenih u plafonu pored zida koji deli bazenski prostor i poslovni prostor. Vazduh iz prostorije se preko ventilatora distribuira do klima centrale koja je postavljena na krovu objekta bazena, gde prolazi kroz rekuperator i predaje deo toplote

14

kroz kondenzator 2 gde se zagreva na potrebnu temperaturu i uz pomoć ventilatora ubacuje u bazenski prostor. Distribucija vazduha na ulazu u bazenski prostor

(potis) se ostvaruje preko rešetki postavljenih u pod pored prozora i vrata tako da dovedeni vazduh nasterujava na staklene površine i sprečava orošavanje istih.

6. TOPLOVODNO GREJANJE BAZENSKOG PROSTORA



Slika 3. Toplovodno grejanje bazenskog prostor

Primarni krug za grejanje bazenskog prostora se sastoji od izvora toplote (gasni kotao 80 kW), hidrauličke skretnice, pumpe i ekspanzione posude.

Sekundarni krug se sastoji od kombinovanog razdelnika odakle se snabdeva bazenski i poslovni prostor (koji nije predmet ovog rada).

Toplovodno grejanje se sastoji od dve grane:

- Niskotemperaturna grejna tela za bazenski prostor - podno grejanje (šest krugova / registra)
- Visokotemperaturna grejna tela za bazenski prostor - sušaci peškira

Temperatura polazne vode se reguliše preko regulatora i modula za dva kruga grejanja.

7. ZAKLJUČAK

Klimatizacija plivačkih bazena, a posebno *Wellness Centra* ima posebnu specifičnost zbog velikog ishlaplivanja bazenske vode. Ovo je naročito izraženo u bazenima sa tzv. atrakcijama koje stvaraju turbulencije i značajno povećavaju ishlapljivanje.

U obrađenom primeru, uz stepen istovremenosti atrakcija od 0,3 količina ishlapljene vode se povećala za 80 %. Ovo povećanje utiče na povećanje potrebe količine vazduha za odvlaživanje, a ovo opet na veličinu klima komore i na kraju na investiciju.

Ugrađene atrakcije su vrlo atraktivne, ali i vrlo zahtevne sa stavovišta visine investicije.

8. LITERATURA

- [1] I. Cetinić, P. Donjerković, Z. Vašatko "Postrojenje klimatizacije za pripremu zatvorenog plivačkog bazena", Zagreb, 2012.
- [2] I. Balen, "Ventilacijski zahtevi", Zagreb.
- [3] Đ. Kozić, B. Vasiljević, V. Bekavac "Priručnik za termodinamiku", Beograd, 1997.
- [4] D. Voronjec, Đ. Kozić "Vlažan vazduh", Beograd, 2002.

Kratka biografija:



Daniela Kugli rođena je u Novom Sadu 1991. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Termotehnika odbranila je 2016. god.

UREĐAJI ZA SKLADIŠTENJE ENERGIJE U HIBRIDNIM I ELEKTRIČNIM VOZILIMA

ENERGY STORAGE DEVICES IN HYBRID AND ELECTRIC VEHICLES

Vlade Davidović, Zoran Ivanović, Stevan Grabić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U radu je analizirano skladištenje električne energije u hibridnim i električnim vozilima. Prikazani su elementi za skladištenje električne energije, kao što su akumulatorske baterije, gorivne ćelije, zamajci i superkondenzatori. Posebna pažnja je posvećena uređajima koji rade na elektrohemijском principu, tj. baterijama. Dat je detaljan pregled ovih uređaja, sa osvrtom na one koji se najviše koriste u današnje vreme. Opisane su osnovne funkcije, karakteristike, način rada, kao i prednosti i mane savremenih sistema za skladištenje električne energije.

Abstract – This paper describes the electrical energy storage components in hybrid and electric vehicles applications. Energy storage elements, such as rechargeable batteries, fuel cells, flywheels and supercapacitors are described. Special attention was given to the devices based on electrochemical conversion principle. Paper provides a detailed overview of such devices, with a focus on those that are mostly used nowadays.

Ključne reči: Električni automobili, baterije

1 UVOD

Električna vozila (EV - Electric Vehicle) rade drugačije od tradicionalnih automobila koji koriste benzin ili dizel gorivo. Oni imaju električni motor koji se napaja iz sistema za skladištenje energije. Na taj način zamenjen je motor sa unutrašnjim sagorevanjem velikih gabarita, rezervoar i kompletna linija za napajanje gorivom, kao i izduvni sistem. Dok je motor sa unutrašnjim sagorevanjem osnova za funkcionisanje tradicionalnog automobila, tako su sistemi za skladištenje energije od centralnog značaja za rad električnog automobila.

Električna energija ne može direktno da se čuva. Ona se čuva indirektno, pretvaranjem električne energije u neki drugi oblik energije. Sistemi za skladištenje energije u komercijalnoj upotrebi mogu biti kategorisani kao: hemijski (vodonik, gorivne ćelije), mehanički (skladištenje el. energije principom kompresovanog vazduha, zamajac), električni (superkondenzator) i elektrohemijski (baterija).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Ivanović, docent.

2 HEMIJSKA METODA

2.1 Gorivne ćelije

Transformacija hemijske energije u električnu u većini slučajeva vrši se posredno (preko mehaničke energije), motor pretvara hemijsku energiju goriva oslobođenu njegovim sagorevanjem u mehaničku energiju, koja se u električnim generatorima pretvara u električnu.

Gorivne ćelije električnu energiju proizvode neposredno i stoga bi trebalo da budu efikasnije, jednostavnije i pouzdanije. Za sada, njihovu upotrebu sprečavaju tehničke prepreke.

Danas se velika nada polaže u vodonično-kiseonične gorivne ćelije, koje bi se koristile za pogon automobila (tačnije njihovih elektromotora). Vodonik potreban za proces se mora proizvesti (npr. elektrolizom vode) i dovesti do ćelija, dok se potreban kiseonik može 'uzeti' neposredno iz atmosfere. Skladištenje vodonika je za sada najveći problem, s obzirom na to da je vodonik u smesi sa vazduhom veoma eksplozivna, a i mase rezervoara su problematične.

Stepen iskorišćenja celog ciklusa (stuja → vodonik → struja) je oko 30-40% (kod Oto motora – 18%).

Trenutno se gorivne ćelije već koriste na raketnim kosmičkim letelicama i podmornicama [1].

3 MEHANIČKA METODA

3.1 Zamajac

Zamajac se može posmatrati kao mehanički uređaj sa značajnim momentom inercije koji se koristi kao akumulator rotacione kinetičke energije. Principi funkcionisanja zamajca su poznati odavno. Njegova osobina je da se opire promenama brzine obrtanja vratila na koje je spojen, što pomaže ustaljivanju brzine obrtanja vratila, kada se na njega dovede promenljivi moment (kao kod motora SUS), ili kada je moment opterećenja promenljiv (kao kod klipne pumpe).

Zamajac je jedan od najstarijih mehaničkih uređaja koji je još uvek u upotrebi. Tipični primeri korišćenja zamajca se mogu naći u izumima tipa tkačkog vretena ili grnčarskog točka. Još od ranih 40-tih godina u Evropi su se koristili zamajci male brzine za obezbeđivanje besprekidnog napajanja električnom energijom. U Švajcarskoj 50-tih godina zamajci počinju da se koriste za potrebe javnog prevoza u takozvanim žirobusevima. Danas se koriste zamajci koji postižu velike brzine i to do 75000 obr/min. Nedavno su počela istraživanja koja za cilj imaju konstruisanje zamajca koji bi se koristio kao akumulator energije u vozilima [2].

4 ELEKTRIČNA METODA

4.1 Superkondenzator

Opšte je poznato da kondenzatori mogu da uskladište određenu količinu električne energije, ako se priključe na neki napon, kao i to da povećanje količine uskladištene energije zahteva i povećanje gabarita kondenzatora. Ovi problemi vezani za skladištenje energije u kondenzatorima obeshrabljivali su naučnike da se uopšte pozabave idejom korišćenja kondenzatora umesto baterija, sve do šezdesetih godina prošlog veka, kada su počele da se zahuktavaju i kada su se pojavili prvi superkondenzatori, kondenzatori izuzetno velikih kapaciteta. Danas su na raspolaganju superkondenzatori kapaciteta do nekoliko hiljada farada, najčešća primena im je trenutno u HEV (Hybrid Electric Vehicle) i EV, uglavnom u ulozi pomoćnih izvora energije u trenucima kada je potrebno u kratkom vremenu emitovati veću količinu energije. Današnji superkondenzatori ipak imaju gustinu energije po jedinici zapremine, oko 25 puta manju od klasičnih baterija [2].

5 ELEKTROHEMIJSKA METODA

5.1 Baterije

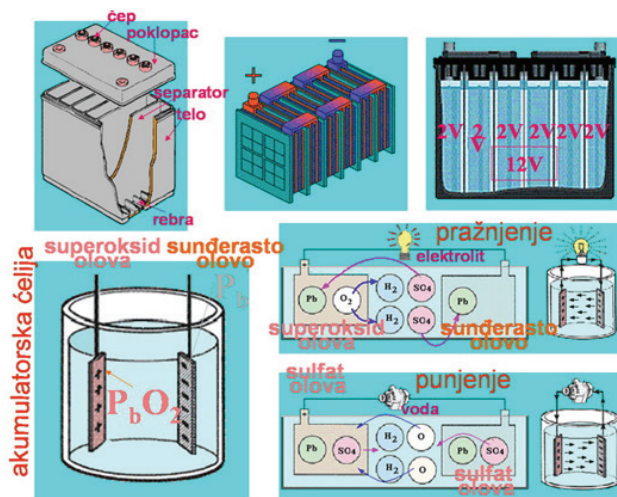
Prvu bateriju izumeo je 1800. god. grof *Alessandro Volta*. On je otkrio da ako se dve ploče različitih metala velike čistoće urone u elektrolit, a na gornjem se delu spoje električnim provodnikom, između ploča će poteći struja. Današnje baterije rade na istom principu, pa kada govorimo o različitim tipovima baterija, zapravo govorimo o različitim hemijskim elementima i delovima od kojih su izrađene. Zbog postojanja velikog broja različitih tipova baterija u nastavku rada će se razmatrati samo one baterije koje su najpogodnije i koje se najčešće koriste u HEV i EV, to su:

- Olovne baterije (en. *Lead Acid Batteries- SLI (Starter, Lighting, Ignition)*)
- Nikl-kadmijumske **NiCd** baterije (en. *Nickel-cadmium*)
- Nikl metal hibridne **NiMH** baterije (en. *Nickel-metal hydride*)
- Litijum jonske **Li-ion** baterije (en. *Lithium-ion*)
- Litijum polimer **Li-ion polimer** baterije (en. *Lithium-ion polymer*)

5.1.1 Olovne (SLI-Starter, Lighting, Ignition) baterije

Olovna baterija je najčešće korišćena punjiva baterija, zbog dokazane bezbednosti, performansi i niske cene. Razlozi za to su glavni sastojci (olovo, sumporna kiselina, plastično kućište). One se koriste za startovanje motora, i kao takve su dobro poznate. Prosečna masa olovnih baterija za putničke automobile je 18 do 20 kg, a vek trajanja zavisi od načina korišćenja i klimatskih uslova. Procenjuje se na 5 do 7 godina. Kod EV se dosta koriste robustnije olovne baterije koje mogu da izdrže duboko pražnjenje i koriste gel umesto tečnog elektrolita. Ovakve baterije su znatno skuplje za proizvodnju.

Kod olovnih baterija negativne elektrode su napravljene od sunderastog olova (slika 1), dok su pozitivne elektrode napravljene od olovo-dioksida kao aktivnog materijala u stanju punjenja. Elektrode su uronjene u elektrolit od sumporne kiseline. Sumporna kiselina u kombinaciji sa olovom i olovo oksidom, stvara olovo sulfat i vodu, električna energija se oslobađa tokom hemijske reakcije.



Slika 1. Olovna (SLI) baterija

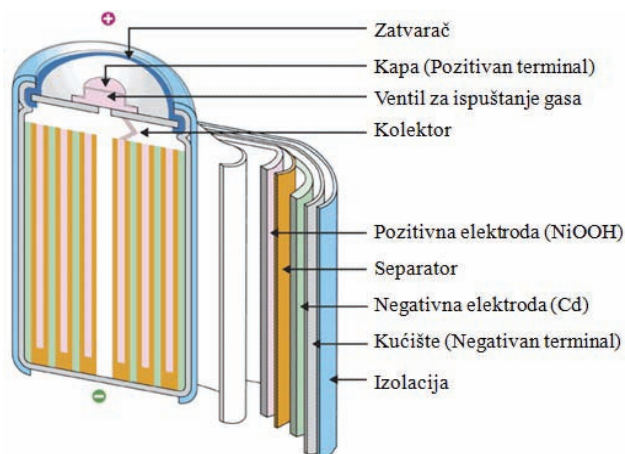
Odlikuje ih relativno visok napon od oko 2 V po ćeliji i izuzetno niska unutrašnja otpornost. Kapacitet ćelije je približno proporcionalan površini ploče, a unutrašnja otpornost je približno obrnuto proporcionalna površini ploče. Hemijski proces koji se dešava u bateriji nije jedini koji se dešava (pojavljuju se i sporedne reakcije). Olovo i olovo dioksid nisu stabilni u sumpornoj kiselini oni se dekomponuju vrlo sporo. To dovodi do procesa samopražnjenja baterije (slika 1), brzina samopražnjenja zavisi od temperature ćelije - brže ako je toplije. Takođe zavisi i od drugih faktora, kao na primer od čistoće komponenti koje se koriste, uključujući elektrode i elektrolit.

One su najjeftinije punjive baterije po kWh. Međutim, zbog male specifične energije se ne mogu koristiti u vozilima koja su namenjena da prelaze veće razdaljine. SLI baterije imaju veći opseg specifične snage, nego mnoge druge vrste baterija. One su pogodne za primenu u hibridnim vozilima, gde se čuva samo ograničena količina energije, ali se treba brzo uzeti i dati. Na kraju radnog veka, čak do 95% SLI baterija se reciklira [3].

5.1.2 Nikl-kadmijum (NiCd) baterije

NiCd baterija se smatra jednom od glavnih konkurenata olovnim baterijama za upotrebu u EV, ove baterije imaju dvostruko veću specifičnu energiju od olovnih baterija. NiCd baterija (slika 2) koristi nikl oksid hidrat (*nickel oxyhydroxide*) za pozitivnu elektrodu i kadmijum (*metallic cadmium*) za negativnu elektrodu. Ona ima jednu interesantnu osobinu, a to je da elektrolit postaje više koncentrisan prilikom pražnjenja ćelija.

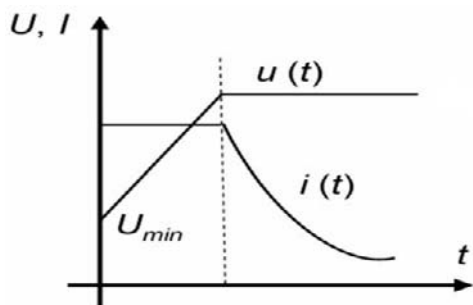
Uprkos tome što nude nisku gustinu energije, radni napon ćelije je 1.2 V (što znači da je za napon od 12 V potrebno povezati 10 ćelija na red, u poređenju sa 6 ćelija za olovne baterije, zbog toga su i do tri puta skuplje od olovnih baterija) i hemijski sastav joj je daleko od ekološki prihvatljivog (kadmijum je kancerogen i poguban po okolinu). Ipak dobro podnošenje većih struja pražnjenja, visoka specifična snaga, dug životni vek (do 2500 ciklusa), širok spektar radnih temperatura od -40°C do 80°C, mali indeks samopražnjenja i dugoročna stabilnost čini je i danas vrlo pogodnom za određene primene.



Slika 2. Delovi Ni-Cd baterije

NiCd baterije imaju vrlo izražen memorijski efekat, koji diktira način njihovog korištenja. Zbog memorijskog efekta NiCd baterije je potrebno u potpunosti isprazniti pre ponovnog punjenja, jer bi se inače dogodilo da im se kapacitet trajno smanji. Memorijski efekat se donekle može poništiti posebnim tretmanom punjenja i pražnjenja baterija, ali ni on ga ne može u potpunosti ukloniti. Kod memorijskog efekta se radi o tome da baterije imaju "sposobnost pamćenja" korištenog kapaciteta, npr. ako neku bateriju više puta za redom iskoristite samo do pola kapaciteta ona će nakon par punjenja imati manji kapacitet.

Slično kao i kod olovnih baterija, NiCd baterije treba da se pune pravilno. Pune se konstantnom strujom (slika 3) dok njena ćelija ne dostigne određeni nivo napona, u tom trenutku struja se isključuje. Kada napon ćelije opadne na nižu vrednost (unapred određena vrednost napona) struja se uključuje ponovo. Ovaj proces se ponavlja sve dok se baterija ne napuni.



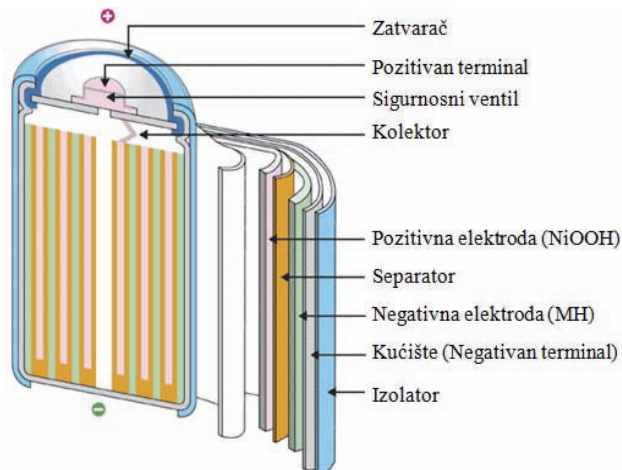
Slika 3. Karakteristika punjenja baterije

Dobar deo se može napuniti u roku od 1 sat. Njihova efikasnost punjenja drastično opada iznad 35°C, ali to neće bitnije uticati na primenu ove vrste baterija u EV. Koriste se kod električne verzije Peugeot 106, Citroen AX, Renault Clio, Ford. [3]

5.1.3 Nikl metal hidrid (NiMH) baterije

NiMH baterije su vrlo raširen tip baterija. One se ponašaju slično kao NiCd baterije, sa glavnom razlikom što se kod NiMH baterije na negativnoj elektrodi koristi vodonik (slika 4) koji je absorbovan u metal hidridu. Na ovaj način nema potrebe za kadmijumom što je ogromna prednost. Zanimljiva karakteristika ove baterije je to što se negativna elektroda ponaša slično gorivnoj ćeliji.

NiMH baterije sadrže nikl-hidroksid i legure koje absorbiraju vodonik. Reakcija na pozitivnoj elektrodi je ista kao na ćeliji NiCd, nikl oksihidroksid postaje nikl hidroksid tokom pražnjenja. Na negativnoj elektrodi vodonik se otpušta iz metala za koji je privremeno vezan i reaguje sa hidroksid jonima (OH), proizvodeći vodu i slobodne elektrone.



Slika 4. Delovi NiMH baterije

Napon im je 1.2 V. Moguće ih je puniti nešto brže nego NiCd baterije. Zapravo, mogu se puniti toliko brzo da je potrebno hlađenje.

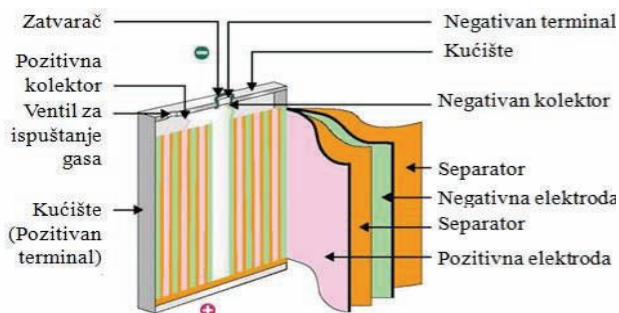
Odlukuje ih veći kapacitet, gustina energije, gustina snage i manje je izražen memorijski efekat u odnosu na NiCd baterija. NiMH baterije imaju veoma dobre performanse snage, ali se ona na niskim temperaturama i elektro-hemijska stabilnost na višim temperaturama smanjuju. Jedina funkcija po kojoj je NiMH baterija lošija od NiCd baterije je veliko samopražnjenje. Standardne NiMH baterije u prva 24 sata nakon punjenja imaju procenat samopražnjenja od 20%, a zatim dnevno od 1% - 4%.

Režim punjenja je sličan kao kod NiCd baterije sa strujom koja se uključuje i isključuje kako bi se napon ćelije održao između gornjeg i donjeg limita. Međutim, njihova veća masa, manja gustina energije i manja sposobnost dubokih ciklusa znači da se ne mogu takmičiti sa Li-ion baterijama za sledeću generaciju HEV i EV. U saglasnosti sa Direktivama EU o baterijama, sve NiMH baterije korišćene u automobilskim aplikacijama se prikupljaju i recikliraju, a metali se preventivno koriste u industriji čelika [3].

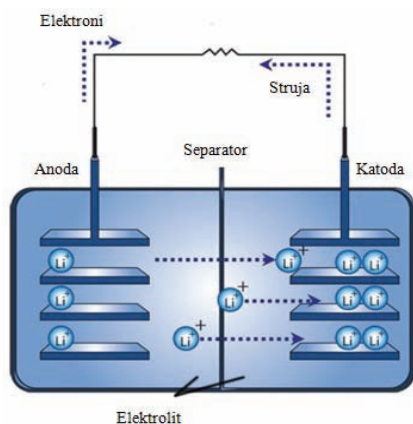
5.1.4 Litijum-jonske (Li-Ion) baterije

Li-Ion baterije su savremen tip baterije koje danas preovladavaju kao izvor napajanja. Princip rada se zasniva na korišćenju, litijum metal oksida u svojoj pozitivnoj elektrodi (katodi), karbonskog materijala u svojoj negativnoj elektrodi (anodi) i litijum jona unutar baterijskog transfera između pozitivne i negativne elektrode tokom punjenja ili pražnjenja (slika 5) [5].

Kada se baterija puni (slika 6) atomi litijuma sa pozitivne elektrode (katode) migriraju kao joni kroz elektrolit prema negativnoj elektrodi (anode), gde se deponuju između slojeva ugljenika. Proces je obrnut tokom pražnjenja.



Slika 5. Delovi Li-ion baterije



Slika 6. Proces punjenja Li-ion baterije

Odlikuje ih mala masa, znatno veći kapacitet, gustina energije i veći napon (između 3.2 i 3.8 V) u odnosu na baterije na bazi nikla i olova. Mogućnost dobijanja većeg napona po ćeliji je veoma bitno, jer to ima kao efekat povezivanje manjeg broja ćelija na red kako bi se postigla željena vrednost ukupnog napona. Na primer, *NiMH* baterija od 350 V zahteva 292 ćelije da bi postigla taj napon ($350 \text{ V} / 1.2 \text{ V} = 292$ ćelija). Dok *Li-ion* baterije zahtevaju oko 98 ćelija da bi se postigao isti napon ($350 \text{ V} / 3.6 \text{ V} = 98$ ćelija) [4].

Osim što imaju veći napon i gustinu energije, *Li-ion* baterija ima i nižu stopu samopražnjenja. To znači da je prirodni gubitak kapaciteta tokom vremena (kada su baterije uskladištene) manji nego kod drugih baterija, baterije gube samo 1-5% mesečno.

Sa druge strane, ona je sama po sebi vrlo osetljiva i zato se standardno isporučuju sa elektronikom koja reguliše njihovo punjenje i pražnjenje. *Li-ion* baterije po pravilu mogu da izdrže 500 do 1000 ciklusa pre nego što izgube kapacitet toliko da se moraju zameniti, ali to zavisi od raznih činilaca, uključujući i temperaturu na kojoj baterija radi.

Li-ion baterije ne pokazuju memorijski efekat. Zanimljivo je da *Li-ion* baterija prilikom punjenja vrlo brzo postigne 70-80% kapaciteta, dok je za punjenje do 100% potrebno barem još toliko vremena. *Li-ion* baterije pune se složenim i vrlo preciznim postupkom i ne preporučuje se nikakvo drugo punjenje nego na punjačima koji su za njih namenjeni. Elektronika ugrađena u svaku *Li-Ion* bateriju brine se o tome da se baterija ne napuni, a i ne isprazni van dozvoljenih granica (koje su jako precizne, naročito gornja). *Li-Ion* bateriju možete puniti kad god želite i koliko želite, ipak uzmite u obzir da veći broj ciklusa

pražnjenja/punjenja proporcionalno smanjuje životni vek baterije. [6]

5.1.5 Lithium-Polymer (*Li-polymer*) baterije

Li-polymer nova je generacija baterija, sa svojstvima vrlo sličnim *Li-ion* baterijama. Karakteriše ih veći kapacitet, manji trošak proizvodnje i mogućnost oblikovanja u proizvoljne oblike. Nedostatak su im kraći vek trajanja, nemogućnost pražnjenja jačom strujom i veća osetljivost na niske temperature [6].

6 ZAKLJUČAK

U ovom radu su objašnjeni osnovni pojmovi vezani za baterije i izvršena je njihova klasifikacija. Opisane su prednosti, nedostaci i ograničenja najčešće korišćenih tipova baterija.

Do sada se *NiMH* baterija smatrala jednom od najnaprednijih i koristila se kod niza *EV* i *HEV* uključujući *Toyota Prius*. Međutim, daljim razvojem tehnologije veliku prednost nad ostalim baterijama na bazi nikla i olova imaju *Li-ion* baterije. Prednost je u tom što za razliku od ostalih baterija, *Li-ion* baterije imaju veći napon i gustinu energije, nižu stopu samopražnjenja, relativno dug vek trajanja, ne zahteva apsolutno nikakvo održavanje, punjenje je dozvoljeno bez osvrta na memorijski efekat koji nije izražen i nema potrebe za periodičnim pražnjenjem. Na osnovu toga možemo da zaključimo da će budući modeli automobila davati veću prednost *Li-ion* baterijama.

7 LITERATURA

- [1] https://sr.wikipedia.org/wiki/Gorivne_ćelije
- [2] <http://emp.etf.rs/html/seminarski/vladimirvojinovic.pdf>
- [3] Electric Vehicle Technology Explaine, second edition – James Larminie (Oxford Brookes University, UK), John Lowry (Consultant Engineer, Swindon, UK)
- [4] <http://www.festa.hr/hr/pitanja/7>
- [5] <http://www.baterije.info/66/Litijum-jonske-baterije.html>
- [6] The Handbook of Lithium-Ion Battery Pack Design (Chemistry, Components, Types and Terminology), John Warner

Kratka biografija:



Vlade Davidović rođen je 1982. godine u Hemeru SR Nemačka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2016. godine.



Zoran Ivanović je docent na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na katedri za Energetsku elektroniku i pretvarace. Predaje i bavi se obnovljivim izvorima elektricne energije.

ALGORITAM ZA KLASIFIKACIJU I VIZUELIZACIJU TRANSFORMATORSKIH STANICA**ALGORITHM FOR CLASSIFICATION AND VISUALIZATION OF TRANSFORMER SUBSTATIONS**

Nenad Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste implementacija algoritma za klasifikaciju transformatorskih stanica na osnovu analize povezanosti elemenata unutrašnjosti stanice, kao i implementacija algoritma za vizuelizaciju tipskih transformatorskih stanica u Scalable Vector Graphics (SVG) formatu. Algoritam za vizuelizaciju stanica ima fokus na tipovima stanica za koje je utvrđeno da se najčešće pojavljuju u elektrodistributivnim sistemima. U okviru rada je sprovedena analiza pokrivenosti stanica algoritmom za vizuelizaciju.

Abstract – The goal of this paper is to implement an algorithm for transformer substation classification based on substation connectivity analysis, as well as to implement an algorithm for generating substation diagrams in the Scalable Vector Graphics (SVG) format. The diagram generation algorithm focuses on substation types which are most common in electric power distribution systems. This paper contains a coverage analysis of the diagram generation algorithm.

1 UVOD

Elektroenergetika je oblast elektrotehničkog inženjerstva koja se bavi proizvodnjom, prenosom i distribucijom električne energije. Softver za analizu i nadzor elektroenergetskih sistema je sveprisutan u elektroenergetskom inženjerstvu. Prvobitno je korišćen za brze proračune nelinearnih problema u strujnim tokovima i izračunavanje struja kratkog spoja. Tokom godina, upotreba softverskih alata u elektroenergetici je postala sveprisutna i od velike važnosti za planiranje, optimizaciju rada, upravljanje i nadzor elektroenergetske mreže. Softver ima značajnu ulogu u svim segmentima elektroprivrede, kako u proizvodnji same električne energije, tako i u prenosu i distribuciji do krajnjih korisnika. Uz pomoć raznih softverskih rešenja teži se efikasnijoj potrošnji električne energije, predviđanju vršnih opterećenja mreže i adekvatno rešavanje ovakvih problema [1].

Ubrzanim razvojem elektroenergetskih kompanija i distributivne mreže, javila se potreba za svakodnevnim razmenjivanjem podataka između velikih kompanija. Neusklađenost modela elektroenergetskih sistema koje su različite kompanije koristile dovela je do potrebe za razvojem standardnog formata i modela podataka koji pokriva što veći broj oblasti razmene podataka u elektroenergetskom domenu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Imre Lendak, docent.

IEC standard 61970-301 [2] je semantički model koji opisuje elemente elektroenergetskog sistema, npr. stanice, vodove, provodnu opremu, konektivnost. IEC 61968-11 [1] proširuje ovaj model i pokriva ostale aspekte razmene podataka među energetske sistemima kao što je plaćanje, potrošnja i povećanje efikasnosti, organizacija posla i naplata usluga. Specifikacije definisane ovim IEC standardima su poznatije kao *Common Information Model (CIM)* energetske sistema i najčešće se koriste u razmeni podataka između elektroenergetskih kompanija i razmena podataka između aplikacija unutar elektroenergetske kompanije. Ovaj standard je razvijen od strane Severno-američkog instituta za istraživanje električne energije (*Electric Power Research Institute – EPRI*) i predstavlja standard za reprezentaciju komponenti energetske sistema.

Pored razmene podataka među kompanijama, od značaja za kontrolu elektroenergetskog sistema su informacije koje dolaze sa terena. Ove informacije opisuju razne statusne i merenja čije očitavanje se vrši u realnom vremenu i od značaja su za efikasno upravljanje mrežom. Složenost elektroenergetskih sistema postavlja visoke zahteve u pogledu fizičke arhitekture, a pogotovo programske podrške za akviziciono upravljačke sisteme (AUS) [3]. Ovakvi sistemi, specifične namene i strukture, se najčešće označavaju terminom SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Osnovni cilj SCADA sistema je obezbeđenje efikasnog nadzora i upravljanja nad proizvodnim fizičkim procesom, korišćenjem digitalnih računarskih komponenti.

Ovaj rad se bavi problematikom prikaza unutrašnjosti transformatorskih stanica koje su ključne komponente u elektroenergetskom sistemu. Veliki broj SCADA merenja se vrši na elementima koji se nalaze unutar ovih stanica i baš iz tog razloga je bitno da se ovakve informacije prikažu kako bi operateri koji rade u elektrodistribuciji imali uvid u dešavanja u procesnom postrojenju. Grafički prikaz strukture transformatorskih stanica, omogućava uvid u povezanost elemenata, kao i vrednosti merenja i stanja prekidačke opreme koja se nalazi unutar stanica.

2 OPIS PROBLEMA

Elektroenergetska mreža se obično deli na tri dela, a to su: visoko-naponski, srednje-naponski i nisko-naponski deo. Prvi je vezan za prenos, dok su druga dva uglavnom vezana za distribuciju električne energije do krajnjih potrošača. Granični naponi između ovih celina su (najčešće) 110 kV, 10 kV i 0.4 kV respektivno.

Kompleksnost transformatorske stanice (TS) se može povezati sa visinom naponskog nivoa kojem pripada: stanice u sistemu za prenos su uglavnom kompleksnije iz razloga što imaju veći broj izvoda (tj. veza sa drugim objektima u sistemu), veći broj naponskih nivoa, rasklopne- i merne opreme uz pomoć koje se kontroliše i nadzire njihov rad. Povećanjem broja elemenata povećava se i topološka kompleksnost stanice. Problematika kojom se bavi autor u ovom radu je prepoznavanje i vizuelni prikaz modela povezanosti stanice na osnovu njenih elemenata i veza među njima. Podaci koji se koriste za detektovanje modela povezanosti su elementi stanice i njihova međusobna povezanost.

Analiza TS počinje kreiranjem matematičkog grafa koji opisuje unutrašnju strukturu. Fizički elementi kao što su transformatori, tačke potrošnje ili proizvodnje, prekidačka i merna oprema predstavljaju grane, a tačke su čvorovi preko kojih su elementi povezani. Čvorovi u modelu povezanosti elektroenergetске mreže opisani su pomoću dva elementa: terminala i čvorova konektivnosti. Svaka grana (element) je povezana na čvorište uz pomoć jednog terminala. Na osnovu modela povezanosti moguće je izgraditi graf za čitavu elektroenergetsku mrežu.

U SCADA sistemima se model sistema prikazuje u formi dijagrama, tzv. jednopolnih šema, koje mogu prikazati ceo ili deo sistema. Takvi dijagrami se dele na one koji prikazuju cele sisteme, odnosno na one koji prikazuju unutrašnjosti pojedenih transformatorskih stanica. Na prikazima celog sistema se TS, račvanja i stubna oprema tretiraju kao čvorovi grafa, a vodovi i kablovi kao grane. Na prikazima pojedinih TS su grane transformatori, mesta potrošnje ili proizvodnje, prekidačka, odnosno merna oprema, a čvorovi su ili sabirnice ili gore navedeni čvorovi konektivnosti. Algoritam opisan u ovom radu za cilj ima generisanje prikaza unutrašnjosti TS.

Programsko generisanje prikaza TS je izazov iz više razloga: njihov broj je velik (npr. preko deset hiljada u jednom modelu), postoje TS različite kompleksnosti, kao i TS koje su iste kompleksnosti, a čiji se grafovi ipak razlikuju u značajnoj meri.

Dodatni izazov kreiranja prikaza je prikazati unutrašnjost transformatorske stanice na način na koji će krajnji korisnik jasno razlikovati naponske nivoe i elemente koji im pripadaju.

Transformatorska stanica sa jednim transformatorom bi kao celine mogla da ima primarnu sabirnicu i sekundarnu sabirnicu sa izvodima, između kojih se nalazi transformator. Između sabirnica sa jedne strane, odnosno vodova, transformatora i otoka se uglavnom nalazi rastavljačka i merna oprema. Svi ovi elementi trebaju biti pravilno organizovani na prikazu kako bi sve ove celine i tokovi struja bili lako prepoznatljivi.

3 OPIS ALGORITMA ZA KLASIFIKACIJU STANICA

Cilj klasifikacije je nalaženje tipskih TS koje imaju jako slične, ali ne potpuno iste prikaze, tj. dijagrame. Značaj klasifikacije stanica je u tome što redukuje složenost vizuelizacije stanica, jer omogućava korišćenje šablona

vizuelizacije za TS čiji se matematički grafovi neznatno razlikuju.

Ulaz ovog algoritma je opis elektroenergetskog sistema u CIM formatu. Elementi od najvećeg značaja za sam prikaz i određivanje dijagrama stanice su sabirnice (primarne i sekundarne), transformatori snage i polja u kojima se nalazi rasklopna i merna oprema.

Klasifikacija samih stanica je podeljena u tri prolaza:

- Klasifikacija kompleksnosti,
- Klasifikacija po broju ključnih elemenata,
- Klasifikacija po broju polja povezanih na pojedinačne sabirnice.

Kao preduslov za što precizniju klasifikaciju stanica, potrebne su i informacije o broju ulaznih i izlaznih sekcija, potrošača, tipovima polja unutar stanice i tipu sabirnica (na osnovu naponskog nivoa).

3.1 Klasifikacija kompleksnosti

Klasifikacija kompleksnosti uzima u obzir samo broj sabirnica u transformatorskoj stanici. Velik broj sabirnica može da znači i postojanje više od dva naponska nivoa što u velikoj meri komplikuje prikaz transformatorske stanice. Stanice su klasifikovane u tri kategorije:

- Niska kompleksnost (do 6 sabirnica)
- Srednja kompleksnost (6-10 sabirnica)
- Visoka kompleksnost (preko 10 sabirnica)

Ova klasifikacija je gruba i služi za analizu odnosa broja stanica različite kompleksnosti u elektroenergetskoj mreži.

3.2 Klasifikacija po broju ključnih elemenata

Klasifikacija po broju ključnih elemenata i broju polja su usko povezane jer njihova sprega određuje krajnji tip transformatorske stanice. Sprega klasifikacija leži u tome što su informacije o ključnim elementima bitne jer sagledavanjem broja ovih elemenata može se stvoriti gruba slika prikaza unutrašnjosti, ali bez informacija o broju polja koja su povezana sa ključnim elementima, nije moguće odrediti veličinu i pozicije ovih elemenata. U drugom prolazu klasifikacije, broje se sledeći ključni elementi: primarne sabirnice, sekundarne sabirnice i transformatori snage.

Može se desiti da sabirnice ne nose informaciju o svom naponskom nivou. Ova informacija je od značaja jer je sa stanovišta algoritma za vizuelizaciju potrebna informacija da li je sabirnica primarna ili sekundarna. U cilju rešavanja ovog problema algoritam uz pomoć modela povezanosti vrši analizu unutrašnjosti TS, pri čemu se polazi od sabirnica i traže se veze sa transformatorima. Ukoliko se nađe povezan namotaj transformatora na najvišem naponskom nivou unutar transformatorske stanice, tip sabirnica se smatra za primarnu. Ostale sabirnice „oko“ tog transformatora snage će biti tretirane kao sekundarne.

3.3 Klasifikacija po broju polja

Treći prolaz služi za određivanje broja polja povezanih na sabirnicu kako bi pri iscrtavanju sabirnica bila adekvatne dužine.

Pored klasifikacije samih stanica, algoritam pokriva i klasifikaciju polja na osnovu opreme koja se nalazi unutar

istog. Na ovaj način polje je moguće tretirati kao element koji zamenjuje čitavu grupu povezanih elemenata, čiji tip nosi informaciju o tome koja oprema i kako povezana se nalazi unutra.

3.4 Identifikacija polja

Polja su kontejnerski elementi koji sadrže merne i rastavljačke elemente. U stanicama postoje trafo polja (između transformatora i sabirnice), izvodna polja (između sekcije/potrošača i sabirnice) i spojna polja (između dve sabirnice).

Postojanje polja pojednostavljuje generisanje prikaza jer je dovoljno izračunati poziciju polja, umesto pojedinačnih pozicija svih elemenata unutar polja. Problem nastaje kada u izvornim podacima ne postoje informacije o poljima niti informacije o pripadnosti elemenata polju. Tada algoritam treba da nađe sva polja u TS tako što će sve elemente koji se nalaze između sledećih ključnih elemenata grupisati u polja:

- Sabirnice (primarne i sekundarne)
- Izvodi transformatora
- Ulazne/Izlazne sekcije
- Potrošači električne energije
- Izvori električne energije (generatori)

Algoritam za identifikaciju polja polazi od graničnih elemenata i kada naiđe na prvi naredni granični element, sve elemente koji se nalaze između grupiše u jedno polje.

4 OPIS ALGORITMA ZA VIZUELIZACIJU STANICE

Cilj algoritma za vizuelizaciju je generisanje grafičkog prikaza (tj. dijagrama) TS koje su podržane algoritmom.

Tip stanica je određen uz pomoć algoritma opisanog u prethodnom poglavlju i kao takve stanice sada predstavlja ulaz algoritma za vizuelizaciju. Na osnovu klase se određuje koji dijagram prikaza stanice najbliže odgovara stanici. Dijagrami prikaza stanice nalaze se u biblioteci prikaza, koju algoritam poziva pri odabiru prikaza za vizuelizaciju date stanice.

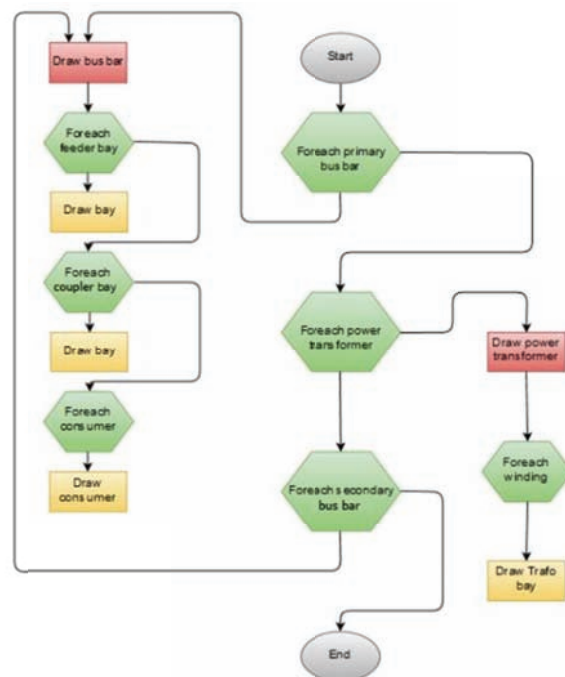
4.1 Biblioteka prikaza

Biblioteku prikaza definisao je autor ovog rada i svaki dijagram, koji se nalazi u biblioteci, odgovara opisu jedne tipske stanice. Svaki dijagram tipske stanice nosi informacije o pozicijama ključnih elemenata. Pozicije elemenata mogu biti određene sa jednom ili više koordinata, npr. pozicija sabirnice je određena početnom i krajnjom tačkom, dok je pozicija transformatora definisana sa samo jednom tačkom. U opisima tipskih dijagrama se takođe mogu naći rastojanja između elemenata.

4.2 Vizuelizacija i postupak odabira prikaza

Tipske stanice podržane algoritmom za vizuelizaciju moraju imati odgovarajući dijagram u biblioteci prikaza. Algoritam proverava za svaku stanicu da li se tip dobijen algoritmom klasifikacije nalazi među podržanim tipovima prikaza u biblioteci. Ukoliko je ovaj uslov zadovoljen, iz biblioteke se prikupe informacije o pozicijama i rastojanjima elemenata. Kada su sve informacije potrebne za vizuelizaciju prikupljene, generiše se prikaz. Algoritam generisanja prikaza polazi od primarne sabirnice i iscrta je zajedno sa poljima koja su na nju povezana, zatim se

iscrtavaju transformatori, a kao poslednji korak se iscrta sekundarne sabirnice (Slika 1).



Slika 1 Grafički prikaz toka algoritma vizuelizacije

Kod razvodnih postrojenja se može desiti da ne postoje sekundarne sabirnice, niti transformatori snage, u ovom slučaju algoritam samo vrši prvi korak tj. vizuelizacija primara sa poljima.

5 IMPLEMENTACIJA REŠENJA

U svrhu implementacije algoritama korišćeno je *Visual Studio C#* razvojno kruženje uz oslonac na *.NET Framework 4.5.1* biblioteku. Ulazni podaci rešenja su dovedeni u *CIM/XML* formatu, koji u sebi sadrže opise elemenata, njihove međusobne povezanosti i informacije o sadržavanju kontejnerskih elemenata. Svi elementi i njihovi atributi su opisani u skladu sa *CIM* standardom o kome je bilo reči u uvodu. Kako bi se ovi elementi koristili kao ulaz algoritma, napravljen je *CIM* objektni model klasa sa atributima. Klase i njihovi atributi su isti kao atributi koji se mogu naći u ulaznim *XML* fajlovima.

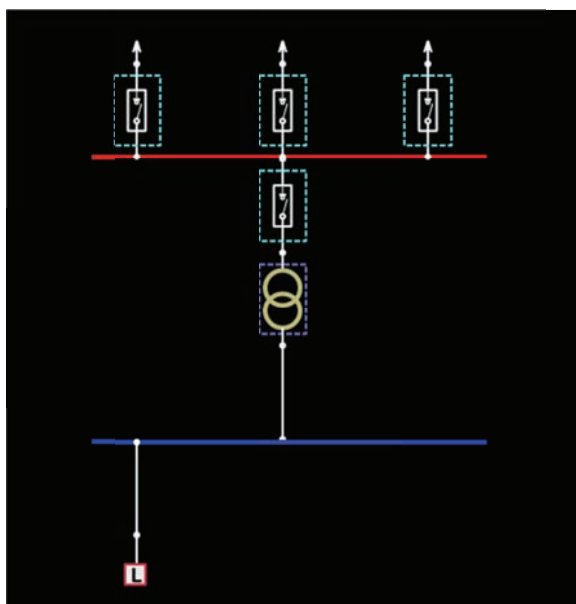
Kako bi na osnovu ulaza mogao biti napravljen objektni model, napravljen je *parser* koji parsira *CIM/XML* fajlove i iz njih čita elemente i attribute koji su od značaja za objektni model, dok se ostali elementi odbacuju. Za punjenje objektnog modela korišćen je *Object Factory Pattern* šablon koji znatno olakšava kreiranje elemenata određenog tipa. Skladište modela se sastoji od niza mapa (po jedna mapa za svaki tip elementa), u kojima ključ predstavlja jedinstvenu oznaku elemenata, a vrednost je sam objekat koji je napravljen na osnovu ulaznih fajlova.

Kreiranje referenci sadržavanja i povezanosti putem terminala i čvorova konektivnosti je implementirano kao poseban korak nakon izgradnje objekata koji opisuju elemente modela. Sa ovim je kreiran model povezanosti TS.

Implementiran je i algoritam za prepoznavanje polja unutar TS. Algoritam prepozna polje, napravi ga i razreši reference sadržavanja između polja i elemenata koji se u njemu nalaze. U ulaznim podacima nisu postojali podaci

o tipu sabirnice (primar ili sekundar), pa je implementiran i algoritam za određivanje tipa sabirnice.

Klasifikacija stanica se vrši po tipu kompleksnosti i po tipu modela povezanosti. Sa stanovišta vizuelizacije bitna je klasifikacija po tipu povezanosti. Klasifikacija se vrši na osnovu broja primarnih sabirnica, sekundarnih sabirnica, transformatora snage i polja po sabirnici. Za svaki tip TS, kao i za sve sadržane sabirnice kreiran je poseban sistem kodiranja. Kod tipske TS je jednoznačan i predstavlja ključ u biblioteci prikaza, tj. omogućava nalaženje odgovarajućeg dijagrama. Primer ključa je prikazan ispod Slika 2 i sastoji se od sledećih elemenata: broj primara i sekundara, broj transformatora i broj izvoda. Sistem kodova sabirnica nosi informacije o broju povezanih izvodnih polja, npr. FEEDCNT3 za sabirnicu sa tri izvoda na istom primeru.



Slika 2 Prikaz stanice tipa „PRIM1_SEC1_PWTR1_FEEDCNT3“

Biblioteka prikaza za podržane tipove TS je definisana u XML datoteci, u kojoj su predefinisane koordinate za ključne elemente. Tipovi za koje ne postoje predefinisane koordinate smatraju se tipovima koji nisu podržani ovim algoritmom.

Algoritam za vizuelizaciju stanica je realizovan tako što nakon učitavanja konfiguracije definiše listu podržanih tipova, a zatim se za svaki tip generišu prikazi stanica čije topologije odgovaraju datom tipu.

Izlaz algoritma, tj. generisani prikazi TS su *Scalable Vector Graphics* (SVG) formata. Grafički izgled elemenata modela je predefinisani i isti je u svim stanicama, te je stoga definicija ovih elemenata izvučena u zaglavlje SVG datoteke. Izgled SVG datoteke je organizovan u tri celine od kojih je prva zaglavlje samog dokumenta, zatim definicije elemenata koji se mogu naći u topologiji stanice i na kraju pozivi za vizuelizaciju na zadatim lokacijama za svaki element koji se nalazi u transformatorskoj stanici.

Primer dijagrama TS generisan sa algoritmom koji je opisan u radu prikazan je na Slika 2. Za vizualizaciju SVG datoteke je korišćen Internet pretraživač.

6 REZULTATI I DISKUSIJA

U okviru rada je urađena analiza pokrivenosti broja stanica u elektroenergetskoj mreži uz pomoć gore opisanog algoritma. Kao test podaci korišćeni su mrežni modeli elektroenergetskih sistema tri grada čija tačna imena neće biti prikazana u radu, već će biti označeni sa G1-G3. Algoritam je pokazao izuzetne rezultate (preko 99%) u pokrivenosti stanica za koje je uspeo da generiše dijagrame. Rezultati su prikazani u Tabeli 1.

Tabela 1- Rezultati analize pokrivenosti

Naziv šeme	Broj stanica	Broj stanica pokrivenih algoritmom	Procentualna pokrivenost
G1	23588	23516	99.69 %
G2	12173	12084	99.26 %
G3	22087	22027	99.72 %

7 ZAKLJUČAK

U ovom radu su predstavljeni algoritmi za klasifikaciju i vizuelizaciju tipskih transformatorskih stanica. Kao ulaz korišćeni su modeli elektroenergetskih sistema opisani u *CIM/XML* formatu. Implementacija algoritma obuhvata kreiranje objektnog modela podataka, klasifikaciju stanica i generisanje prikaza stanica u *Scalable Vector Graphics* (SVG) formatu, kao izlaza algoritma za vizuelizaciju stanica. Analiza pokrivenosti je pokazala da je algoritam u stanju da prikaže preko 99% transformatorskih stanica.

Buduća istraživanja bi obuhvatila dodavanje podrške za stanice sa složenijom strukturom koje trenutno nisu obuhvaćene algoritmom i kreiranje interaktivnog prikaza stanica sa prikazom dodatnih informacija o elementima.

8 REFERENCE

- [1] Dr Alan W. McMorran, "An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model", 2007.
- [2] IEC 61970-301 Common Information Model (CIM),
- [3] Branislav Atagić, „Softver sa kritičnim odzivom u elektroenergetskim sistemima“, 2014.

Kratka biografija:



Nenad Nikolić je rođen 1991. godine u Subotici. Diplomski rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Na istom fakultetu odbranio je master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva 2015. godine.

**GEOVIZUALIZACIJA AUTOGENERISANE JEDNOPOLNE ŠEME
ELEKTROENERGETSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE****GEOVISUALIZATION OF AUTOGENERATED UNIPOLAR SCHEME OF POWER
DISTRIBUTION NETWORK**

Ivan Mihajlov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan problem implementacije generatora jednopolne šeme elektroenergetske distributivne mreže. U okviru rada analizirani su grafovski algoritmi, kao i kriterijumi ulaznih parametara algoritama tako da algoritam pruži što bolje rezultate. Obezbeđena je grafička predstava rezultata jednopolnog generatora.

Abstract – The paper describes problem of implementations' generator unipolar scheme power's distribution network. Graphic algorithms are analyzed, as criteriums of input pharametars algorithm in purpose of better results. Graphic results of uniplar generators are provided.

Ključne reči: Jednopolna šema, Autogenerator, Algoritmi za obilazak grafa, Elektroenergetski sistemi

1. UVOD

Rad se bavi problemom implementacije autogeneratora jednopolne šeme. Vizuelizacija elemenata je od posebne važnosti u procesu upravljanja elektroenergetskom mrežom, jer način predstavljanja sistema, interaktivnost i brzina generisanja prikaza, ima uticaj na validnost interpretacije stanja sistema, pa time i na izbor korektna akcije od strane korisnika.

Jednopolna šema EE distributivne mreže jeste ortogonalna rešetkasta struktura u čijim čvorovima se mogu naći čvorovi mreže, a linijski elementi strukture formiraju vodove mreže. S ciljem da se obezbedi što realniji simbolički prikaz mreže koji vodi ka manje rizičnom nadzoru i upravljanju EE distributivnom mrežom, razvijen je algoritam generisanja jednopolne šeme mreže koja podržava geografski raspored čvorova realne mreže.

Elektroenergetski elementi sa geografske šeme se projektuju na čvorove jednopolne geografske šeme tako da dispozicija čvorova na rezultujućoj šemi treba da je približno jednaka originalnoj dispoziciji na geografskoj šemi, uz neizbežna zaokruživanja koordinata i pomeranja radi izbegavanja preklapanja.

Grafovski algoritmi generišu geografski raspored čvorova jednopolne šeme u zavisnosti od geografske šeme i najkraće putanje između svaka dva povezana čvora grafa gde putanje predstavljaju EE vod i prate ortogonalnu rešetku.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

2. VIZUELIZACIJA GRAFOVA

Graf je matematički model koga čine čvorovi i linije između njih (grane). Glavna podela grafova je na orijentisane i neorijentisane grafove. Grafovi gde smer grana povezanosti čvorova nije bitan, nazivaju se neorijentisani.

Dobra strana neorijentisanog grafa je što se ne razlikuje početna i krajnja tačka pri pretrazi putanja kroz graf, ali je zato sporiji obilazak grafa. Dok grafovi gde je smer grana povezanosti čvorova bitan, nazivaju se orijentisani grafovi.

Dobra strana orijentisanog grafa je izbegavanje nepotrebnih putanja pri pretrazi kroz graf što značajno ubrzava traženje putanja.

Manom se može smatrati razlikovanje početne i krajnje tačke pri pretrazi.

Grafovski algoritmi uspešno rešavaju probleme koji se mogu apstrahovati kao mreža čvorova i (ne)orijentisanih grana između njih.

Svakodnevna navigacija korisnika ka datoj destinaciji se rešava primenom grafovskih algoritama jer se saobraćajnice mogu apstrahovati kao graf. Tako se navigacija svodi na pronalažanje najkraće putanje od trenutnog do ciljnog čvora grafa.

Pretrage na web-u koje se svakodnevno koriste rešavaju se primenom grafovskih algoritama jer se web apstrahuje kao graf. Komunikacija uređaja na Internetu je realizovana upotrebom grafovskih algoritama, gde se Internet apstrahuje kao jedan veliki graf, a ciljani čvor se pronalazi traženjem najkraće putanje od početnog čvora. Grafovi su specijalni slučajevi stabla.

Najčešće se u algoritmima temena grafa predstavljaju prirodnim brojevima, a grane uređenim parovima. Ukoliko graf ima mnogo grana, a to je često slučaj sa neorijentisanim grafom tada ga je najpogodnije predstaviti matricom susedstva, takozvanom kvadratnom matricom. Orijetisani grafovi se takođe mogu jednostavno predstaviti matricom i listom susedstva.

Njihova matrica susedstva je simetrična. Kada je broj grana mali tada je praktičnije koristiti listu susedstva za reprezentaciju grafa.

Grafovski algoritmi sistematski ispituju sva temena i sve grane grafa, tako što pretražuju sve moguće putanje. Prirodan način ispitivanja putanja je da se formira graf koji kreće od vrha.

Različiti grafovski algoritmi koriste isti osnovni apstraktni model grafa, ali sa različitim strategijama primene algoritama.

3. IMPLEMENTACIJA AUTOGENERATORA JEDNOPOLNE ŠEME ELEKTROENERGETSKE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Elementi distributivne elektroenergetske mreže mogu se podeliti u tri velike grupe: provodnu, rasklopnu i kontejnersku opremu.

Provodna oprema se odnosi na linijske vodove. Ona je modelovana klasom *Line*.

U grupu rasklopne opreme spadaju prekidači i rastavljači, koji su u ovoj šemi objedinjeni i modelovani klasom *Switch*.

Razlika između ove dve grupe je u načinu upotrebe. Rastavljači se koriste u slučaju planiranih radova na mreži i izolovanja dela mreže, tako što razdvajaju deo mreže koji nije pod naponom od onog koji jeste. Njihov zadatak je da označe deo mreže koji nije pod naponom.

Prekidači su predviđeni da rade u svim režimima i oni na efikasan način izoluju deo postrojenja koji je u kvaru. Kontejnerska oprema se u datoj šemi odnosi na trafostanice i predstavlja opremu koja sadrži drugu opremu elektroenergetskog sistema.

Razlikuju se trafostanice koje spuštaju napon sa naponskog nivoa prenosa na naponski nivo distribucije (tzv. HV/MV trafostanice) i one koje spuštaju napon sa naponskog nivoa distribucije na naponski nivo neposredne potrošnje (tzv. MV/LV trafostanice).

HV/MV trafostanice su modelovane klasom *Substation*, dok su MV/LV trafostanice apstrahovane *Node* klasom. Svakom elementu šeme je pridružena jedna ili više geografskih koordinata (linijski vodovi).

3.1 UTM koordinata

UTM koordinatni sistem Zemlju predstavlja kao ravnu površinu, koja se potom deli na jednake horizontalne i vertikalne zone. Ove koordinate su u dekadnom formatu i izražavaju se u metrima.

Prednosti njihovog korišćenja je što su rastojanja između referentnih objekata uvek jednaka, nezavisno od geografske dužine i širine, kao i jednostavnija upotreba, jer nema sferne trigonometrije. Moguća je transformacija UTM koordinata u geografske. Razlika između koordinata može da odgovara nekom linearnom malom odstupanju.

U radu UTM koordinate predstavljaju pozicije elemenata geografske i jednog polne šeme, gde je zadatak geovizualizatora da im omoguću predstavljanje u četvrtom kvadrantu koordinatnog sistema.

3.2 Ortogonalna rešetka

Ortogonalna rešetka je kontejner, na koji se smeštaju svi elementi jednog polne šeme. Ona se ne prikazuje na grafičkom prikazu. Početni korak implementacije autogeneratora jednog polne šeme predstavlja mapiranje elementa na ortogonalnu rešetku. Mapiraju se postojeći elementi (*Substation*, *Switch* i *Node*) na čvorove ortogonalne rešetke, gde se mapiranje vrši na najbliži mogući čvor na ortogonalnoj rešetki. Da bi se elementu pronašao najbliži čvor na ortogonalnoj rešetki, mora se pronaći najbliža linija po x i y osi. Pri pronalasku najbližeg čvora, elementu se dodeljuju koordinate čvora ortogonalne rešetke po x i y osi. Ako je najbliži čvor zauzet, proveravamo sve njegove susedne čvorove i tako povećavamo iteriranje dok algoritam ne pronađe čvor bez elementa. Važan parametar u kvalitetu autogeneratora

jednog polne šeme je širina ortogonalne rešetke. Od širine ortogonalne rešetke direktno zavisi broj čvorova rešetke. Jedan od glavnih zadataka ovog rada je i pronalazak optimalne razlike između širina čvorova. Od širine rešetke zavisi brzina izvršavanja algoritma, utrošak memorije i prikaza izgleda. Za testirana rešenja su korišćene 4, 5 i 6 *int* vrednosti.

3.3 Generisanje jednog polnih vodova

Da bi se uopšte primenio algoritam koji generiše jednog polnu šemu, postoje koraci u pretprocesiranju koji moraju da se ispoštuju. Jedan od tih koraka je izdvajanje informacija o povezanosti čvorova. To je trivijalan proces, zbog toga što klasa *Line* sadrži *Id* oba elementa. Taj podatak je od važnosti da bi se znale početne i krajnje tačke koje predstavljaju ulaze u algoritam za pronalaženje najkraće putanje.

Još jedan korak pretprocesiranja jeste izdvajanje električno paralelnih vodova. Električno paralelni vodovi su oni vodovi koji imaju iste početne i krajnje čvorove na geografskoj šemi. Svi paralelni vodovi se na jednog polnoj geografskoj šemi predstavljaju kao jedan vod. Razlog takvog predstavljanja je uprošćenje prikaza, jer je bespotrebno je nagomilavanje više vodova sa istim početkom i krajem.

Time se smanjuje broj izvršavanja algoritma koji pretražuje najkraće putanje. Ideja generisanja jednog polnih vodova je da se dozvoli povezivanje susednih elemenata, pod uslovom da susedni element nije čvor na ortogonalnoj rešetki koji je već iskorišćen. Pošto je matrica cele ortogonalne rešetke po x i y osi veoma velika, obilazak između čvorova ne zahteva toliko raspon po x i y osi, tako da se vrši isecanje na podmatrice, što ujedno i predstavlja poslednji korak u pretprocesiranju algoritma.

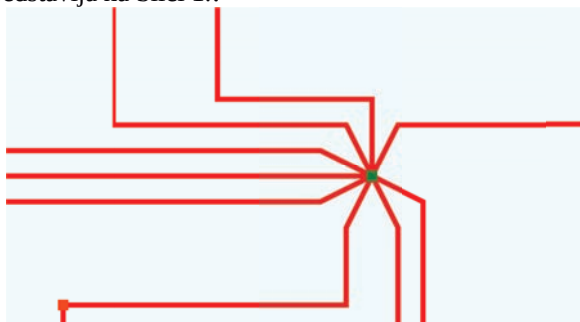
3.4 Čvorovi jednog polne šeme

U idealnoj jednog polnoj šemi, svaki čvor, koji je na preseku vodova, poseduje najviše četiri susedna čvora, sa svoje severne, južne, istočne i zapadne strane. Konkretno za elemente kao što su *Switch* i *Node* četiri čvora na jednog polnoj šemi su dovoljna, iz razloga zato što nijedan element ova dva tipa nema više od četiri ulaza/izlaza, dok to nije slučaj sa *Substation* elementom. Ovaj tip opreme uglavnom ima više od četiri ulaza/izlaza provodne opreme koja je spaja sa drugom opremom. Prosečno u šemi Novog Sada, koja se koristi kao ulaz autogeneratora, element *Substation* ima desetak elemenata provodne opreme povezanih na njega. Potrebno je dati rešenje koje omogućuje više od četiri ulaza/izlaza.

Rešenje uvodi proveru koliko dati element *Substation* ima stepeni čvora (ulaza/izlaza), tako da se proverava koliko iteracija treba još dozvoliti da se obezbedi broj dodatnih čvorova preko kojih se povezuje čvor *Substation*-a sa ostalim elementima provodne opreme. Treba napomenuti da prva iteracija predstavlja standardna četiri čvora. Druga iteracija predstavlja još dodatna četiri čvora. Prve dve iteracije zajedno predstavljaju prvi prsten povezanosti čvorova oko *Substation*-a. Treća iteracija predstavlja još dodatnih osam čvorova i ona predstavlja drugi prsten oko čvora *Substation*-a. Četvrta iteracija bi eventualno donosila još dodatnih šesnaest čvorova i to bi bio treći prsten oko čvora *Substation*-a. Čvorovi se u implementaciji rešenja povezuju u odnosu na najbližu

ugao sa koje dolazi vod na jednopolnoj šemi. Na Slici 1. je prikazan čvor Substation elementa koji ima 9 stepeni čvorova. 9 stepeni čvora predstavlja promenljivu *degree* = 2 koja je u radu korišćena za računanje stepeni. Primera radi, da čvor Substation-a ima 17 stepeni, promenljiva *degree* bi imala vrednost 3.

Sa Slike 1 može se primetiti da su svi čvorovi iz drugog prstena, sem dva koji su pod uglovima od 90° i 180° iz prvog prstena. Algoritam prvo pronade najbliže susedne tačke, tako da ima što manje čvorova na svojoj putanji. Osobina ovakvog pristupa je veća verovatnoća da se prvo čvorovi sa najvećeg stepena, a to upravo stepen 2 predstavlja na Slici 1.:



Slika 1. Čvor elementa Substation

3.5 Polazna tačka algoritma

Za polaznu tačku algoritma autogeneratorsa testirano je nekoliko rešenja. Prvo rešenje početne tačke algoritma uzima uređeni par od dva čvora koja imaju najmanju razdaljinu. Razdaljina se računa kao Pitagorina teorema, gde je jedna kateta trougla razlika pozicija čvorova po x osi, a druga kateta razlika pozicija čvorova po y osi. Tako se razdaljina čvorova identifikuje preko hipotenuze. U teoriji može se desiti da postoje različiti par čvorova koji imaju jednako rastojanje.

Ako bi se ova situacija dogodila, slučajnom raspodelom bi se izabrao prvi uređeni par čvorova, zatim bi se obradio naredni uređeni par.

Drugo rešenje za početnu tačku algoritma uzima uređeni par dva čvora koji imaju najdalju razdaljinu između njih. Razdaljina čvorova se takođe računa Pitagorinom teoremom. Parovi čvorova koji ima najveću razdaljinu su parovi gde je jedan od dva čvora verovatno element Substation, a moguće je da se desi i situacija da su oba čvora Substation iz razloga što je element Substation prenosna oprema.

Treće rešenje, se zasniva na tome da se prvo obrade uređeni parovi čvorova gde je bar jedan od njih Substation element čvora. Nakon što se obrade takvi uređeni parovi, algoritam obrađuje uređene parove od najbližih do najudaljenijih kao u prvom rešenju.

U četvrtom rešenju, kao i kod trećeg, prvo se obrađuju uređeni parovi čvorova gde je jedan od ta dva čvora element Substation, zatim se obrađuju čvorovi od najudaljenijih do najbližih.

Generalno prva dva rešenja su se pokazala mnogo boljim od druga dva, iz razloga što imaju jednu iteraciju manje u implementaciji algoritma i time se dobija značajno na brzini.

Prvi izbor za početnu tačku algoritma se pokazao bolje u odnosu na drugi, jer obezbeđuje manje presecanja na jednopolnoj šemi i elementi šeme EE mreže izborom

prvog rešenja za polaznu tačku bolje prate odstupanje u odnosu na geografski prikaz EE mreže.

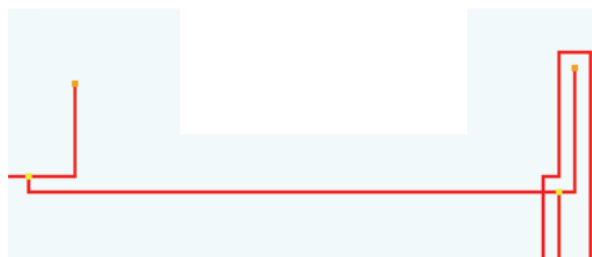
3.6 Algoritam autogeneratorsa

Za implementaciju autogeneratorsa je korišćen BFS (Prvi u širinu) algoritam. Ispostavio se kao najbolji algoritam, zbog njegove sigurnosti da će pronaći najkraću putanju između traženih čvorova i omogućiti jasnu vizuelnu reprezentaciju jednopolne šeme.

Algoritam je u prvoj iteraciji pronalazio najbliže putanje bez presecanja drugih vodova između dva EE elementa na jednopolnoj šemi.

U drugoj iteraciji za početne i krajnje čvorove elemenata među kojima ne može da se nađe putanja bez presecanja nekih od vodova na jednopolnoj šemi EE mreže, za izbor putanje je birana ona koja ima najmanje presecanja sa drugim vodovima i predstavlja najkraću putanju.

Na Slici 2. jednopolne šeme EE mreže predstavljena su dva voda bez presecanja i dva koja se seku.



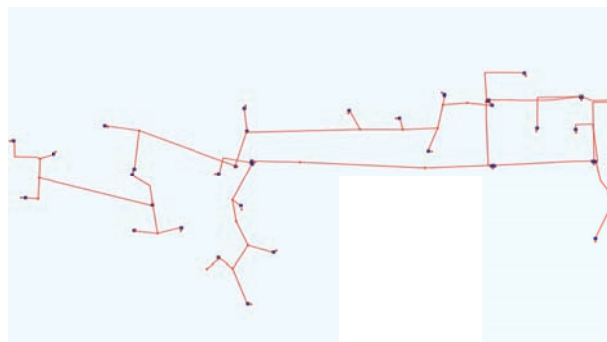
Slika 2. Isečak jednopolne šeme EE mreže

3.7 Prikaz geografske i jednopolne šeme EE distributivne mreže

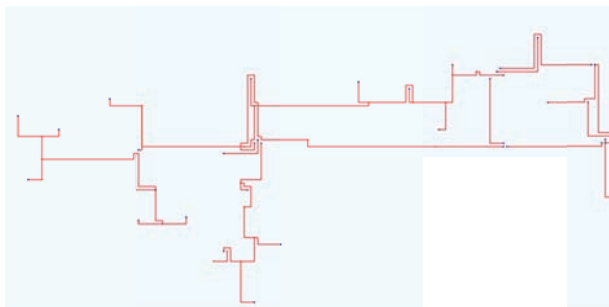
Elementi geografske šeme predstavljaju tačne geografske koordinatne pozicije. U geografskom prikazu ne javlja se potreba za zaokruživanje vrednosti koordinata, dok kod jednopolne šeme pozicije elemenata moraju da imaju odstupanja od svojih stvarnih vrednosti.

Odstupanje jednopolnih EE elemenata je ona vrednost koliko treba čvoru da se namapira na ortogonalnu rešetku (svi elemenati sem vodova).

Može se primetiti kako i vodovi na jednopolnoj šemi u većem delu prate vodove na geografskoj šemi. Na Slikama 3a. i 3b. su prikazane vizuelne razlike odstupanja elemenata nakon primene autogeneratorsa jednopolne šeme EE distributivne mreže.



Slika 3a. Isečak geografske šeme EE mreže



Slika 3b. Isečak jednodolne šeme EE mreže

4. MERENJE PERFORMANSI

U sledećim tabelama su prikazane performanse izvršavanja autogeneratora u zavisnosti od širine ortogonalne rešetke i načina izbora početne tačke algoritma na koju se oslanja autogenerator. Performanse su testirane na geografskoj šemi Novog Sada, koja se sastoji od 17 HV/MV trafostanica (Substation), 2378 MV/LV trafostanica (Switch), 1986 MV/LV trafostanica (Node) i 2585 vodova (Line) EE distributivne mreže. Podaci su testirani na računaru sa konfiguracijom:

- Procesor, Intel(R) Core(TM) i3 CPU 540 3.07GHz 3.06GHz
- Ram, 8.00 GB

U odeljku 3.5 su opisana četiri načina izbora polazne tačke algoritma. Tabela 1. prikazuje koliko se tačaka može obraditi u prvoj iteraciji, time se određuje kvalitet vizuelne prezentacije algoritma. Takođe se u Tabeli 1. predstavlja i vreme generisanja jednodolne EE šeme.

Tabela 1. Rezultati zavisnosti od polazne tačke autogeneratora

Način	Uređeni parovi	Vreme
1.	1947	05:02
2.	1679	05:09
3.	1997	07:19
4.	1790	07:20

Iz Tabele 1. se po broju obrađenih uređenih parova i vremena izvršavanja autogeneratora može zaključiti da je najbolje rešenje gde se za polaznu tačku algoritma bira razdaljina od najkraćih uređenih parova do najdaljih uređenih parova. U Tabeli 2. su date vrednosti dva fundamentalna parametra na osnovu kojih se bira širina ortogonalne rešetke. Da bi se pronašla optimalna širina rešetke gleda se brzina izvršavanja algoritma i broj obrađenih jednodolnih vodova u prvoj iteraciji autogeneratora.

Tabela 2. Rezultati zavisnosti od širine ortogonalne rešetke

Širina	Vreme	Uređeni parovi
4	07:53	1996
5	05:02	1947
6	04:39	1753

Iz rezultata datih u Tabeli 2. Može se zaključiti da je za izbor širine rešetke najpogodnija *int* vrednost 5. Treba

naglasiti da ta vrednost pruža najjasniji vizuelni prikaz korisniku.

5. ZAKLJUČAK

Fokus rada je bio na implementaciji autogeneratora jednodolne šeme pri osloncu na grafovske algoritme, zatim prikazivanju razlika i sličnosti između geografske i jednodolne šeme. 2D vizuelizacija elemenata distributivne elektroenergetske mreže je realizovana upotrebom biblioteke WPF 2D *graphics*. Aplikacija se deli na dva prikaza, prikaz geografske i jednodolne šeme distributivne elektroenergetske mreže. Oba prikaza su implementirana u C# programskom jeziku i oslanjaju se na isti algoritam prikaza 2D opisa mreže.

Testiranje performansi je podrazumevalo merenje brzine izvršavanja autogeneratora, kvalitet jasnoće prikaza elemenata distributivne EE mreže, broj obrađenih jednodolnih vodova u prvoj iteraciji algoritma. Za implementaciju autogeneratora jednodolne šeme distributivnog EE sistema, korišćen je BFS algoritma. Sama implementacija algoritma je imala više uslova i više parametara, od kojih je zavisio kvalitet rezultata autogeneratora.

Važnu stavku predstavljala početna tačka izvršavanja algoritma, gde algoritam u početnim koracima generiše jednodolne grane između parova čvorova sa najmanjom razdaljinom, zatim postepeno prelazi na generisanje jednodolnih grana između čvorova sa sve većom i većom razdaljinom. Time se postiže manji broj presecanja grana jednodolne šeme. Takođe i važan parametar u kvalitetu autogeneratora jednodolne šeme, je širina ortogonalne rešetke.

U radu je pokazano da od širine ortogonalne rešetke direktno zavisi vreme obrade podataka autogeneratora i broj obrade uređenih parova. Testovi su uključivali statičan prikaz šema EE mreže, uključuju txt fajlove gde je logovano vreme izvršavanja algoritma i broj generisanih elemenata, za računanje vremena je korišćena biblioteka `System.Timers.Timer` programskog jezika C#. Za dalje istraživanje bi bilo interesantno performanse autogeneratora testirati na većem broji šema, pa time dobiti bolju verodostojnost rezultata.

6. LITERATURA

- [1] Robert Sedgewick, „Algorithms, 4th Edition“
- [2] Claude Berge, „The Theory of Graphs“

Kratka biografija:



Ivan Mihajlov je rođen u Novom Sadu 1990. godine. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva 2014. godine

NETEHNIČKI GUBICI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA NON-TECHNICAL LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORKS

Dragana Radojčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je analiziran problem netehničkih gubitaka u distributivnim mrežama. Izvršena je klasifikacija uzroka i posledica tih gubitaka. Opisane su metode za detekciju i suzbijanje neovlašćene potrošnje. Simulacija nedetektovanog opterećenja izvršena je pomoću proračuna tokova snaga, kako bi se ispitala mogućnosti detekcije neovlašćene potrošnje. Proračun je realizovan u programskom jeziku Fortran.

Abstract – In this paper non-technical losses in distribution networks are analyzed. Causes and effects of these losses are classified. Different methods for theft detection and reduction are described. Load flow calculation is used to simulate undetected loads in distribution network, in order to test theft detection methods. Calculation is done in Fortran programming language.

Ključne reči: Netehnički gubici, neovlašćena potrošnja električne energije.

1. UVOD

Netehnički gubici su problem prisutan kako u razvijenim, tako i u zemljama u razvoju. Netehnički gubici sadrže električnu energiju koja je isporučena kupcima, ali nije naplaćena [1]. Njen najveći deo čini neovlašćena potrošnja električne energije [2]. Netehnički gubici rezultuju značajnim gubicima profita, koji se uglavnom naplaćuju od potrošača električne energije [3]. Napredak mernih sistema donosi nove prilike za bolju analizu rada mreže, pre svega bolji nadzor potrošača u svakom trenutku i detektovanje nepravilnosti u radu mreže. Metode za automatizovanu detekciju neovlašćene potrošnje uglavnom se oslanjaju na pretpostavku da će postojati implementirana napredna merna infrastruktura [4]. Verifikacija metoda za automatizovanu detekciju neovlašćene potrošnje električne energije primenom pametnih brojlara je data na primeru jednostavne test distributivne mreže.

2. ANALIZA NETEHNIČKIH GUBITAKA

Netehnički gubici predstavljaju energiju koja je isporučena kupcima, ali nije naplaćena. Uzroci su [3]:

1. Vlastita potrošnja operatora
2. Krađa električne energije
3. Neizmerena potrošnja
4. Greške sinhronizacije podataka
5. Greške u merenju, naplati i obradi očitanih podataka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Švenda, red.prof.

2.1 Vrste netehničkih gubitaka

Vlastita potrošnja operatora je povezana sa potrošnjom u poslovnim zgradama, energijom za hlađenje transformatora i pogon upravljačkih sistema.

Krađa električne energije se odnosi na neovlašćene intervencije na brojilima i nelegalno priključenje na mrežu.

Neizmerena potrošnja je najčešće povezana sa javnom rasvetom.

Greške sinhronizacije se odnose na greške proizašle iz vremenskog pomaka između očitavanja brojila i obračuna električne energije.

Greške prilikom merenja, naplate i obrade podataka o očitanjima čine ostatak netehničkih gubitaka [3].

U praksi, neovlašćeno korišćenje električne energije uglavnom se vrši na tri načina [2]:

1. nelegalnim priključenjem na razvodnu mrežu,
2. uspostavljanjem priključka mimo brojila i
3. veštačkim zaustavljanjem brojila i onemogućavanjem tačnog merenja potrošnje električne energije.

2.2 Faktori koji utiču na iznos netehničkih gubitaka

Na učestalost prekršaja, odnosno veličinu netehničkih gubitaka sa kojima se susreće neka distributivna kompanija utiču brojni faktori [5]:

1. Socijalno-ekonomska situacija
2. Nedostaci u pogledu poslovanja kompanije
3. Dizajn i dostupnost mreže.

2.3 Posledice netehničkih gubitaka

Posledice netehničkih gubitaka se mogu podeliti na [3]:

1. Ekonomske posledice
2. Ekološke posledice

Ekonomske posledice – Povećanje netehničkih gubitaka ima za posledicu nedostatak sredstava za povećanje efikasnosti sistema i kapaciteta mreže, i sredstava za metode za suzbijanje povećanih gubitaka. U najlošijoj situaciji, kada su gubici tako veliki da kompanije posluju sa gubitkom, nedostatak prihoda se nadoknađuje povećanjem cene električne energije [3].

Ekološke posledice – Za pokrivanje netehničkih gubitaka potrebno je angažovati dodatne proizvodne objekte koji obezbeđuju dodatnu energiju. Iz ekološke perspektive, posledice povećanih gubitaka snosi celo društvo [3].

3. METODE ZA REDUKCIJU I DETEKCIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA

Problemu detekcije i suzbijanja neovlašćene potrošnje se može pristupiti na više različitih načina. Neki od njih su dati u nastavku.

3.1 Metode za redukciju neovlašćenje potrošnje

Metode za redukciju neovlašćene potrošnje mogu biti grupisane na sledeći način [2]:

1. Tehničke metode
2. Poslovno-organizacione metode
3. Regulatorne metode

Tehničke metode se odnose na primenu savremenih tehničkih rešenja koja svojom primenom obezbeđuju redukciju netehničkih gubitaka.

Poslovno-organizacione metode podrazumevaju unutrašnju organizaciju kompanije i sprovođenje inspekcija na terenu.

Regulatorne metode se odnose na primenu regulatornih podsticaja koji će motivisati kompanije da ulažu u smanjenje netehničkih gubitaka.

3.2 Metode za detekciju neovlašćenje potrošnje

Postoji više aktivnosti koje distributivne kompanije mogu preduzeti u cilju detekcije netehničkih gubitaka. Klasični pristup tom problemu podrazumeva terenske inspekcije od strane obučenog osoblja. Takav pristup se uglavnom nije pokazao kao najbolji, pa se u poslednjoj deceniji pojavilo mnoštvo različitih studija na temu automatizovane detekcije gubitaka i neregularnosti u radu mreže [2]. Metode za automatizovanu detekciju se mogu podeliti u dve grupe:

1. Metode veštačke inteligencije
2. Napredne merne infrastrukture.

4. METODE ZA DETEKCIJU NEOVLAŠĆENE POTROŠNJE PRIMENOM PAMETNIH BROJILA

Pametno brojilo (eng. *Smart meter*) je elektronsko brojilo koje meri i snima kumulativne ili intervalne merne podatke, te ih putem dvosmernog komunikacijskog kanala razmenjuje sa centralnim sistemom za nadzor i obračun [6]. Napredna infrastruktura za merenje (eng. *Advanced Metering Infrastructure*) je sistem koji meri, prikuplja i analizira korišćenje električne energije komunicirajući sa mernim uređajem (električnim brojilom), bilo na zahtev ili prema rasporedu. Ovakav sistem pored mernih uređaja, sadrži i komunikacione uređaje i neophodnu IT infrastrukturu [7]. Razmatrana su dva metoda za detekciju neovlašćene potrošnje primenom pametnih brojila [8] i [9]. U nastavku rada posebno je razmatrana metoda [8]. Ta metoda se zasniva na primeni savremenih mernih sistema za detekciju neovlašćene potrošnje u mreži.

Pretpostavlja se da su u distributivnoj mreži (DM) ispunjeni sledeći uslovi [8]:

1. Distributivna transformatorska stanica (DTS) je opremljena pametnim brojilima (merenja struje, napona, snage i faktora snage na niskonaponskoj strani, za svaku fazu svih izvoda DTS). U kontrolnom centru postoji sistem za prijem i obradu podataka iz svih brojila u mreži.

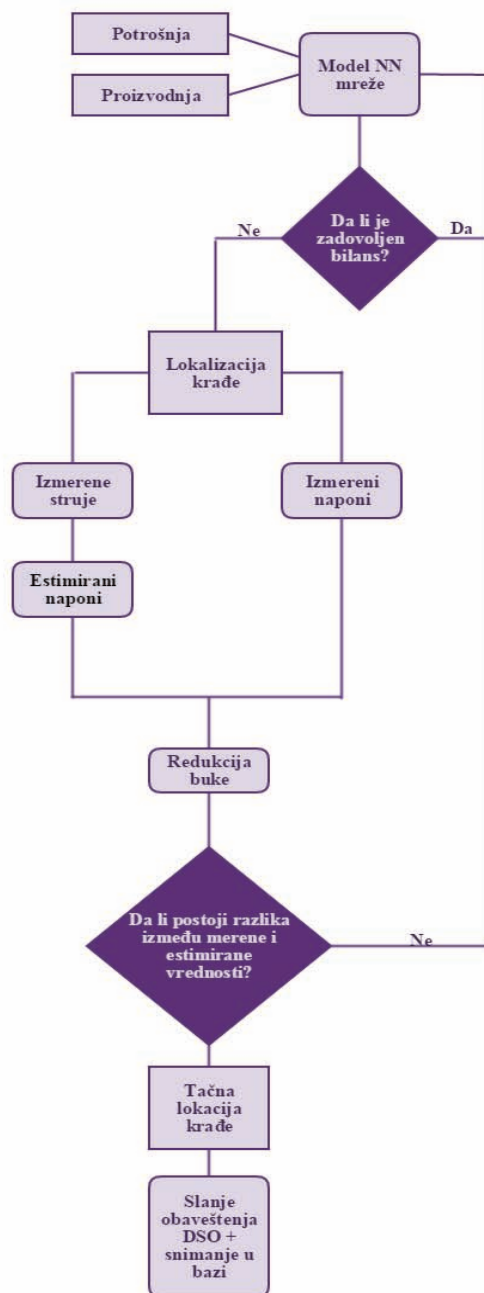
2. Svi lokacije potrošnje su pokrivene pametnim brojilima i moguće je dobiti podatke o proizvodnji i potrošnji u svakom trenutku.

3. Postoji detaljan (tačan) model niskonaponske mreže.

Algoritam metoda se odvija kroz dve faze:

- I. Proverava da li postoji razlika između izmerenog i estimiranog bilansa energije na niskonaponskoj strani transformatorske stanice. Ukoliko se lokalni bilans ne slaže sa izmerenim (uključujući estimirane gubitke), prelazi se u drugu fazu postupka.
- II. Verifikacija postojanja nelegalne potrošnje u mreži i lokalizacija mesta krađe.

Algoritam metoda za detekciju neovlašćene potrošnje primenom pametnih brojila prikazan je na slici 1:

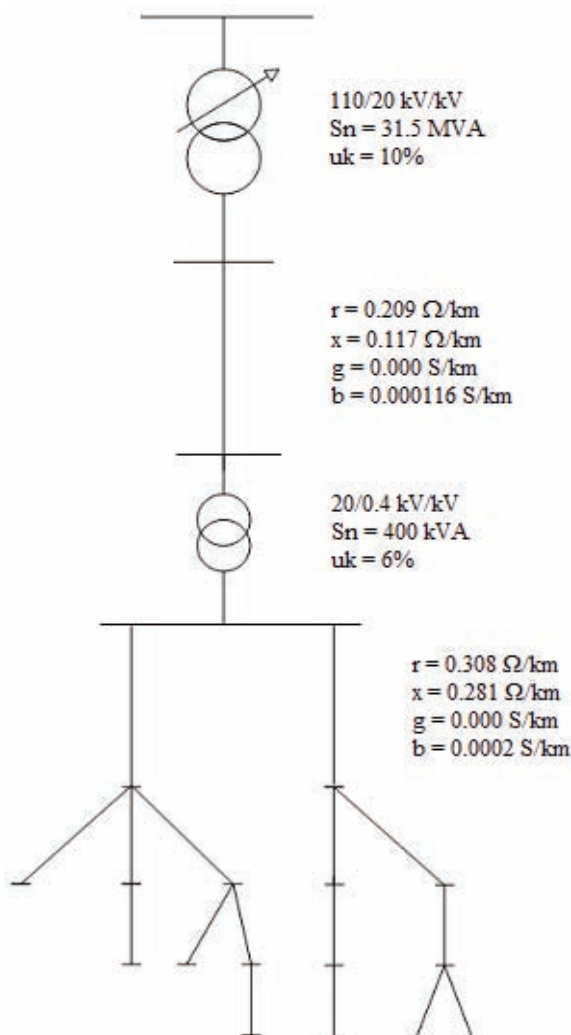


Slika 1 – Algoritam metoda za detekciju neovlašćene potrošnje primenom pametnih brojila [8]

5. SIMULACIJA NEDETEKTOVANIH OPTEREĆENJA U MREŽI

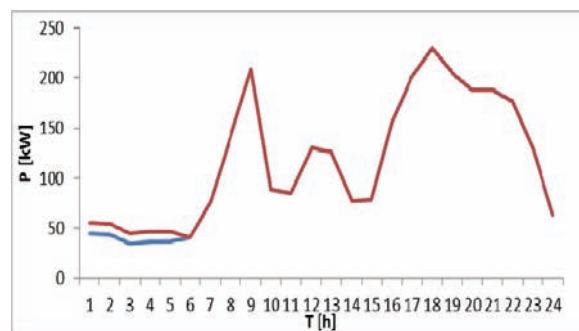
Simulacija dodatnog (nedetektovanog) opterećenja u DM izvršena je pomoću proračuna tokova snaga, realizovanog u programskom jeziku Fortran. Na osnovu proračuna tokova snaga formirani su dijagrami opterećenja svih grana, kao i profili gubitaka aktivne i reaktivne snage u mreži. Dodatna opterećenja su simulirana povećavanjem potrošnje u izabranim čvorovima mreže. Na osnovu novih proračuna, formirani su dijagrami opterećenja i profili gubitaka.

Test DM se sastoji od Tr 110/20 kV/kV, voda 20 kV, Tr 20/0.4 kV i 16 deonica naponskog nivoa 0.4 kV, slika 2.

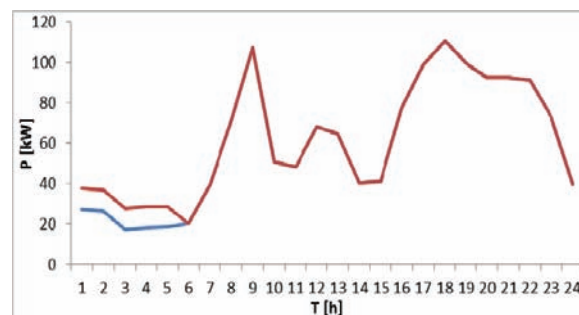


Slika 2 – Test distributivna mreža

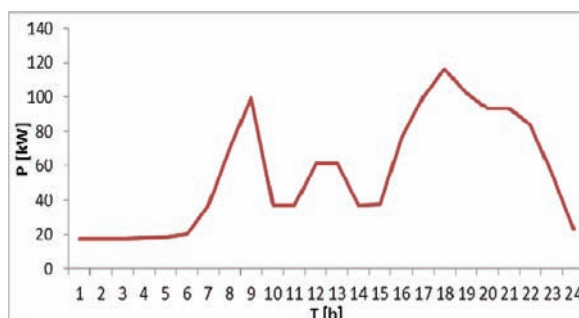
U osnovnom proračunu su simulirana četiri tipa potrošača, koji se razlikuju po normalizovanom hronološkom dijagramu opterećenja. Dodatna opterećenja su simulirana povećavanjem potrošnje u pojedinim čvorovima mreže. U jednoj od simulacija, u čvoru 11 dodato je opterećenje snage $P=10$ kW i faktora snage 0.8, u periodu od 0h do 6h. Za razmatranje su izabrane: grana 2 – 20 kV vod kojim se napaja Tr 20/0.4 kV/kV, te grane 4 i 5 - distributivni fideri 0.4 kV sa kojih se napajaju potrošači u niskonaponskom delu mreže. Promene dijagrama opterećenja grana 2, 4 i 5, prikazane su na slikama 3, 4 i 5, respektivno. Promene gubitaka aktivne i reaktivne snage u periodu simulacije dodatnog opterećenja su prikazane na slikama 6 i 7.



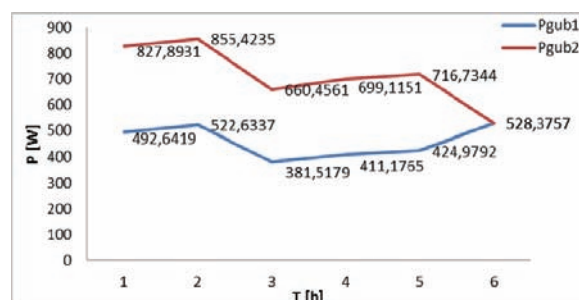
Slika 3 – Dijagram opterećenja grane 2



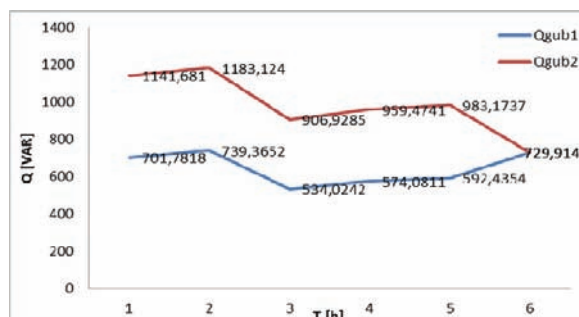
Slika 4 – Dijagram opterećenja grane 4



Slika 5 – Dijagram opterećenja grane 5



Slika 6 – Povećanje gubitaka aktivne snage



Slika 7 – Povećanje gubitaka reaktivne snage

Posmatranjem dijagrama opterećenja na slikama 3,4 i 5 uočava se da su se promenili dijagrami opterećenja grana 2 i 4, dok je dijagram opterećenja grane 5 ostao nepromenjen. To je zbog toga što se čvor 11 napaja sa grane 4. Dakle, ukoliko bi raspolagali merenom vrednošću na početku grana 4 i 5, te merenjima na lokacijama potrošnje, poređenjem merene i estimirane vrednosti opterećenja moguće je detektovati na kom od distributivnih fidera postoji razlika. Postojanje razlike između estimirane i merene vrednosti je indikator na postoji nedetektovano opterećenje, te da treba krenuti u proceduru određivanja konkretne lokacije krađe, na onom fideru na kom je ustanovljeno da postoji razlika.

Posmatranjem dijagrama gubitaka uočava se porast gubitaka aktivne i reaktivne snage u periodu simulacije dodatnog opterećenja. Za izabrano opterećenje, prosečno povećanje tehničkih gubitaka u periodu simulacije je 65%. Povećanje gubitaka ima višestruke negativne efekte, posebno ukoliko se potrošnja dodaje u periodima vršnog opterećenja. Dodatno zagrevanje elemenata utiče na smanjenje životnog veka elemenata, te se pored gubitaka usled nenaplaćene energije javljaju i troškovi zamene elemenata i ojačavanja mreže.

Određivanje konkretne lokacije krađe uveliko zavisi od broja dostupnih merenja. Kao što metod [8] predlaže, potrebna su merenja na početku distributivnih fidera i na lokacijama potrošnje. Upoređivanjem sume merenih i estimiranih vrednosti na početku distributivnih fidera, moguće je uočiti postojanje razlike i krenuti u proceduru lokalizacije. Ukoliko se raspolaze samo sa merenjem na grani 2, razlika između merene i estimirane vrednosti opterećenja će biti indikator postojanja nelegalne potrošnje, ali bi određivanje konkretne lokacije nelegalne potrošnje bilo dosta otežano.

Povećanje tehničkih gubitaka uzrokovanih nelegalnom potrošnjom ukazuje na ozbiljnost problema krađe električne energije, jer rad mreže u neočekivanim okolnostima dovodi do oštećenja elemenata i značajnih finansijskih posledica za DM.

5. ZAKLJUČAK

Netehnički gubici su realan i značajan problem za distributivne kompanije širom svijeta. Posledice netehničkih gubitaka su pre svega ekonomske, jer rezultuju značajnim gubicima profita. Deregulacija tržišta i uvođenje tržišnih mehanizama u oblast elektroprivrede donosi nove zahteve za distributivne kompanije, a jedan od osnovnih zahteva jeste povećanje efikasnosti sistema. Distributivne mreže postepeno evoluiraju ka pametnim mrežama (eng. *smart grids*). Jedna od osnovnih komponenata pametnih mreža jeste napredna mjerna infrastruktura (AMI). Povećan broj izmerenih podataka

omogućiće izradu preciznijih profila opterećenja potrošača, bolju estimaciju veličina stanja mreže, te olakšanu detekciju kvarova i nelegalnih aktivnosti. Automatizovana detekcija neovlašćene potrošnje postaje važan faktor u razvoju budućih pametnih mreža i standardizaciji pametnih uređaja. Rešenja za detekciju i suzbijanje netehničkih gubitaka se razvijaju i očekuje se porast njihove efikasnosti. Na distributivnim kompanijama je da izvrše tehnno-ekonomsku analizu ulaganja i dobiti od primene tih rešenja.

6. LITERATURA

- [1] Office Of Gas And Electricity Markets: Electricity distribution losses, OFGEM, 2003, pp 18-26
- [2] J.Nagi: An Intelligent System For Detection Of Non-technical Losses in Tenaga Nasional Berhad (TNB) Malaysia Low Voltage Distribution Network, PhD Thesis, University Tenaga Nasional, 2009, pp 23-42
- [3] S.Žutobradić, Ž.Rajić, L. Wagmann, H.Miličić: Analiza problematike gubitaka električne energije u distribucijskim mrežama članica EU, CIRED 2.(8.) savjetovanje Umag, 16-19 maj 2010, pp 2-3
- [4] P.Antmann: Reducing technical and non-technical losses in the Power Sector, World Bank, 2009, pp 25-32
- [5] A.Alamin: Electrical Power Distribution Losses in Sudan, University of Khartoum, 2013, pp 20-21
- [6] V.Gaće, M.Bošković: Napredna mjerenja u uvjetima otvorenog tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj, predavanje, 9. mart 2012, pp 1-45
- [7] S.Dodig, I.Brčić: RIZ-ova implementacija napredne infrastrukture za očitavanje i upravljanje brojilima, CIRED 3.(9.) savjetovanje Sveti Martin na Muri, 13-16 maj 2012, pp 1-2
- [8] P.Kadurek, J.Blom, J.F.G.Cobben, W.L.Kling: Theft detection and smart metering practices and expectations in the Netherland; Innovative Smart Grid Tech. Conference Europe, 11-13 Oct. 2010, pp 1-6
- [9] H.Cavdar: A solution to remote detection of illegal electricity usage via power line communications, PES GM IEEE, Vol. 1, 6-10 June 2004, pp 896-900

Kratka biografija:



Dragana Radojčić rođena je u Rogatici 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2015. godine.

RESTFUL PRISTUP MODELU PODATAKA ELEKTROENERGETSKE MREŽE

RESTFUL ACCESS TO THE POWER GRID DATA MODEL

Dejan Gajinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljeno je povezivanje veb servisa sa modelom podataka elektroenergetske mreže. Cilj je da se omogući izvršavanje CRUD operacija nad modelom podataka, kao i da se omogući generička reprezentacija modela podataka. Kao test model podataka je korišćen ENTSO-E Small Grid BaseCase Complete Equipment model iz 2014. godine i CIM profil korišćen od strane ENTSO-E u svrhu Interoperability testova. Implementirana je ASP.NET Web aplikacija i kao osnova je korišćen MVC šablon. Razvijena aplikacija omogućava prikaz, pretragu i izmene podataka modelovane mreže.

Abstract – Exposing power grid data model using web service is presented in this paper. The aim is to enable executing CRUD operations on the data model, and to provide generic representation of the data model. As the test data model, ENTSO-E Small Grid BaseCase Complete Equipment model from 2014 year has been used, as well as CIM profile used by ENTSO-E for interoperability tests. Implemented application is ASP.NET Web application and as the basis MVC pattern is applied. Implemented application provides model view, filtering, and data model changes for modeled network.

Ključne reči: REST (Representational State Transfer), CRUD (Create, Read, Update, Delete), MVC (Model, View, Controller), CIM (Common Information Model), WS (Web Services), Paging, ENTSO-E.

1. UVOD

Naglim razvojem mrežne infrastrukture i brzine prenosa podataka preko interneta, korišćenje i implementacija veb servisa i distribuiranih aplikacija je drastično porasla. Takođe, došlo je i do porasta primene informacionih tehnologija u oblasti elektroenergetskih sistema.

Cilj rada je povezivanje veb servisa sa modelom podataka elektroenergetske mreže, odnosno izvršavanje CRUD operacija nad definisanim modelom.

Kao osnova za rešavanje pomenutog cilja iskorišćen je REST stil softverske arhitekture, MVC arhitektonski šablon i model podataka elektroenergetske mreže koji je definisan pomoću CIM profila definisanog u okviru ENTSO-E Small Grid Test Configuration Base Case Complete Equipment, dok su za testiranje importovani realni podaci [1].

Takođe, jedan od ciljeva i problema predstavlja generička reprezentacija resursa, odnosno da se svi resursi obrađuju na identičan način, a samo je njihov prikaz na korisničkoj strani drugačiji u zavisnosti od tipa resursa.

Uvođenje paging-a je jedan od bitnih ciljeva iz perspektive postizanja što boljih performansi aplikacije, odnosno što bržeg odgovora na korisničke zahteve, kao i smanjenja opterećenja ka servisu.

Razlozi razvoja ove aplikacije su sledeći:

- Pogled na celokupnu sliku modela.
- Detaljan pogled na bilo koji resurs iz modela.
- Jednostavno rukovanje podacima o resursima.
- Izvršavanje operacija nad podacima o resursima.
- Provera ispravnosti podataka o resursima na osnovu implementiranih validacija.
- Vršanje testova nad elektroenergetskom mrežom rukovanjem postojećim podacima.
- Kreiranje modela podataka, koji se kasnije može koristiti i u drugim aplikacijama.
- Jednostavnost prelaska na rad sa drugim modelom (zahteva vrlo mali broj izmena).
- Korišćenje pogodnosti REST arhitekture.

Aplikacija je realizovana u VisualStudio 2013 programskom okruženju. Programski jezik u kojem je rađena aplikacija je C#, korišćenjem .NET Framework-a 4.5.1 i realizovana je kao ASP.NET Web Application. Sadrži model, koji je vezan za podatke, View-ove koji služe za prikaz korisničkog interfejsa i kontrolere koji imaju ulogu obrade korisničkih zahteva, komunikaciju sa servisom i prosleđivanje odgovora prema korisnicima, odnosno na određeni View.

2. VEB SERVISI

Veb servisi su klijent-server aplikacije koje komuniciraju preko internet protokola i omogućavaju saradnju između softverskih aplikacija koje rade na različitim platformama [2]. Oni predstavljaju platformu za izgradnju interoperabilnih distribuiranih aplikacija, odnosno skup standarda koje aplikacije moraju da poštuju kako bi se postigla interoperabilnost¹ preko interneta.

Veb servisi nude način da se obezbede tačke integracije sa postojećim sistemima, korišćenjem asinhrono i/ili sinhrono razmene poruka.

NAPOMENA:

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

¹ Sposobnost različitih sistema da rade zajedno.

2.1 REST

REST predstavlja stil softverske arhitekture koji je dizajniran za distribuirane sisteme. Prvi put je spomenut i prezentovan na Univerzitetu u Kaliforniji od strane Roy Fielding u njegovoj doktorskoj disertaciji 2000. god. [3]. Elementi REST arhitekture su:

- Elementi podataka – koji se sastoje iz resursa, identifikatora resursa, prikaza resursa, prikaza meta-podataka, resursa meta-podataka i kontrolnih podataka.
- Konektori – interfejsi čije komponente služe da komuniciraju međusobno i sastoje se od klijenata i servera.
- Komponente.

REST arhitektura obuhvata i opisuje 6 različitih ograničenja i to:

- *Client-Server* – serveri su odgovorni za podatke i skladišta podataka i za održavanje jedinstvenog interfejsa (koji ujedno i spaja i razdvaja klijente i servere) za sve klijente. Klijenti i serveri se mogu nezavisno jedno od drugog razvijati i nadograđivati, sve dok interfejs između njih ostaje nepromenjen.
- *Stateless* – serveri su bez očuvanja stanja, dok klijenti čuvaju svoja stanja u sesiji. Svaki zahtev sadrži sve informacije koje su neophodne primaocu poruke da je procesuirana. *Stateless* karakteristika poboljšava performanse veb servisa i olakšava implementaciju i dizajn komponenti na serveru, jer upravo zbog odsustva stanja na serveru nije potrebno sinhronizovati podatke o sesiji sa spoljašnjom aplikacijom [3].
- *Cacheable* – mogućnost keširanja² - klijenti određuju da li žele da sačuvaju odgovore ili ne, imajući u vidu da su neki odgovori zaštićeni od keširanja od strane servera. Kada se radi keširanje, treba voditi računa o konzistentnosti keširanih podataka, preferira se keširanje onih podataka koji se često čitaju, dok se nad njima retko vrše izmene.
- *Layered* – klijenti nemaju nikakva saznanja o komponentama koje se direktno povezuju na servere ili su posrednici u komplikovanom sistemu. Navedene komponente poboljšavaju skalabilnost sistema i pružaju zajedničku keš memoriju i mehanizme za sprovođenje balansirano opterećenja [4].
- *Uniform interface* – označava da postoji jedinstveni interfejs između klijenata i servera. Samim tim se pojednostavljuje arhitektura i omogućena je nezavisna nadogradnja i implementacija obeju strana.
- *Code-On-Demand* – serveri mogu slati izvršni kod klijentima, radi proširenja funkcija klijenata.

² Smeštanje podataka u keš memoriju – memoriju malog kapaciteta koju odlikuje velika brzina i služi za zapis podataka koji se često koriste.

3. DIZAJN KORISNIČKOG INTERFEJSA

Prilikom pokretanja aplikacije otvara se dijalog za logovanje na istu. Unosom validnog korisničkog imena i lozinke pokreće se “*Index*”, odnosno početna strana aplikacije i korisnik ima mogućnost korišćenja aplikacije. Na početnoj strani se nalazi lista svih klasa modela i odabirom jedne klase iz liste se prikazuju detalji resursa neke klase. Na stranici za prikaz detalja klase se nalazi link “*Create new [TipKlase]*” koji preusmerava korisnika na stranicu za kreiranje novog resursa.

Na slici 1 je prikazan deo stranice za kreiranje novog resursa, gde se popunjavaju atributi resursa.

The screenshot shows a web form titled "Create BREAKER". It includes the following elements:

- ALIASNAME**: Text input field with "Breaker_Name" as a placeholder.
- MRID**: Text input field with "BREAKER_MRID" as a placeholder.
- NAME**: Text input field with "BREAKER_NAME" as a placeholder.
- AGGREGATE**: Dropdown menu set to "False".
- EQCONTAINER**: Text input field with "84521233548" as a placeholder, with "Check reference" and "Choose reference" buttons below it.
- BASEVOLTAGE**: Text input field with "45654832132" as a placeholder, with "Check reference" and "Choose reference" buttons below it.
- NORMALOPEN**: Dropdown menu set to "True".
- RETAINED**: Dropdown menu set to "False".
- Create**: A button at the bottom right.
- Back to List**: A link at the bottom left.

Slika 1. Kreiranje novog resursa

Dugme “*Choose reference*” služi za prelazak na stranicu za odabir referenciranog resursa. Na toj stranici se nalazi lista resursa od kojih se odabira jedan. Dugme “*Check reference*” služi za proveru ispravnosti identifikatora unete reference. Ukoliko je vrednost identifikatora ispravna, u novom tab-u se otvaraju detalji referenciranog resursa. Nakon unetih vrednosti atributa, postupak kreiranja novog resursa se završava klikom na dugme “*Create*” koje pokreće akciju ažuriranja modela.

4. IMPLEMENTACIJA PROJEKTOG REŠENJA

Projektno rešenje predstavlja ENTSO-E³ WEB aplikacija. Naziv aplikacije je *ENTSO-E WEB*, pošto se aplikacija oslanja na “*ENTSO-E Small Grid BaseCase Complete Equipment*” model.

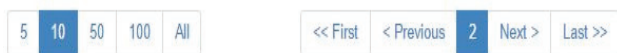
ENTSO-E predstavlja evropsku mrežu operatora prenosnih sistema. Glavni ciljevi *ENTSO-E* se baziraju na integraciji obnovljivih izvora energije u elektroenergetski sistem, kao i stvaranje zajedničkog energetskeg tržišta koje predstavlja centralnu tačku ostvarivanja ciljeva politike za nisku cenu, održivost i sigurnost snabdevanja.

³ Evropska mreža operatera sistema prenosa.

4.1 PAGING

Paging je u projektnom rešenju implementiran prilikom prikaza detalja liste resursa neke klase i prilikom prikaza detalja o referencama na neki objekat.

Razlog uvođenja, odnosno implementacije *paging*-a je poboljšanje performansi i smanjenje opterećenja nad servisom. Opcioni parametri prilikom slanja zahteva za prikaz detalja resursa (tip klase za koju je izvršena promena, broj stranice i broj resursa po stranici koji se prikazuju) su ključni parametri od kojih zavisi *paging*. Na slici 2 se nalazi *paging* tabelarnog prikaza.



Slika 2. *Paging* tabelarnog prikaza

Levi deo *paging*-a služi za odabir prikaza broja resursa po stranici. Na slici 2 se može videti da postoji mogućnost odabira nekih predefinisanih vrednosti prikaza broja resursa po stranici, kao i mogućnost prikaza svih resursa. Desni deo *paging*-a služi za prelaz sa jedne stranice prikaza na drugu. Sadrži elemente:

- *First* – prelaz na prvu stranu.
- *Previous* – prelaz na prethodnu stranu.
- *Current* – oznaka trenutne stranice prikaza.
- *Next* – prelaz na sledeću stranu.
- *Last* – prelaz na poslednju stranu.

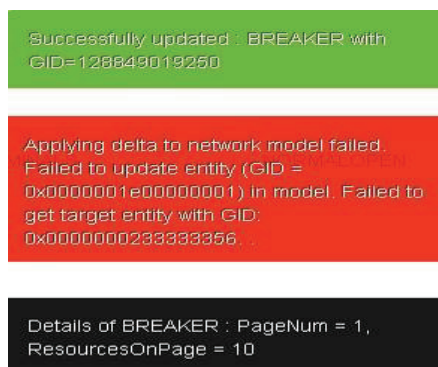
4.2 NOTIFICATIONS

Notifikacije programskog rešenja su implementirane korišćenjem AlertifyJS [6] biblioteke, koja ima mogućnost prikaza raznih dijaloga i notifikacija u *Browser*-u. Za prikaz poruka je implementirana modelska klasa *ReturnMessage* koja sadrži sledeće atribute:

- *text* – tekst poruke.
- *messageType* – atribut tipa *Message* (*SUCCESS*, *ERROR*, *NOTIFICATION*) i označava kojeg je tipa poruka.

Ukoliko se vrši neka izmena nad podacima u šemi, tip poruke zavisi od rezultata uspešnosti te izmene, tada moguće vrednosti tipa poruke mogu biti *SUCCESS* ili *ERROR*.

Ukoliko je zahtev korisnika vezan za prikaz detalja resursa, referenci, odnosno radi se *paging* nad detaljima, tada je tip poruke *NOTIFICATION*, izuzev kada dođe do neke greške ili izuzetka, tada je tip poruke *ERROR*. Na slici 3 su prikazani primeri notifikacija određene akcije.



Slika 3. Primeri notifikacija

Notifikacije zelene boje daju informaciju o uspešno izvršenoj akciji izmene nad podacima. Notifikacije crvene boje daju informaciju o neuspešnosti i razlozima, odnosno greškama koje su dovele do neuspešnog izvršavanja određene akcije. Notifikacije crne boje daju informacije o uspešno izvršenoj akciji koja se ne odnosi na izmenu podataka, kao i o detaljima o trenutnoj stranici, broju resursa po stranici. Sadrži i informacije za korisnika za odabir i detalje o referencama.

5. PERFORMANSE

Za analizu performansi projektnog rešenja preuzet je *CIM* model mreže iz *ENTSO-E* zvanične dokumentacije za *CIM Interoperability* testove. XML dokument koji je korišćen za importovanje podataka u šemu je *SmallGridTestConfiguration_BC_EQ_v3.0.0.xml*.

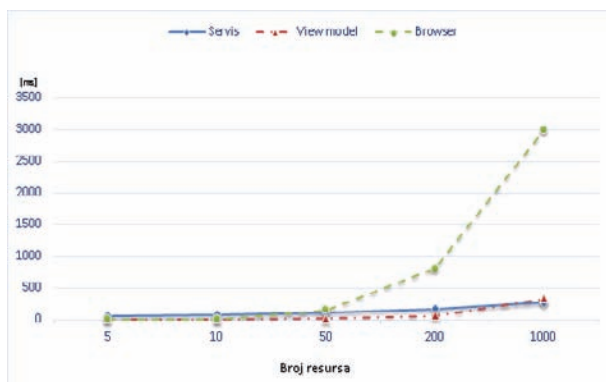
Ukupan broj importovanih resursa je preko 7000, a u tabeli 1 je prikazan broj resursa po tipu.

Tabela 1. Broj importovanih resursa po tipu resursa

Tip resursa	Broj resursa	Tip resursa	Broj resursa
<i>Terminal</i>	2840	<i>Line</i>	176
<i>ConnectivityNode</i>	1225	<i>Breaker</i>	369
<i>BaseVoltage</i>	5	<i>Disconnecter</i>	738
<i>VoltageLevel</i>	115	<i>Bay</i>	369
<i>Substation</i>	105	<i>BusBarSection</i>	115
<i>GeographicalRegion</i>	1	<i>CurrentLimit</i>	784
<i>SubGeographicalRegion</i>	1	<i>OperationalLimitSet</i>	196
<i>OperationalLimitType</i>	4	<i>PowerTransformer</i>	10
<i>EnergyConsumer</i>	103	<i>PowerTransformerEnd</i>	20
<i>LoadResponseCharacteristic</i>	13	<i>RatioTapChanger</i>	10
<i>EquivalentInjection</i>	3	<i>Line</i>	176
<i>SynchronousMachine</i>	19	<i>BusNameMarker</i>	115
<i>ThermalGeneratingUnit</i>	19	<i>ControlAreaGeneratingUnit</i>	1
<i>RegulatingControl</i>	33	<i>LoadArea</i>	1
<i>ACLineSegment</i>	176	<i>ControlArea</i>	1

Izvršen je test nad modelom podataka, koji analizira vreme obrade/prikaza u zavisnosti od broja resursa koji se čitaju. Test je izvršen na virtualnoj mašini, na računaru sa 16GB radne memorije, procesorom Intel Core i3-3220 i HDD na 7200rpm.

U testu su merena vremena izvršavanja zahteva od strane Servisa, *View model*-a i *Browser*-a. Vreme koje je povezano sa *Browser*-om obuhvata iscrtavanje podataka na stranici od strane *Browser*-a, nakon preuzimanja podataka od *View model*-a i vremena neophodnog za iscrtavanje rezultata na stranici. Na slici 4 su grafički prikazani rezultati ovog testa.



Slika 4. Vreme obrade/prikaza prema broju resursa

Sa grafičkog prikaza se može primetiti da servis ima zanemarljivo veće vrednosti obrade zahteva nad malim brojem resursa, i u odnosu na *View model* i *Browser*. Međutim, najmanji rast vremena obrade zahteva ima upravo servis i već za hiljadu resursa ima najmanje vreme obrade. Najveći rast vremena obrade, sa povećanjem broja resursa beleži *Browser*. Za obradu do 50 resursa je u skali sa vremenima Servera i *View model*-a, a za veći broj resursa se vreme iscrtavanja rezultata na stranici više puta povećava u odnosu na vreme obrade zahteva servisa i *View model*-a.

Zaključak koji se može izvesti iz grafičkog prikaza, jeste da se dalje povećanje performansi projektnog rešenja može postići iscrtavanjem rezultata na stranici u zavisnosti od položaja vertikalnog skrolera.

6. ZAKLJUČAK

Implementirana aplikacija je pokazala dobre performanse u interakciji sa realnim modelom i resursima koji se koriste za *CIM Interoperability* testove, gde se prikaz resursa realnog modela sprovodi za manje od 5 sekundi.

Implementacija *paging*-a, ne samo da je povećala performanse same aplikacije, već je omogućila i različit prikaz resursa korisniku. Korisnik ima mogućnost odabira broja resursa po stranici, kao i odabir stranice prikaza u zavisnosti od potrebe korisnika. Implementacija filtriranog prikaza resursa, omogućava još bližu sliku resursa koji su potrebni korisniku. Korisniku je omogućeno da zadaje upit, na osnovu kojeg se filtriraju resursi, i samo oni koji zadovoljavaju korisnički upit su prikazani na stranici. Korisniku je takođe omogućen direktan unos adrese, odnosno ruta do željenih stranica, što dodatno može ubrzati i olakšati rad korisnika.

Generičkom reprezentacijom resursa je omogućena izmena nad postojećim modelom ili zamena celokupnog modela, bez bilo kakvih izmena korisničkog dela i sa malim brojem izmena u implementaciji, radi prilagođavanja novom modelu. Ovakvom implementacijom, aplikacija može istovremeno da bude podrška za više različitih modela.

Razlozi implementacije ove aplikacije, kao i benefiti koji su dobijeni njenom implementacijom se ogledaju u tome da se pregled celokupnog modela može učiniti u samo nekoliko sekundi. Manipulacija nad resursima modela, kao i prelazak sa neke stranice na drugu se sprovodi na intuitivan i jednostavan način uz propratna obaveštenja i informacije o uspešnosti ili greškama koje su nastale usled korisničkog zahteva.

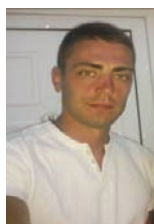
Neki od mogućih smerova daljeg razvoja aplikacije su:

- Validacija na korisničkoj strani - provera podataka i na korisničkoj strani bi smanjila opterećenje servisa, jer se u trenutnoj implementaciji sve validacije vrše na serverskoj strani, što za rad sa velikim brojem korisnika može dovesti do zagušenja servisa.
- Periodično iscrtavanje resursa od strane *Browser*-a na osnovu položaja vertikalnog skrolera, sve u cilju bržeg odziva prema korisniku.
- Paralelno izvršavanje zahteva prema servisu.
- Dodati mogućnost sortiranja resursa prema izabranom atributu.
- Čuvanje izmena modela, i vraćanje na stanje šeme pre određenih izmena.
- Dodavanje podrške za nove kompleksnije tipove atributa.
- Prikaz svih vrednosti atributa referenci u zavisnosti od tipa resursa.
- Implementacija mogućnosti odabira prikaza željenih atributa na tabelarnom prikazu resursa.
- Implementacija istovremene podrške za više modela, odabirom modela koji se posmatra, aplikacija se prebacuje na odabrani model i vidi samo resurse koji su u skladu sa odabranim modelom.

7. LITERATURA

- [1] Entso-E, https://www.entsoe.eu/Documents/CIM_documents/Grid_Model_CIM/CGMES_v2.4.15_TestConfiguration_s_v4.0.3.zip, preuzeto 20.11.2015.
- [2] Oracle, The Java EE 6 Tutorial, <https://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/gijvh.html>, preuzeto 20.11.2015.
- [3] Roy Thomas Fielding, Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, University of California, Irvine, 2000.
- [4] RESTful web services: The basics, <http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-restful/>, preuzeto 5.11.2015.
- [5] Maurice H. ter Beek, Niels Lohmann, Web Services and Formal Methods, Formal Modeling and Analysis of the REST Architecture Using CSP, Estonia, Thalín, September 2012.
- [6] AlertifyJS, <http://alertifyjs.com/>, preuzeto 10.11.2015.

Kratka biografija:



Dejan Gajinović, rođen 1991. godine u Vrbasu. Školske 2010/2011 se upisao na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i Računarstvo, smer Računarstvo i Automatika. Školske 2014/2015 je upisao master akademske studije na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, smer Elektroenergetski softverski inženjering.

PRAĆENJE NASTAVNOG PROCESA PRIMENOM DATA WAREHOUSE SISTEMA MONITORING OF THE EDUCATION PROCESS BY USING DATA WAREHOUSE SYSTEM

Svetislav Vuković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prezentovan je sistem skladišta podataka namenjen praćenju nastavnog procesa. Razvijen je ETL proces koji vrši punjenje skladišta podataka. Realizovani su izabrani izveštaji nad razvijenim skadištem podataka, koji ilustruju mogućnosti njegove primene u praksi.

Abstract – In this work we present a data warehouse system designed for monitoring of the education process. An ETL process that provides the data warehouse has been developed. Selected reports over the developed data warehouse that illustrate the possibilities of its application in practice were implemented.

Ključne reči: Baze podataka; ETL proces; Data Warehouse; Oracle Data Integrator; Oracle Business Intelligence.

1 UVOD

Cilj ovog rada je projektovanje *Data Warehouse* sistema koji omogućava kompleksne analize izvršenih obaveza studenata na jednom fakultetu. Da bi se navedeni cilj ostvario, neophodno je realizovati sledeće zadatke. Najpre potrebno je proučiti izvornu šemu baze podataka koja čuva podatke o nastavnom procesu. Sledeći zadatak jeste projektovanje *Data Warehouse* šeme baze podataka. *Data Warehouse* baza podataka čuva izvršene obaveze svakog studenta, agregirane po tipu obaveze. Tip obaveze može biti: predispitna, ispitna i završna. Pored podataka o izvršenim obavezama svakog studenta, *Data Warehouse* baza podataka čuva i podatke o broju upisanih studenata na svaki studijski program za svaku školsku godinu. Naredni zadatak je specifikacija i implementacija ETL procesa za preuzimanje i transformisanje podataka iz izvornog u ciljni sistem. ETL procesa razvijen je korišćenjem alata *Oracle Data Integrator*. Finalni zadatak je kreiranje izveštaja koji se kasnije mogu koristiti za razne analize. Za kreiranje izveštaja korišćen je alat *Oracle Business Intelligence*.

Osim uvoda i zaključka, ovaj rad ima pet odeljka. U odeljku 2 pod naslovom, „Šema izvorne baze podataka“, dat je prikaz izvorne šeme baze podataka. Odeljak 3, „Šema *Data Warehouse* baze podataka“, prikazuje šemu baze podataka ciljnog *Data Warehouse* sistema za praćenje izvršenih obaveza studenta. U odeljku 4 pod naslovom, „ETL proces“, detaljno je opisan proces za preuzimanje i transformaciju podataka iz izvorne u *Data Warehouse* bazu podataka. Odeljak 5, pod naslovom

„Izveštajna funkcija sistema“, prikazuje primere izveštaja koje je moguće kreirati na osnovu *Data Warehouse* baze podataka.

2 ŠEMA IZVORNE BAZE PODATAKA

U ovom odeljku dat je opis izvorne šeme baze podataka. Kao izvor podataka iskorišćen je deo šeme baze podataka studentske službe, koji vodi evidenciju o izvršenim obavezama svakog studenta. U master radu detaljno je opisana svaka tabela izvorne šeme baze podataka, a u ovom odeljku dat je opis samo najvažnijih tabela koje su potrebne za implementaciju ETL procesa.

U tabeli DEPARTMAN definiše se odnos između organizacionih jedinica fakulteta. Sadrži dve kolone koje čuvaju šifru organizacije i šifru njoj nadređene organizacione jedinice. Tabela NASTAVNI_PLAN čuva podatke o svim nastavnim planovima. Ova tabela ima tri kolone, šifru organizacione jedinice na kojoj se realizuje, kalendarsku godinu u kojoj je nastavni plan donet i naziv nastavnog plana. U tabeli REALIZACIJA_PLANA čuvaju se podaci za sve realizacije plana. Tabela sadrži sledeće podatke: godinu realizacije plana, koji se nastavni plan realizuje kao i broj upisanih budžetskih i samofinansirajućih studenata. Tabela PREDMET predstavlja evidenciju predmeta. Svaki predmet opisan je svojom šifrom, nazivom, fakultetom na kojem se izvodi i godinom nastavnog plana. U tabeli SEMESTAR čuvaju se informacije vezane za svaki semestar unutar nekog predmeta. Za svaki predmet definiše se semestar u kojem se predmet izvodi, kao i broj časova predavanja, audiotornih i laboratorijskih vežbi. Tabela PREDMET_U_SEMESTRU sadrži informacije o realizaciji predmeta u semestru. Pored predmeta i semestra u kojem se predmet izvodi, čuva se i školska godina u kojoj se predmet realizuje. U tabeli NASTAVNO_OSOBLJE čuvaju se podaci o nastavnom osoblju (nastavnicima i asistentima). Svaka osoba okarakterisana je šifrom, imenom, prezimenom, zvanjem, podatkom da li je zaposlena. Tabela STUDENT predstavlja evidenciju studenata. Svaki student opisan je jedinstvenim rednim brojem, brojem indeksa, imenom, prezimenom, godinom upisa na fakultet, nastavnim planom koji pohađa i rednim brojem semestra koji je upisao. U tabeli TIP_OBAVEZE definišu se tipovi obaveze na predmetima koje student treba da izvrši. Tabela JEDINICA_MERE čuva podatke o jedinicama mere koje se koriste kao kriterijum za izvršavanje obaveza studenata. U tabeli OBAVEZA_PREDMETA čuvaju se podaci o opštenastavnim obavezama predmeta. Svaka obaveza opisana je jedinstvenom šifrom, nazivom, tipom obaveze kojoj pripada, jedinicom mere, kao i

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Slavica Kordić, docent.

minimalnim i maksimalnim uslovom izvršenja obaveze. Tabela IZVRSENA_OBAVEZA čuva evidenciju o svim izvršenim obavezama svakog studenta. Pored podataka o studentu, predmetu i vrsti obaveze koja je izvršena evidentira se i nastavnik koji je ocenio studenta, kao i vrednost koju je student postigao.

3 ŠEMA DATA WAREHOUSE BAZE PODATAKA

U ovom odeljku dat je detaljan opis *Data Warehouse* šeme baze podataka koja je projektovana prema principima projektovanja baza podataka opisanih u [2]. Šema *Data Warehouse* baze podataka sadrži sledeće dimenzije: *DepartmanDim*, *StudentDim*, *NastavnikDim*, *PredmetDim*, *TipObavezeDim*, *NastavniPlanDim*, *VremeDim* i *VremeDim2*. Tabele činjenica koje se nalaze u ovoj šemi baze podataka su: *IzvršenaObavezaFact* i *RealizacijaPlanaFact*. U svim dimenzijama osim u dimenziji *DepartmanDim* ažuriranje podataka se obavlja bez praćenja istorije izmena.

DepartmanDim je dimenzija koja obuhvata podatke o departmanima i fakultetima. Podaci za ovu tabelu dobavljaju se iz tabele *FAKULTET* izvorne baze podataka. Pored kolona u kojima se čuvaju šifra i naziv departmana, ova dimenzija sadrži još dva dodatna polja *DepStart* i *DepEnd*. Ova polja služe za praćenje evidencije istorije izmene podataka. Primarni ključ u ovoj dimenziji je posebna kolona i za svaku novu torku njegova vrednost se generiše.

StudentDim je dimenzija koja predstavlja studente upisane na fakultet. Podaci se učitavaju iz tabele *STUDENT* izvorne baze podataka. Međutim, kako se traži da ova dimenzija sadrži i naziv departmana na koji je student upisan, potrebno je ovaj podatak potražiti u tabeli *FAKULTET* izvorne baze podataka. Iako na ovaj način dolazi do redudantnosti podataka, jer se podaci o departmanima čuvaju na dva mesta, sa stanovišta performansi sistema mnogo je bolje smanjiti broj operacija spojeva (*join*) prilikom upita. Pored ove kolone svaka torka studenta sadrži podatke o njegovom imenu, prezimenu, broju indeksa, godini upisa na fakultet i šifri koja je i primarni ključ u izvornoj tabeli. Prilikom ažuriranja podataka evidencija o izmeni podataka se ne prati. S toga je primarni ključ prirodan, nasleđuje se iz izvorne baze podataka.

Dimenzija *NastavnikDim* je dimenzija u kojoj se čuvaju podaci o nastavnicima i asistentima. Podaci o njima preuzimaju se iz tabele *NASTAVNO_OSoblJE* izvorne baze podataka. Kako se svi potrebni podaci nalaze u ovoj izvornoj tabeli, preuzimanje podataka vrši se direktno bez spajanja sa nekom drugom tabelom. Svako nastavnoj osobi (nastavniku ili asistentu) evidentira se ime, prezime, zvanje i šifra koja je i primarni ključ u izvornoj tabeli. Evidencija o izmeni podataka prilikom ažuriranja se ne vodi. Primarni ključ u ovoj dimenziji je nasleđen iz izvorne tabele, a jedan od razloga je upravo to što se ne vodi evidencija prilikom ažuriranja.

PredmetDim je dimenzija u kojoj se čuvaju podaci o predmetima na fakultetu, organizovani po studijskim programima. Podaci za ovu dimenziju preuzimaju se iz tabele *PREDMET*, *PREDMET_U_SEMESTRU* i *SEMESTAR*. Za svaku torku predmeta beleži se naziv, identifikacioni broj, semestar u kojem se sluša, broj

časova predavanja, audiotornih i laboratorijskih vežbi i studijski program kojem predmet pripada. Evidencija o izmenama prilikom ažuriranja podataka ove dimenzije nije podržana. Za svaku unetu novu torku generiše se vrednost njenog primarnog ključa. Odlučeno je da se koristi tip veštačkog primarnog ključa, jer se primarni ključ u izvornoj tabeli sastoji od nekoliko atributa, a u ovakvim sistemima je poželjno da on bude što jednostavniji.

TipObavezeDim je dimenzija koja čuva podatke o tipovima obaveza, koje student ima na predmetima. Podaci za ovu dimenziju dobijaju se iz tabele *TIP_OBAVEZE*, *JEDINICA_MERE* i *OBAVEZA_PREDMETA* izvorne baze podataka. Spajanje nekoliko izvornih tabela je neophodno jer se za svaki tip obaveze čuva: njegov naziv, naziv jedinice mere, maksimalan i minimalan broj bodova i šifra koja je jedinstvena. Prilikom ažuriranja podataka ne vodi se evidencija o promenama. Primarni ključ u ovoj tabeli se preuzima iz izvorne tabele jer je prost, jedinstven, te nema potrebe za generisanjem veštačkog ključa.

Dimenzija *NastavniPlanDim* je dimenzija u kojoj se čuvaju podaci o nastavnim planovima na fakultetu. Podaci za ovu dimenziju preuzimaju se iz tabele *NASTAVNI_PLAN* izvorne baze podataka. Za svaku torku nastavnog plana beleži se naziv, identifikacioni broj i godina kada je nastavni plan donet. Evidencija o izmenama prilikom ažuriranja podataka ove dimenzije nije podržana. Za svaku unetu novu torku generiše se vrednost njenog primarnog ključa.

VremeDim je dimenzija koja je popunjena podacima do 2020. godine. Svaki *Data Warehouse* sistem mora imati ovu dimenziju, jer je neophodno vremensko praćenje. Vreme u ovom sistemu nije kalendarsko, tj. nema obeležja tipa mesec, dan i datum. Ovakav oblik ove dimenzije ne bi bio od velike koristi jer u sistemu ne treba da se vodi evidencija o tačnom datumu izvršene obaveze. Međutim korisnicima ovakvog sistema bilo bi interesantno da imaju uvid u pregled izvršenih obaveza po godinama, semestrima i polusemestrima. Zbog toga ova dimenzija sadrži upravo ta tri atributa, koji na sasvim zadovoljavajućem nivou detaljnosti pokazuju vreme izvršenog tipa obaveze. Kako ove tri kolone određuju jedinstvenost torke, bilo je neophodno uvesti još jednu, koja predstavlja šifru. Ova kolona je zapravo veštački generisan primarni ključ i uvedena je zbog jednostovanijeg referenciranja određene torke. Podaci u ovoj tabeli su nepromenljivog tipa, tj. nije podržan bilo kakav oblik izmene.

VremeDim2 je druga dimenzija *Data Warehouse* sistema u kojoj se čuvaju podaci o vremenu. Prethodna dimenzija *VremeDim*, koristi se za pregled izvršenih obaveza studenata po godinama ali i semestrima i polusemestrima. Zbog potrebe, da se prati broj upisanih studenata po nastavnim planovima odnosno smerovima na nivou godine, bilo je neophodno uvesti još jednu vremensku dimenziju. Ova dimenzija sadrži dva atributa. Prvi atribut je veštački primarni ključ, a drugi je godina. Evidencija o izmenama prilikom ažuriranja podataka ove dimenzije nije podržana.

Prva tabela činjenica je tabela *IzvršenaObavezaFact*, u kojoj se beleže sve izvršene obaveze studenta, na nivou detaljnosti tipa obaveze. Ova tabela činjenica povezana je

sa dimenzijama DepartmanDim, StudentDim, NastavnikDim, PredmetDim, TipObavezeDim i VremeDim. Sadrži jednu kolonu koja predstavlja meru i u njoj se čuva vrednost izvršene obaveze studenta po tipovima obaveze. Ova tabela se popunjava iz tabele IZVRSENA_OBAVEZA iz izvorne baze podataka. Međutim podaci se u nju ne prepisuju direktno, već se prvo sumiraju za svakog studenta vrednosti onih izvršenih obaveza koje su istog tipa. Mera činjenica ove tabele je neaditivna jer se ne može sabirati ni po jednoj dimenziji, ali se iz nje mogu računati razne srednje vrednosti. Ona je takođe izvedenog tipa, jer nije direktno prepisana iz izvorne tabele. Ostali podaci se direktno preuzimaju sa izvora, kako bi se lako moglo utvrditi koji student je kada položio koji deo predmeta, ko ga je ocenio i za koji predmet je ta obaveza izvršena. Primarni ključ ove tabele činjenica je složen, i njegove delove predstavljaju strani ključevi dimenzija.

Druga tabela činjenice je RealizacijaPlanaFact, u kojoj se čuvaju podaci o broju upisanih studenata na svaki studijski program za svaku školsku godinu. Ona je povezana sa dimenzijama DimNastavniPlan, DepartmanDim i VremeDim2. Podaci za ovu tabelu činjenice dobijaju se i iz izvorne tabele REALIZACIJA_PLANA kako bi se za svaki studijski program dobio broj upisanih budžetskih i samofinansirajućih studenata za svaku školsku godinu. Sadrži dve kolone koje predstavljaju mere u kojima se čuva broj budžetskih odnosno broj samofinansirajućih studenata. Primarni ključ ove tabele činjenica je složen, i njegove delove predstavljaju strani ključevi dimenzija.

MVNASPred je materijalizovani pogled nad dimenzijama NastavnikDim i PredmetDim. U njemu se čuvaju podaci vezani za analize izvršenih obaveza grupisanih po predmetima i nastavnom osoblju koje drži te predmete. Podaci za ovaj materijalizovani pogled dobijaju se iz tabele činjenica IzvršenaObavezaFact. Pored stranih ključeva iz dimenzija sa kojima je povezan, on trenutno sadrži pet kolona. Za svaku torku čuva se: procenat desetki, procenat devetki, procenat osmica, procenat sedmica, procenat šestica i srednja ocena. Do ovih vrednosti se dolazi putem matematičkih operacija, a detaljan postupak biće objašnjen u sledećem odeljku ovog rada.

MVNASNastavniPlan je drugi materijalizovani pogled nad dimenzijama DepartmanDim i VremeDim2. U njemu se čuvaju podaci o broju upisanih studenata na fakultet za svaku školsku godinu. Podaci za ovaj materijalizovani pogled dobijaju se iz tabele činjenica RealizacijaPlanaFact. Pored stranih ključeva iz dimenzija sa kojima je povezan, on trenutno sadrži tri kolone. Za svaku torku čuva se: broj budžetskih studenata, broj samofinansirajućih studenata i ukupan broj upisanih studenata.

4 ETL PROCES

U ovom odeljku dat je opis ETL procesa. ETL proces omogućava preuzimanje i transformaciju podataka iz izvorne u *Data Warehouse* bazu podataka [1]. Sledi detaljno objašnjenje ETL procesa koji omogućava inicijalno punjenje *Data Warehouse* baze podataka.

Dimenzija NastavnikDim popunjava se kopiranjem podataka iz izvorne tabele NASTAVNO_OSOBLJE.

Podaci o studentima za dimenziju StudentDim dobijaju se iz tabele STUDENT izvorne baze podataka. Da bi se dobila validna torka koju treba učitati u ovu dimenziju, neophodno je izvršiti operaciju spoja između tabela STUDENT i FAKULTET nakon čega su dobijeni podaci spremni za kopiranje u ciljnu tabelu.

Za dimenziju DepartmanDim podaci se preuzimaju iz tabele FAKULTET izvorne baze podataka. Međutim za razliku od prethodne dimenzije u kojoj se ne prati evidencija o izmenama podataka, u ovoj je to urađeno. S toga je proces učitavanja podataka dosta kompleksniji za razliku od prethodnog slučaja. Najpre potrebno je spojiti izvornu tabelu i ovu dimenziju pomoću jednog spoja koji je tipa *left outer join* kako se ne bi izgubili podaci koji još nisu uneti u projektovani *Data Warehouse* sistem. Zatim se vrši filtriranje podataka jer posmatrajući dobijene torke razlikuju se nekoliko slučajeva. U prvi slučaj spadaju podaci koji se ne nalaze u dimenziji i njih je potrebno direktno ubaciti postavljanjem polja *DepStart* na trenutni datum. Zatim postoje podaci kod kojih su kolone u izvornoj i ciljnoj bazi podataka jednake i njih ne treba uzimati u obzir. Treći slučaj je kada se dogodi da se promeni naziv departmana. U tom slučaju postoje torke kod kojih kolona *nazivdepartmana* i *nazivfakulteta* nemaju istu vrednost. Za ovakav slučaj potrebno je prvo proglasiti neaktuelnim važeći red u dimenziji koji se pronalazi po primarnom ključu iz izvorne tabele. Sve što je potrebno uraditi jeste da se vrednost kolone *DepEnd* postavi na trenutni datum. Zatim se vrši dodavanje novog reda u dimenziju sa najnovijim vrednostima te torke iz izvorne tabele, postavljanjem kolone *DepStart* na trenutni datum.

Dimenzija TipObavezeDim popunjava se podacima iz tabele TIP_OBAVEZE izvorne baze podataka. Međutim korisniku je neophodno da ima podatke o ukupnoj maksimalnoj i minimalnoj vrednosti koju student može da ostvari na obavezama tog tipa, kao i o nazivu mere kojom se ta vrednost izražava. Te podatke treba potražiti u izvornim tabelama OBAVEZA_PREDMETA i JEDINICA_MERE. Najpre je potrebno izvršiti sumiranje maksimalnih i minimalnih vrednosti obaveza predmeta, koje su grupisane prema tipu obaveze. Potom je potrebno izvršiti operaciju spoja tri izvorne tabele, kako bi se pripremili podaci za učitavanje u ovu dimenziju.

Za dimenziju PredmetDim, podaci se moraju potražiti u nekoliko izvornih tabela. Tabela od koje se polazi je PREDMET_U_SEMESTRU, gde se nalaze osnovne činjenice o predmetima. Kako ovaj izvor podataka nije dovoljan mora se izvršiti spoj ove izvorne tabele sa tabelama PREDMET i SEMESTAR. Ovim su prikupljeni svi podaci za učitavanje u ovu dimenziju.

Dimenzija NastavniPlanDim popunjava se kopiranjem podataka iz izvorne tabele NASTAVNI_PLAN. Kako se svi potrebni podaci nalaze u ovoj izvornoj tabeli nije potrebno bilo kakvo spajanje se nekom drugom tabelom.

VremeDim je dimenzija za koju ne postoji izvor podataka. S toga je napisana procedura *PopuniDimVreme* koja generiše podatke za ovu dimenziju.

VremeDim2 je dimenzija za koju ne postoji izvor podataka. S toga je napisana procedura *PopuniDimVreme2* koja generiše podatke za ovu dimenziju.

Tabela činjenica IzvršenaObavezaFact kao izvor podataka koristi tabelu IZVRSENA_OBAVEZA izvorne baze

podataka. Pošto nigde u izvoru ne postoji podatak, o kom polusemestru se radi, ovaj podatak unosi korisnik sistema prilikom pokretanja procesa koji učitava podatke u činjenicu. Kako je granularnost podataka u ovoj tabeli na nivou obaveze predmeta, a u ciljnoj tabeli na nivou tipa obaveze, neophodno je izvršiti operaciju spoja sa tabelama SADRZANA_OBAVEZA i OBAVEZA_PREDMETA. Da bi se dobile odgovarajuće torke koje treba smestiti u ovu tabelu činjenica, najpre je potrebno izvršiti operaciju spoja izvornih tabela IZVRSENA_OBAVEZA, SADRZANA_OBAVEZA i OBAVEZA_PREDMETA sa dimenzijama DepartmanDim, StudentDim, NastavnikDim, PredmetDim, TipObavezeDim, VremeDim. Ovako dobijene torke treba grupisati po studentu, departmanu, nastavnoj osobi, predmetu, tipu obaveze i vremenu. Zatim je potrebno izvršiti sumiranje vrednosti izvršene obaveze, čime je dobijen podatak kakav je uspeh student postigao na određenom delu predmeta koji pripada nekom departmanu, kao i to ko je studenta ocenio i o kom tipu obaveze se radi. Ovim su prikupljeni svi podaci za učitavanje u ovu činjenicu.

Druga tabela činjenica RealizacijaPlanaFact kao izvor podataka koristi tabelu REALIZACIJA_PLANA izvorne baze podataka. Da bi se dobile odgovarajuće torke koje treba smestiti u ovu tabelu činjenica, potrebno je izvršiti operaciju spoja izvorne tabele REALIZACIJA_PLANA sa dimenzijama DimNastavniPlan, DepartmanDim i VremeDim2. Ovim korakom prikupljeni su svi podaci za učitavanje u ovu činjenicu.

Za materijalizovani pogled MVNasPred, svi neophodni podaci, nalaze se u tabeli činjenica IzvršenaObavezaFact. Kako su sve analize koje se vrše vezane za krajnje ocene studenata, najpre treba izdvojiti torke čiji je tip obaveze *završna*. Kako je ovaj materijalizovani pogled nad dimenzijama NastavnikDim i PredmetDim, potrebno je grupisati selektovane torke po šifri nastavnika i šifri predmeta. Iz ovako dobijenog skupa podataka može se izračunati srednja vrednost ocene po predmetu. Prosečna ocena se računa kao količnik ukupnog zbira ocena i broja ocena. Kao krajnji korak vrši se operacija spoja torki sa podacima o srednjoj oceni, procentu šestica, procentu sedmica, procentu osmica, procentu devetki i procentu desetki. Spoj je tipa *left outer join* da ne bi došlo do gubitka onih torki za predmete na kojima niko nema neku od mogućih ocena.

Za materijalizovani pogled MVNastavniPlan, svi neophodni podaci, nalaze se u tabeli činjenica RealizacijaPlanaFact. Pošto je cilj da se dobiju informacije o broju upisanih studenata na fakultet za svaku školsku godinu, potrebno je podatke koji se nalaze u činjenici RealizacijaPlanaFact grupisati po šifri departmana (fakulteta) i šifri vremena. Na kraju, potrebno je izračunati broj budžetskih i samofinansirajućih studenata kao i ukupan broj upisanih studenata.

5 IZVEŠTAJNA FUNKCIJA SISTEMA

U ovom odeljku data su dva primera izveštaja koji se mogu kreirati na osnovu opisanog skladišta podataka.

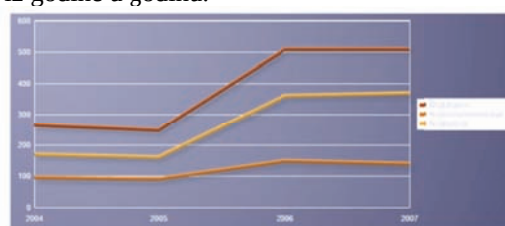
Na slici 5.1 prikazan je izveštaj o prosečnoj oceni po predmetu. Grafik prikazuje prosečnu ocenu za svaki pojedinačni predmet. Ovakav izveštaj može biti od koristi za profesore na predmetu, jer se na osnovu prosečne

ocene može izvesti zaključak koliko su studenti bili zainteresovani za predmet i u kojoj meri su savladali gradivo.



Slika 5.1 Prosečna ocena po predmetu

Na slici 5.2 prikazan je izveštaj o broju upisanih studenata na jedan fakultet. Na osnovu ovog izveštaja može se zaključiti da li interesovanje studenata za određeni fakultet raste ili opada. Takođe, može se utvrditi i odnos između budžetskih i samofinansirajućih studenata. Sa slike 5.2 uočljivo je da interesovanje za određeni fakultet raste iz godine u godinu.



Slika 5.2 Broj upisanih studenata na fakultet

6 ZAKLJUČAK

Za potrebe ovog rada razvijen je *Data Warehouse* sistem za praćenje nastavnog procesa na fakultetu. Kao rezultat, razvijen je sistem koji omogućava generisanje različitih tipova izveštaja i analizu izvršenih obaveza studenata. Pored analize izvršenih obaveza, moguće je analizirati i broj upisanih studenata na fakultetu ili studijskom programu za svaku školsku godinu.

Dalji razvoj ovog rešenja može se odnositi na proširenja sistema koja će omogućiti praćenje i analizu prisutnosti studenata nastavi, kako na vežbama tako i na predavanjima, u cilju istraživanja faktora koji utiču na uredno pohađanje nastave i ostvarene rezultate studenata. Takođe, *Data Warehouse* sistem može se proširiti tako da omogući korišćenje više izvora podataka koji su neophodni u cilju povećanja upotrebljivosti ovakvog sistema.

7 LITERATURA

- [1] Alkis S, Panos V : *A Methodology for Conceptual Modeling of ETL Processes*, DOLAP '02 Proceedings of the 5th ACM international workshop on Data Warehousing and OLAP, ISBN: 978-1581135909, 2002, pp. 014-021
- [2] Mogin P, Luković I, Govedarica M, "Principi projektovanja baza podataka", II izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004, ISBN: 86-80249-81-5

Kratka biografija:



Svetislav Vuković rođen je u Loznici 1991. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2010. god. Bečelor rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2014. god. Trenutno je u procesu pisanja master rada iz iste oblasti.

REINŽENJERING MODULA INFORMACIONOG SISTEMA BANKE ZA UPRAVLJANJE SITNIM INVENTAROM**RE-ENGINEERING OF AN INFORMATION SYSTEM MODULE FOR SMALL INVENTORY MANAGEMENT IN A BANK**

Marina Tošić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu, identifikovan je zahtev za reinženjeringom jednog aplikativnog rešenja za upravljanje sitnim inventarom i data podloga za primenu pristupa reinženjeringu zasnovanom na modelima. Izvršena je analiza funkcionalnosti korisničkog interfejsa postojećeg softverskog rešenja. Izvršeno je modelovanje novog modula informacionog sistema uz prenos ključne funkcionalnosti postojećeg sistema. Projektovana je konceptualna šema. Odabran je implementacioni model podataka i izvršena je transformacija konceptualne u implementacionu šemu. Realizovana je migracija podataka i razvijen novi softverski paket.

Abstract – In this work we identified a request for re-engineering a software solution for managing a small inventory and gave the basis of Model Driven Reengineering. Within the existing software solution, the functionality analysis of the user interface has been performed. Modeling a new information system including the transfer of main functionality, has been performed. Conceptual schema has been designed. Implementation model is selected and a transformation of conceptual to implementation database schema has been made. The data migration is implemented and a new application has been developed.

Ključne reči: *Informacioni sistem, Reinženjering*

1. UVOD

Modelovanje sistema je promenilo način razvoja softvera. Danas se svaki softver oslanja na rezultate modelovanja sistema. Ukoliko je dizajniranje podataka i razvoj softvera zasnovano na trenutnoj zamisli programera, bez bitnog oslanjanja ne prethodno izrađene modele, ceo trud za kratko vreme može biti potpuno izgubljen. Razvoj zasnovan na modelovanju je evolutivni korak u razvoju softvera koji bi trebalo da omogućiti jednostavniju integraciju onog što je razvijeno sa onim što će se tek razvijati.

Svako aplikativno rešenje koje je napravljeno da traje, nameće potrebu integrisanja u šire softversko okruženje, radi daljeg razvoja i modifikovanja. Uprkos tome, veliki broj programera ignoriše ove činjenice i pristupa razvoju softvera na osnovu nepotpune specifikacije koju poseduje u trenutku razvoja softvera. U radu je opisana realizacija reinženjeringa modula informacionog sistema jedne banke za upravljanje sitnim inventarom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio dr Ivan Luković, red. prof.

Niz promena koje su uvedene tokom perioda korišćenja postojećeg rešenja, dovele su do problema u procesu pružanja podrške održavanju i daljem razvoju funkcionalnosti. Činjenica da je projektovana šema baze podataka sve teže podržavala proces upravljanja sitnim inventarom u banci, nametnula je potrebu za reinženjeringom postojećeg aplikativnog rešenja.

Novi softverski proizvod za podršku upravljanja sitnim inventarom u banci, trebalo bi da zadovolji korisničke zahteve koji se javljaju kao zahtevi za dalji razvoj u odnosu na postojeće rešenje, ali da obezbedi i očuvanje postojeće funkcionalnosti.

Rad je organizovan u osam poglavlja, od kojih je u okviru prvog poglavlja prikazan uvod u temu rada, a u poslednjem dat zaključak sprovedenog procesa reinženjeringa i pravci daljeg razvoja.

U drugom poglavlju je opisan relani sistem, način njegovog funkcionisanja i informacione potrebe korisnika. U trećem poglavlju je identifikovana potreba za reinženjeringom postojećeg rešenja sa naglaskom na reinženjeringu, zasnovanom na modelima. U četvrtom poglavlju je data analiza funkcionalnosti korisničkog interfejsa postojećeg rešenja za upravljanje sitnim inventarom u banci. U petom poglavlju je opisana projektovana konceptualna šema i u nastavku je preslikana u relacioni model. U šestom poglavlju opisan je proces migracije podataka iz stare u novu šemu baze podataka, uz prikaz SQL procedura koje su razvijene za potrebe migracije podataka. U sedmom poglavlju dat je opis funkcionalnosti korisničkog interfejsa novorazvijene aplikacije za podršku upravljanja sitnim inventarom, sa prikazom razvijenih formi korisničkog interfejsa.

2. OPIS REALNOG SISTEMA

Sitnim inventarom upravljaju referenti i direktor Sektora za finansijsku operativu. U proces upravljanja sitnim inventarom je u velikoj meri uključen Sektor za informacione tehnologije (IT), s obzirom na problematiku korišćenja postojećeg aplikativnog rešenja.

U sitan inventar spadaju sredstva za rad, čiji je vek trajanja kraći od godinu dana ili čija je pojedinačna nabavna vrednost manja od propisanog iznosa u trenutku njegove nabavke. Ukoliko se inventar stavlja u upotrebu, evidentiraju se osnovni podaci o njemu. Inventar se pripisuje određenoj filijali, organizacionoj jedinici ili službi, i određenoj prostoriji. Sektor za finansijsku operativu unosi inventarni broj, naziv inventara sa kalkulativnim otpisom, podatke o dobavljaču inventara, nabavnu vrednost, datum nabavke i datum početka upotrebe inventara.

Inventar sa kalkulativnim otpisom se može preneti sa jednog na drugog ovlašćenog korisnika. Prenos se može izvršiti na nivou prostorije, službe i organizacionog dela u okviru iste filijale ili na drugu filijalu.

Inventar sa kalkulativnim otpisom se može rashodovati i otpisati u toku godine. Rashodovanje se vrši na osnovu zapisnika centralne popisne komisije i na zahtev odeljenja za investicije, opšte i tehničke poslove, a svaku odluku o rashodovanju zaključuje Izvršni odbor banke.

Računovodstveno-finansijsko poslovanje banke uređeno je prema pravilniku o računovodstvu i računovodstvenim politikama banke. Prema ovom pravilniku određene su aktivnosti praćenja inventara i obračun amortizacije.

U Banci ne postoji projektna dokumentacija postojećeg rešenja, pa je zbog fluktuacije radne snage u Sektoru za IT izostala podrška postojećem rešenju. Iz tog razloga, veliki broj korisničkih zahteva za modifikaciju i razvoj nije na vreme realizovan. Postojeće rešenje vremenom je sve manje odgovaralo potrebama korisnika, pa je veliki broj aktivnosti u procesu upravljanja sitnim inventarom preuzeo Sektor za IT. Aktivnosti su realizovane izvršavanjem SQL naredbi nad bazom podataka, čime je u velikoj meri povećan operativni rizik u upravljanju ovim modulom. Fluktuacije radne snage u Sektoru za finansijsku operativu je prolongiralo identifikovanje i podnošenje korisničkih zahteva za razvoj aplikativnog rešenja, u okviru modula za upravljanje sitnim inventarom. Zahtevi za podršku i razvoj funkcionalnosti postojećeg rešenja su iz tog razloga bili neprecizni. Prikupljanjem zahteva i njihovom transformacijom u precizniji oblik, korišćenjem tehnika za formalno definisanje, postiglo se razumevanje potreba korisnika i detaljnije definisanje zahtevanih promena [1].

3. REINŽENJERING SOFTVERSKIH REŠENJA

Kritična pozicija za razlikovanje reinženjeringa od daljeg razvoja softvera je početak razvoja. Dalji razvoj postojećeg rešenja počinje specifikacijom postojećeg sistema i obuhvata projektovanje i implementaciju novog sistema. **Error! Reference source not found.**

Primena reinženjeringa je zastupljena u raznim domenima softverske industrije. Tradicionalno, reinženjering se sprovodi za tehnološke promene ili migraciju na drugi programski jezik. Jedna od dinamičkih oblasti primene reinženjeringa u softverskoj industriji je dizajniranje relacionih baza podataka.

Danas je aktuelna primena pristupa razvoju sistema, arhitektura, procesa i inženjeringa zasnovanih na modelima. Model više nije samo sredstvo za dokumentovanje i analizu sistema, već je deo implementacije sistema. Model je pojednostavljena slika realnog sistema koja ima za cilj da odgovori na pitanja strukturnih osobina i osobina ponašanja realnog sistema. Odgovori dobijeni od modela moraju biti isti kao i oni dobijeni od realnog sistema, pod uslovom da se pitanja nalaze u domenu definisanom ciljem modela. Pristupi razvoju sistema, zasnovani na modelima (*Model Driven - MD*), omogućavaju razvoj sistema na višem nivou apstrakcije, korišćenjem konceptata bližim domenu problema [1].

Inženjerstvo zasnovano na modelima (*Model Driven Engineering - MDE*) nastoji da doprinese prevazilaženju problema korišćenjem apstrakcije, premošćavajući jaz između analize projektnih zahteva i konkretne implementacije sistema. To je paradigma koja se zasniva na upotrebi modela kao ključne komponente u razvoju softverskih rešenja.

3.1. Potreba za reinženjeringom postojećeg rešenja informacionog sistema

Projektovanju nove konceptualne šeme predloženog rešenja prethodila je faza analize, koja je sprovedena tokom realizacije informacionih zahteva korisnika. Tokom realizacije zahteva za razvoj i izmenu postojećih obrada, uočeno je da podaci nisu prirodno i razumljivo strukturirani. Vremenom se pokazalo da postojeća šema ne ostvaruje osnovne ciljeve projektovanja, a kako se nakon implementacije projektovana šema baze podataka ne može lako promeniti, izmene postojeće šeme baze podataka su dugo odlagane. Sektor za IT je preuzeo bitnu ulogu u procesu upravljanja sitnim inventarom i bio podrška velikom broju operativnih zahteva. Pružanjem podrške kroz duži vremenski period upoznat je realni sistem. Iz tog razloga projektovanje nove šeme baze podataka nije započeto na osnovu neformalnog i slabo definisanog skupa zahteva, što inače predstavlja jedan od osnovnih problema u procesu projektovanja.

Prilikom projektovanja konceptualne šeme identifikovani su novi skupovi sličnih konkretnih objekata i događaja, i njihove jedinstvene osobine. Osnovni razlozi za izgradnju nove konceptualne šeme su osnovni zahtevi, koje postojeća šema nije ispunjavala:

- da bude adaptivna, u cilju lakog praćenja razvoja realnog sistema i
- da svojim sadržajem obezbedi realizaciju svakog od definisanih informacionih zahteva. [1]

Može se reći da se postojeći relacioni model baze podataka u velikoj meri oslanja na šemu univerzalne realicije, koja bi trebalo da predstavlja samo inicijalni model realnog sistema. Univerzalna relacija je, kao baza podataka, veoma nepogodno rešenje, pre svega sa aspekta efikasnog održavanja baze podataka u konzistentnom stanju. Problemi, koji su se javili pri održavanju baze u konzistentnom stanju su bili anomalije ažuriranja.

4. FUNKCIONALNOST I KORISNIČKI INTERFEJS U OKVIRU POSTOJEĆEG SISTEMA

Za razvoj postojećeg rešenja za upravljanje sitnim inventarom korišćeno je razvojno okruženje *Microsoft Visual Studio 2005* i *MSSQL server SUBP*, verzija 2005.

Za kreiranje izveštaja korišćen je *Microsoft SQL Server Reporting Services* kao platforma za kreiranje, upravljanje i dostavljanje tradicionalnih, papirno orijentisanih izveštaja. Prikaz izveštaja dostupan je putem *Report Server* projekta koji je uključen u *SQL Server 2005* i takođe integrisan sa *Visual Studio 2005* projektima.

Korisnički interfejs softvera za upravljanje sitnim inventarom u okviru postojećeg sistema pruža vrlo ograničene mogućnosti korisnicima u procesu upravljanja sitnim inventarom. Kreirane forme nude, u najvećoj meri, mogućnost unosa sitnog inventara i pregled unetih podataka. Izmene nad podacima su vrlo ograničene.

Veliki broj promena, nad prethodno unetim inventarom nije omogućen, a kroz proces upravljanja sitnim inventarom su identifikovane potrebe za različitim promenama. Pored obrada, koje se smatraju jednim od vidova promena, korisničke greške prilikom unosa sitnog inventara zahtevaju neki vid ažuriranja podataka. Ažuriranje podataka mimo implementiranih obrada nije bilo moguće.

Pored ograničenih mogućnosti promena nad podacima, korisnički interfejs postojećeg rešenja ne nudi mogućnost potrebnih pregleda nad podacima. S obzirom da pregled istorije promena nad podacima nije omogućen na nivou postojećeg modela baze podataka, razvoj korisničkog interfejsa nije mogao biti polazna tačka u procesu reinženjeringa postojećeg rešenja.

5. PROJEKTOVANJE KONCEPTUALNE I IMPLEMENTACIONE ŠEME BAZE PODATAKA

Za dizajniranje nove konceptualne šeme korišćeni su novi identifikovani skupovi sličnih objekata i događaja, i njihove jedinstvene osobine, koji će olakšati održavanje baze podataka.

U nameri da se reše problemi koji izazivaju anomalije ažuriranja, izvršeno je dekomponovanje šeme univerzalne relacije na skup šema relacija.

Pružanjem podrške u procesu upravljanja sitnim inventarom uočena je gruba granulacija nad podacima. To je jedan od ključnih razloga prostiranja složenog ključa, redundantnosti podataka i pojave anomalija ažuriranja.

Postojeće rešenje je projektovano sa idejom da inventarni broj bude instanca klase sitnog inventara. Jednim inventarnim brojem je obeležena ukupno nabavljena količina jedne vrste sitnog inventara, raspoređena u okviru jedne organizacione jedinice i jedne prostorije, nabavljena u jednoj akciji nabavke.

Naknadnom nabavkom i isporukom iste vrste sitnog inventara se u tabelu upisuje torka sa različitim datumom nabavke, istim inventarnim brojem i istim ili različitim vrednostima ostalih obeležja, u zavisnosti od nove nabavljene količine i rasporeda inventara u okviru organizacionih jedinica. Upravljanje sitnim inventarom i zahtevi za izveštavanjem i razvojem su nametnuli potrebu da se izvrši finija granulacija, prilikom izbora osnovne jedinice mere posmatrane dimenzije. Iz tog razloga se na samom početku projektovanja novog konceptualnog modela, količinska jedinica sitnog inventara posmatra kao instanca klase sitnog inventara, a inventarni broj kao instanca druge klase.

Nakon identifikovanja korisničkih zahteva, zahtevanih funkcionalnosti i skupa polaznih ograničenja, direktnim postupkom je isprojektovana konceptualna šema baze podataka, korišćenjem koncepta ER modela podataka. S aspekta nivoa detaljnosti prikaza, ER dijagram je izrađen na globalnom nivou prikaza, koji podrazumeva imenovanje tipova entiteta [4].

Staro rešenje je realizovano prema modelu za koji se pokazalo da ne odgovara modelu realnog sistema. Izvršen je reinženjering modela, a potom je i celo softversko rešenje razvijeno prema novom modelu realnog sistema.

Implementaciona šema baze podataka je dobijena prevođenjem konceptualne šeme.

6. MIGRACIJA PODATAKA IZ STARE U NOVU BAZU PODATAKA

Preuzimanje podataka predstavlja migraciju podataka iz postojećeg informacionog sistema u ciljni sistem, pri čemu se na podacima vrše transformacije prema zahtevima novog sistema.

Prilikom projektovanja nove baze podataka posebno se vodilo računa da se dekompozicijom šeme univerzalne relacije zadovolji jedan od najbitnijih uslova, da se projekcijom relacija dobiju sve torke postojeće relacije. Prilikom preuzimanja podataka primarno se javio problem razlikovanja modela baze podataka starog sistema od modela baze podataka novog sistema, a potom problem definicije podataka i vrednosti podataka.

Tokom migracije podataka, podaci su u iterativnom procesu konverzije prilagođeni novoj šemi. Pruzimanje podataka i konverzija su odrađeni putem namenski kreiranih procedura.

Istorijski podaci koji su čuvani u *excel* fajlovima, a bitni su u daljem procesu upravljanja sitnim inventarom su prvo preuzeti iz *excel* fajlova u pomoćne tabele, a potom su transformacijom prilagođeni novoj šemi i uveženi u novu šemu baze podataka.

Sadržaj tabela šifarnika preuzet je i pripremljen za preuzimanje u novu bazu podataka uz pomoć procedure, koja je pogodna za preuzimanje podataka iz tabela koje imaju isti opis kao tabele u novoj šemi baze podataka. Procedura kreira *insert* naredbu svakog pojedinačnog sloga određene tabele, a ulazni parametar u pozivu procedure je naziv tabele.

Količina sitnog inventara koja je vođena pod jednim inventarnim brojem je u starom rešenju evidentirana u okviru jednog sloga, sa vrednostima ostalih obeležja koji odgovaraju ukupnoj količini. Transformacijom je kreiran broj slogova koji je jednak količini sitnog inventara koji je evidentiran pod jednim inventarnim brojem, a pripadajuće vrednosti ostalih obeležja su transformisane u vrednosti koje odgovaraju količinskoj jedinici sitnog inventara. Ove, najzahtevnije transformacije su prilikom migracije podataka realizovane posebnom procedurom.

S obzirom na ovo, može se reći da je proces migracije poluautomatizovan. Samo preuzimanje podataka i transformacija, odrađeni su putem namenski kreiranih procedura. Međutim, preduslov je bila detaljna analiza samih podataka u starom sistemu.

7. RAZVOJ SOFTVERA ZA UPRAVLJANJE SITNIM INVENTAROM

Za razvoj softvera kao *Windows Forms* aplikacije korišćen je *Microsoft Visual Studio 2013*. Za razvoj aplikacije, korišćen je objektno-orijentisani jezik za programiranje *C Sharp* (C#).

Pristup podacima u bazi realizovan je putem objekata koji dozvoljavaju direktan pristup podacima u bazi, u konektovanom okruženju. Za pristup bazi podataka i manipulisanju sa podacima, korišćene su *SQL* komande i uskladištene procedure (*StoredProcedure*).

Nova aplikacija za upravljanje sitnim inventarom omogućava praćenje i evidenciju sitnog inventara, kao i postojeće aplikativno rešenje. Kreirane su forme za

upravljanje podacima u tabelama šifarnika, u skladu sa novim modelom podataka. Za upravljanje podacima u ovim tabelama kreirane su standardizovane forme, koje su sa stanovišta grafičkog interfejsa vrlo slične. Razlog ovome je što, sa stanovišta grafičkog interfejsa, svaka promena zahteva period prilagođavanja korisnika, pa je tako posebna pažnja usmerena na kreiranje formi sličnog izgleda. Za razliku od postojećeg rešenja, nova aplikacija omogućava ažuriranje podataka i čuvanje i praćenje istorije promena nad sitnim inventarom. U okviru istorije promena čuvaju se podaci o promeni statusa sitnog inventara, promeni pripadnosti organizacionoj jedinici i prostoriji, promeni amortizacionih stopa u okviru različitih amortizacionih grupa i podaci o svim budućim mesečnim i godišnjim amortizacijama.

Standardizovana forma ima zadatak da obezbedi izvršavanje osnovnih operacija nad podacima: pregled i ažuriranje, brisanje i unos novih podataka.

Nove forme poseduju mogućnost pretraživanja i filtriranja podataka po svim obeležjima tabele. Ni jedno polje nije obavezno za pretragu, a u zavisnosti od obeležja koja se koriste za filtriranje i pretragu, omogućena je i pretraga po šablonima, odnosno skupu znakova koji su zadati u okviru nekog obeležja.

Zadržavanjem postojećih i implementacijom novih funkcionalnosti poboljšan je softverski proizvod, a kreiranjem novog korisničkog interfejsa aplikacija je omogućila samostalnije izvršavanje aktivnosti u procesu upravljanja sitnim inventarom. Poređenjem funkcionalnosti i korisničkog interfejsa postojeće i nove aplikacije može se zaključiti da će novom aplikacijom biti omogućeno brisanje i ažuriranje određenih podataka, olakšano praćenje i pregled podataka, čuvanje istorije promena i uvid u istorijske podatke.

Nakon razvoja, izvršeno je interno testiranje sistema u Sektoru za IT, njegova validacija i verifikacija. U sledećoj fazi implementacije novog rešenja biće sprovedena obuka korisnika koji su aktivno učestvovali u analizi nedostataka postojećeg rešenja i svih predloženih rešenja od strane Sektora za IT. Nakon obuke, korisnici će imati priliku da na testnom okruženju testiraju novu aplikaciju i korisnički interfejs. Nakon korisničkog testiranja, postojeći sistem će biti zamenjen novim i operativno korišćenje sistema će biti omogućeno na produkcijom okruženju.

8. ZAKLJUČAK

Ovim radom je obuhvaćena realizacija reinženjeringa sistema za upravljanje sitnim inventarom u okviru informacionog sistema banke. Proces reinženjeringa je započet analizom postojećeg sistema, u okviru koje je izvršeno modelovanje budućeg sistema.

Uvid u podatke koji su se menjali tokom životnog ciklusa sitnog inventara, a koji nisu čuvani u okviru starog sistema je jedan od osnovnih ciljeva koji je ostvaren. Reinženjeringom je ostvareno više od onoga što je bilo postavljeno u okviru korisničkih zahteva. Sprovedene promene su omogućile realizaciju korisničkih zahteva i postavile osnovu koja će biti pogodna za realizaciju budućih korisničkih zahteva.

Unos i praćenje količinske jedinice sitnog inventara, umesto inventarnog broja pod kojim se do sada vodila određena količina sitnog inventara, nabavljena u jednoj akciji nabavke, od jednog dobavljača, pruža podršku planiranim izmenama u Sektoru za finansijsku operativu. Pravci daljeg razvoja u sistemu upravljanja sitnim inventarom upravo najavljuju ovu izmenu. Uvođenje bar kodova na nivou količinske jedinice sitnog inventara biće podržano novorazvijenim sistemom.

Novi softverski proizvod je omogućio podršku svim identifikovanim aktivnostima u procesu upravljanja sitnim inventarom, u koje je ranije bio uključen Sektor za IT. Na ovaj način je korisnicima omogućeno samostalno upravljanje sitnim inventarom u okviru Sektora za finansijsku operativu, što predstavlja jednu od osnovnih beneficija, sa aspekta Sektora za IT. Ovim se postiže i veće zadovoljstvo korisnika.

Upravljanje sitnim inventarom se ne smatra jednim od ključnih modula u poslovanju banke, pa je u skladu sa tim, prioritet rešavanja svih operativnih zahteva za podršku upravljanja sitnim inventarom konstatno bio nizak. Korisnici su u velikoj meri zavisili od raspoloživosti ljudskih i vremenskih resursa u Sektoru za IT.

Tokom razvoja korisničkog interfejsa sproveden je prvi nivo obuke određenog broja korisnika jer je saradnja sa korisnicima imala veliki uticaj na razvoj i testiranje korisničkog interfejsa.

9. LITERATURA

- [1] Booch G, Object-oriented analysis and design with applications, Addison Wesley Longman, 1993.
- [2] Fong J, Information Systems Reengineering and Integration second edition, Department of Computer Science on University of Hong Kong, 2006
- [3] Mogin P, Luković I, Govedarica M, Principi projektovanja baza podataka, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2004.
- [4] Ristić S, Projektovanje baza podataka, Materijal sa predavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2009.

Kratka biografija:



Marina Tošić rođena je u Senti 1987. god. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2006. god. Bečelorski rad iz oblasti Inženjerskog menadžmenta odbranila je 2010. god. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2015. god.

PRIMENA MORFOLOŠKIH FUNKCIJA ZA DETEKCIJU OKUPLJANJA NA OSNOVU LOKACIJA ANDROID UREĐAJA I PODATAKA OPENSTREETMAP MAPE**USAGE OF MORPHOLOGY OPERATIONS FOR GATHERING DETECTION, BASED ON ANDROID DEVICES' LOCATIONS AND OPENSTREETMAP DATA**

Bojan Bosanac, Aleksandar Kupusinac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje primene osnovnih morfoloških funkcija poput dilatacije i erozije za detekciju okupljanja. Za podatke su korišćene lokacije, odnosno GPS koordinate, Android uređaja i javno dostupni podaci OpenStreetMap mape.

Abstract – This paper presents the usage of basic morphological operations such as dilation and erosion for gathering detection. For data were used location, GPS coordinates, of Android devices and publicly available data from OpenStreetMap maps.

Ključne reči: Morfološke operacije, okupljanje, dilatacija, erozija, Android

1. UVOD

Prosečan broj sati koji ljudi provedu zaglavljani u saobraćaju u velikim gradovima sveta premašuje 50 sati na godišnjem nivou [1]. Ovo ne dovodi samo do gubljenja sve više važnog vremena već i do velikog gubitka po pitanju novca, izgubljene produktivnosti i habanja vozila. Ne uzrokuju samo saobraćajni špicevi velike gubitke vremena već i neke nepredvidive situacije popu saobraćajnih nesreća, radova na putu ili vremenskih nepogoda. Nestanak struje na većim saobraćajnicama dovodi do velikog zagušenja koje nije lako otkloniti.

Sve ove brojke bi se mogle značajno smanjiti ukoliko bi se gužve mogle na vreme otkriti i obavestiti vozače automobile kako bi mogli pronaci alternativne rute.

U ovom radu je opisan celokupan sistem detektovanja gužvi, odnosno android uređaja, koristeći Windows Form aplikaciju i Java server. Detekcija uređaja odnosno ljudi vrši se na osnovu praćanja njihovih pozicija pomoću GPS-a i primeni osnovnih morfoloških funkcija za obradu slike. Ceo sistem se sastoji iz tri dela:

- Mobilna aplikacija
- Server
- Desktop aplikacija

2. MOBILNA APLIKACIJA

Kao osnova za prikupljanje podataka korišćeni su mobilni telefoni i podaci dobijen od stane OpenStreetMap sajta [2].

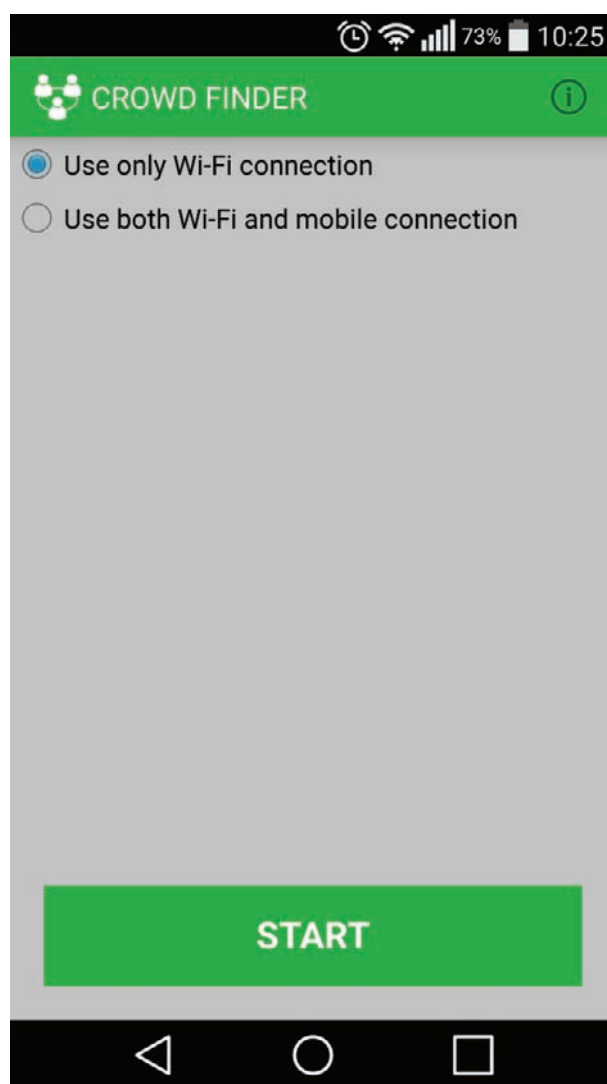
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Aleksandar Kupusinac.

Većina modernih telefona sadrži hardver za lociranje, odnosno dobijanje trenutnih GPS koordinata uređaja. Na ovaj način vrlo lako se može periodično dobiti precizna lokacija mobilnog aparata.

Zbog nemogućnosti testiranja sa velikim brojem uređaja, kao zamena korišćena je javna baza sajta OpenStreetMap koji sadrži veliki broj tačaka na mapi, odnosno skupove tačaka koje predstavljaju ulice i puteve.

Na ovaj način umesto detekcije gužvi, može se vršiti detekcija naseljenih mesta korišćenjem istih principa.



Slika 1. Glavni prozor Android aplikacije

Aplikacija nema mnogo funkcionalnosti, pa je samim tim i korisnički interfejs jednostavan i sastoji se od jednog prozora koji je prikazan na slici 1.

Na desnoj strani komandne linije nalazi se info dugme, koje otvara dijalog sa osnovnim informacijama o aplikaciji. Ispod se nalaze dva radio-dugmeta koja daju korisniku izbor načina slanja HTTP zahteva, odnosno GPS koordinata, na server – da li će to biti samo kada je dostupna bežična mreža ili istovremeno i mobilna.

Pošto aplikacija može biti u dva stanja, startovanom, kada se GPS koordinate prosleđuju na server ili stopiranom, na samom dnu ekrana je prikazano dugme za prelazak iz jednog stanja u drugo.

3. SERVER

Da bi se prikupili podaci od Android uređaja ili nekih drugih tipova odašiljača, potrebno je imati bazu u koju će oni biti zapisani.

Za ovaj sistem odabrana je Java servlet tehnologija i MySQL baza, koje se veoma brzo i jednostavno mogu implementirati [3].

U implamantiranom servisu nalaze se tri servleta:

- AddLocationServlet,
- GetAllLocationsServlet i
- GetAverageLocationsServlet.

3.1. Add location servlet

AddLocationServlet prima GPS lokacije poslate od strane Android uređaja i čuva ih u MySQL bazu. Za svaki HTTP zahtev prosleđuju se četiri parametra:

- **Latitude i longitude** – geografska širina i dužina na kojoj se nalazi uređaj,
- **Date** – datum kada je dobijena pozicija,
- **Device ID** – jedinstveni identifikator uređaja koji služi da se ne bi detektovala lažna nakupljanja, odnosno slučajevi kada jedan uređaj pošalje više bliskih lokacija za kratak period [4].

3.2. Add location servlet

Ovaj servlet ne prima ulazne parametre, a kao odgovor vraća XML dokument sa svim lokacijama koje se nalaze u bazi.

3.3. Add location servlet

Da bi se mogla detektovati gužva u određenom trenutku, potrebno je poznavati lokacije svih uređaja u tome momentu. Međutim, pošto telefoni ne šalju svoje pozicije istovremeno, neophodno je proslediti određeni vremenski period za koji želimo da obradimo podatke.

Zbog toga ovaj servis prima dva parametra, početno i krajnje vreme za dati period. U njemu isti uređaj može poslati više od jedne tačke pa je potrebno odrediti težište na svih pozicija tog uređaja, odnosno srednju vrednost geografske širine i dužine.

Servlet kao odgovor prosleđuje XML dokument sa svim težištima uređaja za prosleđeni vremenski period.

4. DESKTOP APLIKACIJA

Najkompleksniji deo sistem u kome se nalazi i logika za detekciju naselja, odnosno detekciju gužvi nalazi se u desktop aplikaciji. Ona je implementirana u programskom jeziku C# i u Windows Form tehnologiji [5].

Pošto je proces za detektovanje okupljanja složen on se sastoji iz nekoliko faza.

4.1. Obrada XML podataka

Prvo je potrebno otvoriti XML ili OSM fajl sa skupom lokacija i učitatiga u memoriju. Pošto OSM fajlovi mogu imati nekoliko stotina hiljada tačaka neophodno je pokrenuti pozadinski process kako ne bi došlo do zamrzavanja korisničkog interfejsa, pa je ovde korišćena ugrađena komponenta BackgroundWorker.

Zbog lakše i brže obrade podataka sve lokacije učitanе iz XML-a se transformišu u kvadratnu matricu čija se dimenzija zadaje kao parametar. Radi bolji performansi algoritma kao i same brzine aplikacije matrica ne bi trebala da bude šira, odnosno duža od 1000.

Za svaku tačku vrši se transformacija iz geografske dužine u celobrojni koordinatu matrice, tako sto se normalizuje, pomnoži sa veličinom matrice i uzme celobrojna vrednost. Transformacija geografske širine se vrši na sličan način samo sa razlikom da se njen smer razlikuje od smeru Y ose matrice.

4.2. Dilatacija i erozija

Često se pri obradi slike koriste morfološki procesi, koje predstavljaju skup nelinearnih operacija vezanih za oblik ili morfološke karakteristike slike. Ove operacije kreiraju izlaznu sliku iste veličine čiji se svaki piksel računa se na osnovu odgovarajućeg ulaznog piksela i njegovih susednih polja.

Najosnovnije morfološke operacije su dilatacija i erozija [6]. Dilatacija dodaje piksele na granice objekta koji se nalazi na slici, dok ih erozija uklanja. Broj piksela koji će biti dodat ili uklonjen zavisi od samog objekta, odnosno njegove veličine i oblika.

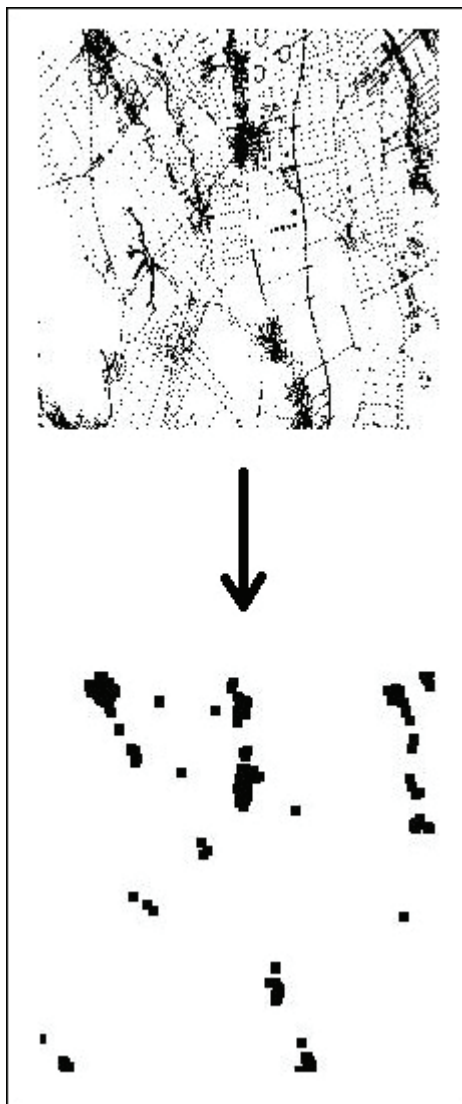
Kod algoritma dilatacije vrednost izlaznog piksela se računa kao maksimalna vrednost odgovarajućeg ulaznog piksela i njegovih suseda. Kod binarnih slika ako neki od piksela ima vrednos 1 i izlazni piksel će imati vrednost 1. Piskelima van granice slike dodeljuje se minimalna vrednost koji podržava tip podataka. Za binarne slike to je 0, a za slike sa nijansama sive minimlana vrednost za Uint8 jeste takode 0.

Kod algoritma erozije vrednost izlaznog piksela se računa kao minimalna vrednost odgovarajućeg ulaznog piksela i njegovih suseda. Kod binarnih slika ako neki od piksela ima vrednos 0 i izlazni piksel će imati vrednost 0. Piskelima van granice slike dodeljuje se maksimalna vrednost koji podržava tip podataka. Za binarne slike to je 1, a za slike sa nijansama sive maksimalna vrednost za uint8 jeste 255.

Na slici 2 prikazan je rezultat primene osnovnih morfoloških operacija na detektovanje gradova i ostalih mesta većeg broja nakupljanja ljudi iz regiona Bačke Topole na osnovu podataka dobijenih od strane OpenStreetMap-a.

Na prvom mestu se nalazi originalna slika veličine 200 puta 200. Na njoj vidimo da se pored gradova i sela nalaze jezera, njive, putevi itd. Primena dilatacije na sliku eliminišu se sve izolovane tačke i uski regioni poput autoputa E-75, koji proteže preko cele mape regiona Bačke Topole. Iako dilatacija detektuje naseljena mesta i ostala mesta gde ljudi često odlaze poželjno je primeniti nekoliko erozija na drugu sliku. Pošto se posle dilatacije uska sela posle primene dilatacije sastoje iz nekoliko manjih regiona potrebno je izvršiti njihovo spajanje u jedan veći a to upravo radi metoda erozije.

Primena morfoloških operacija dosta dobro detektuje naseljena mesta, ali ima i svojih mana, a to je da ne uzima u obzir gustinu, odnosno piksel u kome ima samo jedna tačka se prikazuje isto kao i kada imamo nekoliko veoma bliskih tačaka koje posle primene metode za dobijanje matrice opisane u poglavlju 4.1. se takođe mapiraju u jedan piksel.



Slika 2. Primer detekcije gužve pomoću morfoloških algoritama.

4.3. Point dilatation

Point dilatation jeste modifikacija algoritma dilatacija koja uzima u obzir i gustinu, odnosno broj brojeva tačaka koje se mapiraju u jedan piksel. Pa tako na primer ukoliko imamo gužvu na naplatnoj rampi na autoputu, primenom samo morfoloških operacija neće se detektovati taj region jer je njegova veličina, odnosno površina, previše mala.

Algoritam kreira crno-belu sliku na osnovu dva ulazna parametara, matricu celih brojeva kreirana u poglavlju 4.1 i minimalan broj tačaka koji služi za određivanje boje jednog piksela. Kao i kod algoritma dilatacije i ovde svaki izlazni piksel zavisi od svojih suseda, pa tako postoje dve verzije point dilatacije, prva koja uzima samo okolne piksele, odnosno kvadrat veličine 3x3 čija je centralna tačka onaj piksel za koji se računa izlaz, i drugi koji uzima kvadrat veličine 5x5.

Tačkama van granica matrice dodeljuje se vrednost nula. Za svaki piksel se računa ukupan broj tačaka koje on i njegovi susedi sadrže i taj zbir se upoređuje sa drugim parametrom metode, odnosno minimalnim brojem tačaka. U koliko je zbir manji taj piksel će postati bele boje, a u suprotnom crne.

4.4. Regioni

Nakon obrade podataka iz XML fajla i detektovanja regiona sa potencijalnim gužvama, često je potrebno uporediti dobijene rezultate sa pravim lokacijama na mapi.

Pošto je rezultat obrade učitanih XML podataka slika, odnosno matrica bajtova, neophodno je primeniti takav algoritam koji će ponovo dobiti geografske koordinate lokacija sa nakupljanjem više tačaka.

Ovaj algoritam se sastoji iz tri faze, detekcije skupa tačaka koje pripadaju istom regionu, tabelarnog prikaza svih regiona, i konverzije tačaka iz matričnog koordinatnog sistema u GPS sistem i njihov prikaz na mapi.

Prva faza se zasniva na algoritmu prvi u dubinu (BFS - Breadth-first search), koji pretražuje strukturu drvo ili graf, počevši od korena ili neke druge početne tačke, prvo gledajući susede. Tokom rada ovog algoritma koristi se pomoćna struktura red (FIFO – first in, first out) za praćenje trenutno ne obrađenih čvorova.

Svi regioni i njihove informacije se prikazuju u zasebnoj formi koja se inicijalno prikazuje sa desne strane glavne forme. U njoj se prikazuju informacije poput veličinom regiona, odnosno broj crnih tačaka, geografska širina i dužina.

Na kraju svaki od detektovanih regiona nakupljanja moguće je prikazati na geografskoj mapi. Za dobijanje koordinata vrši se suptotna operacija od one opisane iz glave 4.1.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je celokupna implementacija sistema za detektovanje okupljanja na osnovu podataka dobijenih sa različitih strana. Prikazano je kako se

jednostavnom primenom metoda dilatacije i erozije mogu pronaći potencijalne gužve na mapi.

Pravac daljeg razvoja sistema jeste poboljšavanje detekcije nakupljanja kao i njegova automatizacija, odnosno detektovanje parametara potrebnih za funkcionisanje sistema bez interakcije korisnika.

Takođe, trebalo bi izvršiti testiranje sistema sa većim brojem realnih podataka dobijem od strane Android aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] *The Atlantic magazine*, 2013
<http://www.theatlantic.com/business/archive/2013/02/the-american-commuter-spends-38-hours-a-year-stuck-in-traffic/272905/>
- [2] *Open Street Map*, <http://www.openstreetmap.org/>
- [3] Bryan Basham, Kathy Sierra, and Bert Bates, *Head First Servlets and JSP*, 2008
- [4] *Universally unique identifier*, Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Universally_unique_identifier
- [5] Jesse Liberty, *Programming C#*, 2005
- [6] Auckland Univerzitet, Novi Zeland, *Morphological Image Processing*
<https://www.cs.auckland.ac.nz/en.html>

Kratka biografija:



Bojan Bosanac rođen je u Virovitici 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2013. god.



Aleksandar Kupusinac rođen je u Novom Sadu 1981. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god. Od 2007. zaposlen kao na Fakultetu tehničkih nauka prvo kao saradnik u nastavi, asistent i predavač strukovnih studija, a zatim kao docent.

**PRETRAGA DIGITALNOG REPOZITORIJUMA KNJIGA BAZIRANA NA
SOFTVERSKOJ BIBLIOTECI HIBERNATE SEARCH****IMPLEMENTATION OF BOOKS DIGITAL REPOSITORY SEARCHING USING
HIBERNATE SEARCH SOFTWARE LIBRARY**

Jovan Šnajderov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Implementirana je web aplikacija za pretragu digitalnog repozitorijuma knjiga. Serverska aplikacija vrši indeksiranje i skladištenje knjiga i pruža pristup funkcionalnostima preko REST servisa. Klijentska aplikacija razvijena preko AngularJS, poziva te servise kroz internet browser.

Abstract – A web application for searching through digital book repository is implemented. Server application indexes and persists book, exposing it's functionality through REST services. Client application developed using AngularJS, calls these services through web browser.

Ključne reči: *Hibernate Search, digitalni repozitorijum, Lucene, Tika, ebook*

1. UVOD

Marta 1989. britanski inženjer Tim Berners-Li završio je svoj predlog projekta za sistem koji bi omogućavao protok informacija između istraživača na CERN-ovom departmanu za fiziku. Nedugo zatim, Tim je razvio i prvi web browser kao sredstvo pristupanja web stranicama, napisanih u obliku koji je omogućavao da sadrže tekst, slike, video zapise i softverske komponente. Upravo taj web browser je ostvario komunikaciju sa prvim internet serverom pokrenutim u CERNU 25. decembra 1990, započevši novu eru globalnih informacija.

Kreiranje web-a sa sobom je donelo nove izazove. Količina informacija, koja je i pre umrežavanja bila enormna, nastavila je da raste nezaustavljivom brzinom. Glavni izazov je bio ekstrakcija informacija iz takve mreže.

Ljudi su tragali za informacijama na web-u koristeći linkove, često krećući od ručno kreiranih indeksa sa sajtova poput Yahoo!-a. Ručno održavane i kreirane liste su pokrivale popularne teme efikasno, ali subjektivno. Bile su izuzetno skupe za izradu i održavanje, bez ikakvog mesta za napredak ili značajno ubrzanje. Automatski pretraživači oslanjali su se na ključne reči i često vraćali previše nepreciznih rezultata.

Razmere te revolucije vidljive su i danas. Pretraga nam je ključna komponenta digitalnog života (*Google, Facebook, Amazon...*).

Od gotovo svake web stranice, svake aplikacije, zahteva se da pruže visoko inteligentnu pretragu podataka.

U ovom radu predstavljen je digitalni repozitorijum za knjige implementiran u obliku moderne web aplikacije, u čijem se jezgri nalazi softverski alat koji obavlja zadatke naprednog indeksiranja i pretrage podataka na niskim nivoima apstrakcije, *Hibernate Search*.

Svrha rada jeste prezentovanje korišćenja ove napredne Java biblioteke kao i napretka u razvoju ove vrste softverskih alata, kroz primer njihove implementacije u realnom sistemu. Kvalitet pretrage i rezultata na koje smo navikli, koristeći moderne sisteme pretrage, sada je dostupan za jednostavniju implementaciju u sopstvenim i specifičnim aplikacijama.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Gotovo sve aplikacije zahtevaju perzistentne podatke. Kada informacioni sistem ne bi perzistirao podatke, svi podaci bi bili izgubljeni prilikom gašenja sistema i time gubili bilo kakvu praktičnu svrhu. Kada govorimo o perzistenciji u Javi, obično se podrazumeva skladištenje podataka u relacione baze podataka korišćenjem SQL-a. Postoji rešenje koje automatizuje repetitivne radnje pristupa bazi iz ugla Java koda, a to je objekt/relaciono mapiranje.

2.1. Hibernate

Objekt/relaciono mapiranje (ORM) je automatizovano i transparentno perzistiranje objekata aplikacija u tabele iz relacione baze podataka, koristeći meta podatke koji opisuju mapiranje između objekata i baze.

Hibernate je kompletan ORM alat nastao kao nezavisan, nekomercijalan *open-source* projekat iz kojeg je proizašla Java specifikacija za pristup, perzistiranje i upravljanje podacima između Java objekata/klasa i relacione baze podataka (*JPA*).

Dobavljanje informacija pohranjenih u relacione baze podataka trebalo bi krajnjem da pruža i mogućnost pronalaženja informacija.

To se odnosi na proces pretrage dokumenta, informacija unutar dokumenata i meta podataka o dokumentima.

2.2. Lucene

Apache Lucene je veoma moćan i rasprostranjen alat za pronalaženje informacija, ali pri njegovoj integraciji u softverskim rešenjima brzo dolazimo do nekih njegovih mana. Konkretno, problemi sa kojima se *Lucene* najčešće sreće u sledeća neslaganja:

1. Strukturalno neslaganje – kako konvertovati objektni domen u indeks u tekstualnom obliku; kako baratati sa vezama između objekata u indeksu.
2. Sinhronizacijsko neslaganje – kako održavati bazu podataka i indeks sinhronizovanim sve vreme.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivanović.

3. Neslaganje pri dobavljanju – kako napraviti glatku integraciju između domensko model-orientisanih metoda za dobavljanje informacija i *full-text* pretrage. U cilju rešavanja ovih neslaganja nastao je projekat *Hibernate Search*.

2.3. *Hibernate Search*

Java biblioteka koja predstavlja integraciju *Hibernate ORM*-a i biblioteke *Lucene*. *Hibernate Search* je projekat koji je komplementaran *Hibernate ORM* biblioteci time što joj pruža mogućnost obavljanja *full-text* pretrage sa upitima direktno nad domenom perzistirano modela podataka.

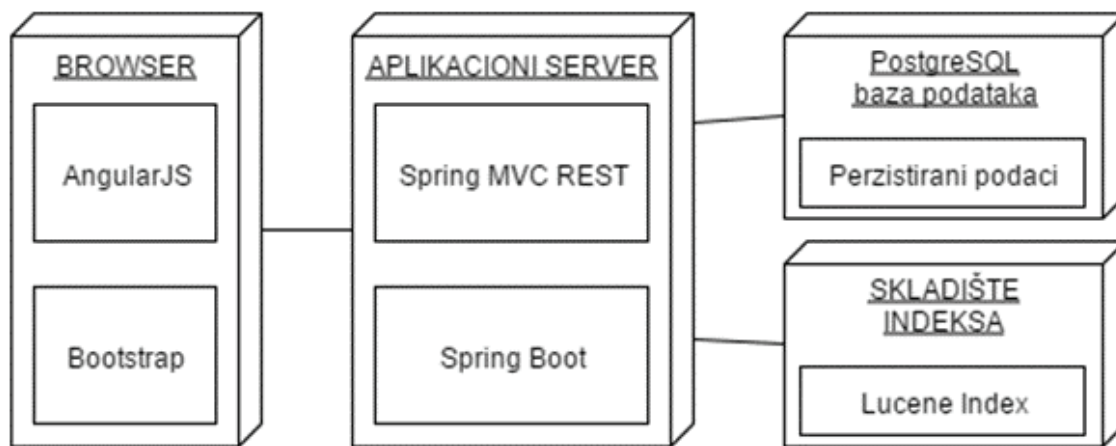
Tehnologija iza *Hibernate Search* projekta oslanja se u potpunosti na *Apache Lucene*.

Ona prikriva kompleksnu upotrebu *Lucene API*-ja, koristeći pojednostavljene kontrole naprednih funkcija *Lucene*-a i dozvoljavajući nam da indeksiramo i dobavimo perzistentni domen modela *Hibernate*-a uz minimalno truda.

3. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

Zahtev i ideja prezentacije korišćenih tehnologija ogleda se u realizaciji digitalnog repozitorijum. Primarni slučajevi korišćenja koje je bilo potrebno realizovati u ovom sistemu su:

1. Unos knjige – unos meta podataka za knjigu i unos samog tekstualnog sadržaja knjige
2. Ažuriranje knjige – ažuriranje postojećih podataka i meta podataka vezanih za svaku knjigu
3. Pretraga knjige – mogućnost napredne pretrage knjiga po različitim parametrima pretrage (po meta podacima ili samom sadržaju knjige)
4. Pregled knjige – uvid u detalje postojećih knjiga (uvid u meta podatke i mogućnost *download*-a samih knjiga)
5. Korisnički podsistem – evidencija korisnika i praćenje prava pristupa različitim delovima sistema



Slika 1. *Deployment diagram*

4. ARHITEKTURA SISTEMA I IMPLEMENTACIJA

Arhitekturu sistema najbolje možemo prikazati preko *deployment* diagrama datog na slici 1. Sistem se sastoji od serverske aplikacije i od klijentske aplikacije. Serverska aplikacija *expose*-uje (izlaže ili otkriva) servise za rad sa knjigama, implementira programsku logiku, omogućava rad sa korisnicima, vrši skladištenje i indeksiranje knjiga. Skladištenje podataka se vrši u PostgreSQL bazi podataka kojoj se pristupa iz serverske aplikacije putem ORM alata (*Hibernate*).

Indeksiranje knjiga (meta podaci i sadržaj knjige) obavlja se korišćenjem *Hibernate Search*-a koji svoj indeks skladišti na fajl sistem sa kojim server raspolaze.

Glavna serverska aplikacija dostupna je putem aplikacionog servera koji otvara interakciju sa dostupnim servisima putem http protokola.

Klijentska aplikacija koristi te otkrivene REST servise serverske aplikacije da bi na zahtev korisnika unela novu knjigu, pretražila postojeće knjige, izmenila meta podatke, kreirala novi korisnički nalog itd.

Okosnicu projekta i jednostavnosti dodavanja mogućnosti napredne pretrage prikazaćemo na našem glavnom modelu podataka, entitetu *Ebook* prikazanom na listingu 1.

Da bi smo omogućili *full-text* sposobnosti pretrage nad našim entitetima potrebno je da dodamo nekoliko anotacija.

Prvo definišemo da entitet treba da se indeksira od strane *Hibernate Search*-a i to putem `@Indexed` anotacije. Drugi korak je da definišemo identifikator entiteta koji *Hibernate Search* smešta u svoj *index* za svaki entitet.

Za ovu svrhu zadajemo anotaciju `@Id` identifikacionom atributu naše klase i primarnom ključu u tabeli knjiga.

```

@Entity
@AnalyzerDef(name = "customanalyzer", tokenizer =
@TokenizerDef(factory = StandardTokenizerFactory.class),
filters = {
    @TokenFilterDef(factory = LowerCaseFilterFactory.class),
    @TokenFilterDef(factory =
SnowballPorterFilterFactory.class, params = {@Parameter(name
= "language", value = "English"))}))
@Indexed
@Table(name = "EBOOK")
@Cache(usage =
CacheConcurrencyStrategy.NONSTRICT_READ_WRITE)
public class Ebook implements Serializable {

    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.AUTO)
    private Long id;

    @Field(index = Index.YES, analyze = Analyze.YES, store =
Store.NO)
    @Column(name = "title")
    @Analyzer(definition = "customanalyzer")
    private String title;

    @Field(index = Index.YES, analyze = Analyze.YES, store =
Store.NO)
    @NotNull
    @Column(name = "creator", nullable = false)
    private String creator;

    @Field(index = Index.YES, analyze = Analyze.YES, store =
Store.NO)
    @Column(name = "description")
    @Analyzer(definition = "customanalyzer")
    private String description;

    @Type(type =
"org.jadira.usertype.dateandtime.joda.PersistentLocalDate")
    @JsonSerialize(using = CustomLocalDateSerializer.class)
    @JsonDeserialize(using =
ISO8601LocalDateDeserializer.class)
    @Column(name = "date", nullable = false)
    private LocalDate date;

    @Field(analyze = Analyze.YES, store = Store.YES)
    @TikaBridge
    @Analyzer(definition = "customanalyzer")
    private String content;

```

Listing 1. *model podataka, klasa Ebook*

Sledeći korak jeste da odaberemo polja po kojima želimo da obavljamo pretragu u okviru našeg digitalnog repozitorijuma. Anotacija kojom ove attribute obeležavamo je: `@Field`. Parametar ove anotacije naveden neposredno iza nje - `index = Index.YES` osigurava da će tekst biti indeksiran. Parametar `analyze = Analyze.YES` osigurava da će tekst biti analiziran uobičajenim Lucene analizatorom. Treći parametar `store = Store.YES` osigurava da sami podaci atributa neće biti skladišteni u indeksu. Skladištenje podataka atributa u indeksu nema nikakve veze sa mogućnošću njihove pretrage. Prednost koju ovaj parametar anotacije nosi sa sobom ogleda se u mogućnosti njegovog dobavljanja putem projekcija. Kada ne koristimo projekcije, *Hibernate Search* će pokretati *Lucene* upite kako bi pronašao identifikatore entiteta u bazi i njih iskoristio da dobavi upravljane (*managed*) objekte iz same baze. Korišćenjem projekcija, mogli bi da izbegnemo ovaj put do baze i natrag, ali ne bez mane koju ta opcija nosi: ovim putem bi dobavili niz objekata a ne upravljane objekte koje dobijemo običnim upitom. Sa jedne strane bolje performanse, sa druge olakšanje u radu. Naprednije mogućnosti pretrage naših entiteta postižu se korišćenjem naprednijih parametara anotacija.

Pretpostavimo da smo indeksirali entitet knjige koja ima naslov "*Hibernate Searching*" i želimo da nam pretraga prikaže taj naslov i ako pretražujemo po upitima *search*, *searches*, *searched* ili *searching*.

Da bismo ovo postigli preko *Lucene*-a potrebno je da navedemo analizator klasu kao u listingu 1. Ovaj analizator podešava *word stemming* tokom indeksiranja i tokom procesa pretrage.

U našoj klasi korišćen je *StandardTokenizerFactory* koji deli reči kod znakova interpunkcije i crtica, ali zadržava format *email* adresa na koje naide, kao i format internet domena.

Na njega smo dodali dva filtera. Jedan je filter za pretvaranje svih slova u mala slova (*LowerCaseFilterFactory*). Drugi filter služi za specifična pravila pravopisa i sintakse engleskog jezika.

`@TikaBridge` anotacija posredstvom alata *Apache Tika* omogućava da ekstrahujemo tekst i meta podatke iz prosleđenih dokumenata. Ova anotacija koristi attribute tipa *String*, *URI*, *byte[]* ili *java.sql.Blob*. Prilikom korišćenja *String* atributa ovaj alat prepoznaje vrednosti atributa kao vrednosti putanje datoteke i pokušava da otvori datoteku da bi parsirao dokument.

Prilikom *upload*-a knjige, mi zapravo smeštamo knjigu na server, a repozitorijumu u okviru atributa *String content* samo predajemo adresu do lokacije na serverskom fajl sistemu.

Po perzistiranju objekta *Ebook*, *Hibernate Search* iščitava vrednost atributa putanje, pronalazi knjigu na serverskom fajl sistemu, parsira sadržaj dokumenta, indeksira tekstualni sadržaj i ažurira indeks za datu knjigu.

Mi samo treba da se postaramo da prava putanja do knjige uvek stoji u vrednosti atributa *content*.

Na slici 2 dat je prikaz stranice za pretragu knjige u okviru digitalnog repozitorijuma. Preko ove stranice pozivamo najvažniju metodu u projektu:

```

public List<Ebook> search(EbookSearchObject
ebookSearchObject)

```

Njoj prosleđujemo objekat pretrage. Ova metoda uzima taj objekat i parsira naš objekat pretrage po listi kriterijuma pretrage. Na osnovu tih kriterijuma pretrage dobićemo *Lucene* upit pogodan za vršenje pretrage nad našim *Lucene* indeksom:

```

luceneQuery = MultiFieldQueryParser.parse(paramValuesArray,
paramNamesArray, flagsArray, new StopAnalyzer());

```

Dobijeni upit zatim umotavamo u *Hibernate* upit::

```

org.hibernate.search.jpa.FullTextQuery jpaQuery =
fullTextEntityManager.createFullTextQuery(luceneQuery, Ebook.
class);

```

Čitava kompleksnost logike za naprednu pretragu, pozivom svega par metoda, podignuta je na viši nivo apstrakcije.

Ovim smo preskočili pisanje zamornog i repetitivnog koda, prepustivši taj deo posla specijalizovanoj biblioteci *Hibernate Search*.

Home

eBooks

Account

Administration

All

Search

Ebook Search

Should include field

Must include field

Must not include field

Content

Publisher

Title

lucene

manning

pattern

Another condition

Another condition

Another condition

Search

ID	Title	Creator	Subject	Description	Publisher	Contributor	Date	Format	Identifier	Language	
1050	Hibernate Search in Action 1st Edition	Emmanuel Bernard	Search	Hibernate Search in Action introduces both the principles of enterprise search and the implementation details a Java developer will need to use Hibernate Search effectively.	Manning Publications	John Griffin	2009-01-07	Paperback	978-1933988641	English	View Edit Delete
1051	Lucene in Action, Second Edition: Covers Apache Lucene 3.0 2nd Edition	Michael McCandless	Search	Lucene now powers search in diverse companies including Akamai, Netflix, LinkedIn, Technorati, HotJobs, Epiphany, FedEx, Mayo Clinic, MIT, New Scientist Magazine, and many others.	Manning Publications	Erik Hatcher	2010-07-28	Paperback	978-1933988177	English	View Edit Delete

Slika 2. Stranica za pretragu knjiga

5. ZAKLJUČAK

Kvalitetna pretraga podataka čini srž snalaženja u gotovo beskrajnom i nepreglednom okeanu informacija. Prosečnom korisniku globalne mreže bilo bi nezamislivo prepoznati bilo kakvu upotrebnu vrednost informacije ako mu ona nije dostupna kroz jednostavan sistem pretrage i dobavljanja.

To prisustvo potpune zavisnosti od alata za pretragu, nameće jasan cilj ka napretku u daljem razvoju informacionih tehnologija kroz unapređenje tehnologija pretrage.

Svaki značajniji napredak u ovoj oblasti računarstva predstavlja svojevrсни rudnik zlata u smislu napretka razvoja alata korišćenog od strane čitave Svetske populacije. Ovu tvrdnju dokazuje i pozicija najuticajnijeg internet pretraživača kao najvrednije kompanije na Svetu.

Tehnologija pretrage prikazana u ovom radu, korišćenjem biblioteke *Hibernate Search*, predstavlja jednostavno sveobuhvatno rešenje za brzo i efikasno uvođenje napredne pretrage u bilo koji softverski proizvod.

Alatima poput ove softverske biblioteke, otvaraju se vrata novim istraživačima, inženjerima za novim idejama za napredak oblasti pretraga.

6. LITERATURA

- [1] C. Bauer, G. King, G. Gregory, *Java Persistence*, 2nd edition. Manning Publication, 31. oktobar 2015.; ISBN 978-1617290459
- [2] C. Bauer, G. King, *Hibernate in Action*. Manning Publication, 28. avgust 2004.; ISBN 978-1932394153
- [3] E. Hatcher, O. Gospodnetić, M. McCandless, *Lucene in Action*, 2nd edition. Manning Publication, 28. jul 2010.; ISBN 978-1933988177
- [4] E. Bernard, J. Griffin, *Hibernate Search in Action*, 1st edition, Manning Publication, 7. januar 2009.; ISBN 978-1933988641
- [5] S. Perkins, *Hibernate Search by Example*, Packt Publishing, 26. mart 2013.; ISBN 978-1849519205

Kratka biografija:



Jovan Šnajderov rođen je u Novom Sadu 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2015.god. Radi u Novom Sadu kao programer.

OPTIMIZACIJA OBRADJE PERIODIČNO GENERISANIH PODATAKA O PRORAČUNU UŠTEDE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA**OPTIMIZING PROCESSING OF PERIODICALLY GENERATED ENERGY SAVINGS DATA**

Slađana Mitrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je problem pretraživanja i obrade periodično generisanih podataka o uštedi energije u elektrodistributivnom upravljačkom sistemu. Prilikom obrade podataka koristi se trapezoidno pravilo za proračun integrala. U radu je predložen, analiziran i testiran novi pristup u organizaciji skladišta podataka o uštedi energije koji podrazumeva skladištenje agregiranih vrednosti za definisane vremenske intervale.

Abstract – In this paper the problem of searching and processing periodically generated energy savings data in distribution management system is analyzed. When processing data, the trapezoidal rule is used for integral calculation. A new approach to the organization of a data warehouse on energy savings data is proposed, analyzed and tested. The new approach means the storage for aggregated values for defined time intervals.

Ključne reči: Istraživanje podataka o uštedi energije, vremenska linija podataka, obrada podataka, agregiranje podataka.

1. UVOD

Rad elektrodistributivnog upravljačkog sistema zahteva složene proračune i dobro definisane algoritme, koji su često kompleksni. Algoritmi specijalizovani za distributivne sisteme koriste, između ostalog, heuristiku i istorijske podatke i zahtevaju interaktivan rad sa korisnikom [1]. U distributivnim mrežama nedostatak merenja nadoknađuje se primenom heuristike za procenu stanja delova mreže i upotrebom istorijskih podataka za procenu pouzdanosti i kreiranje dijagrama opterećenja. Velika kompleksnost problema dovela je do potrebe da se algoritmi zasnuju na interaktivnom radu sa korisnikom. U toku primene optimizacionih procedura neophodno je obezbediti da korisnik na osnovu poznavanja problema kontroliše tok izvršenja algoritma. Zbog ovoga je korisniku neophodno obezbediti adekvatan prikaz podataka od interesa. Broj istorijskih podataka raste sa porastom dimenzija sistema, zbog čega se teži povećanju efikasnosti obrade velikih količina podataka u složenim algoritamskim proračunima. Optimizacioni algoritmi u distributivnim upravljačkim sistemima su konstruisani da obezbede optimalno stanje mreže u odnosu na zadatu kriterijumsku funkciju ili kombinaciju više kriterijumskih funkcija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Luković, redovni profesor.

Jedan oblik kriterijuma optimizacionih algoritama ima za cilj smanjenje potrošnje u mreži, što se postiže redukcijom napona potrošača.

Rezultat primene redukcije napona u mreži jeste ušteda energije.

U komercijalnim elektrodistributivnim upravljačkim sistemima korisnicima se obezbeđuje pregled ušteda energije sa ciljem efikasnijeg procesa planiranja i analize rada elektrodistributivnog upravljačkog sistema i same elektrodistributivne mreže. Podaci o uštedi energije skladište se u relacionoj bazi podataka. Periodično generisanje optimizacionih akcija proizvodi konstantan priliv podataka o uštedi energije. Korisnicima elektrodistributivnog upravljačkog sistema se obezbeđuje istorijski pregled uštede energije u toku vremenskog intervala od značaja. Zbog ovoga se javlja potreba za brzim i efikasnim generisanjem izveštaja o uštedi energije. Kreiranje izveštaja o uštedi energije u reprezentativnom sistemu sa konstantnim prilivom podataka može da traje neprihvatljivo dugo, a uzrok su veliki broj podataka za analizu i neefikasno skladištenje koje otežava pretraživanje.

Ovaj rad se bavi postupkom optimizacije procesa obrade podataka o uštedi energije. Cilj je da se korisnicima obezbedi brz i efikasan pristup podacima o uštedi energije i na taj način ispuni zahtev za odzivom sistema u realnom vremenu. Da bi se postigao brz pristup podacima predložen je način organizacije skladišta podataka u formi u kojoj će se i prikazati u okviru izveštaja. Očekivani rezultat je smanjenje vremena pristupa podacima o uštedi energije koje rezultuje i efikasnijim odzivom elektrodistributivnog upravljačkog sistema u postupku generisanja izveštaja.

Ovaj rad se, osim uvodnog i zaključnog dela, sastoji od 3 poglavlja. U drugom poglavlju opisana je veza između postupka optimizacije i generisanja podataka o uštedi energije kao i način prikaza ukupne uštede energije u okviru izveštaja. U okviru trećeg poglavlja analizirani su problemi generisanja izveštaja o uštedi energije. Analiza je izvršena na reprezentativnom sistemu. Opisan je korišćeni metod računanja, kao i problemi dužine trajanja obrade velike količine podataka. U četvrtom poglavlju je predložen novi metod obrade podataka sa ciljem ubrzanja pristupa podacima. Uvedene su pomoćne relacije kao i procedure neophodne za sumiranje podataka o uštedi energije. Na kraju rada priložen je spisak literature.

2. KONCEPT I ZNAČAJ UŠTEDE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA

Elektrodistributivni upravljački sistem optimizacionim algoritmima generiše upravljačke akcije nad uređajima dostupnim za komandovanje i time obezbeđuje dobiti u vidu ušteda energije korisnicima sistema. Ove dobiti obuhvataju smanjenje potrošnje kada je najveća, smanjenje gubitaka električne energije i odlaganje potencijalnih ulaganja u mrežu [2]. Nabrojane aktivnosti čine osnovu koncepta procesa smanjenja potrošnje energije.

Optimizacioni algoritmi predlažu niz akcija nad raspoloživim uređajima u mreži i obezbeđuju da se ovim uređajima upravlja na najbolji mogući način. Ove akcije vrše korekciju napona potrošača. Korekcija napona vrši se na osnovu analize proračuna tokova snaga, a rezultat je postizanje optimalnog stanja na delu mreže kojim se upravlja. Optimalno stanje je najbolje stanje lokalizovanog dela mreže koje se može postići uz uslov da je odabrani skup kriterijuma zadovoljen.

Automatizacijom optimizacionog postupka obezbeđuje se periodično generisanje niza akcija koje će dovesti mrežu u optimalno stanje ili održavati optimalno stanje. Postizanje optimalnog stanja u mreži obezbediće manju potrošnju energije u odnosu na potrošnju koja bi postojala u mreži da optimizacija nije izvršena. Razlika potrošnje u ova dva stanja predstavlja uštedu energije i na osnovu ove razlike generišu se podaci o uštedi energije na delu mreže kojim je sistem upravljao. Elementi distributivne mreže koji učestvuju u procesu smanjenja potrošnje energije izazivaju željene promene napona potrošača. U ovu grupu elemenata spadaju oblasti napojnog transformatora sa regulacionom sklopkom sa regulacijom pod opterećenjem i izvodi koji imaju regulator napona.

Izveštaji o uštedi energije su mehanizam pomoću kojeg se sumarno prikazuje ušteda energije ostvarena u određenom vremenskom periodu u zoni upravljanja elementa elektrodistributivne mreže. Izveštaj sadrži informacije o vrednostima energije koje su ostvarene na delovima mreže kao posledica izvršenja akcija optimizacionog algoritma. Izveštaj, takođe, sadrži i izračunate podatke o energiji koja bi postojala u mreži da nije vršena optimizacija. Razlika ovih vrednosti predstavlja ušteđenu količinu energije i takođe je prikazana u izveštaju. Izveštaji o uštedi energije mogu biti predstavljeni u tabelarnoj ili grafičkoj formi. Izveštaji se generišu za dnevni, mesečni ili godišnji period. U okviru dnevnih izveštaja prikazane su uštede na nivou svakog sata. Mesečni izveštaji pokazuju vrednosti u toku meseca i obezbeđuju prikaz za svaki dan u toku meseca. Godišnji izveštaji prikazuju vrednosti o uštedi energije postignute na godišnjem nivou sa prikazom ušteda za svaki mesec pojedinačno.

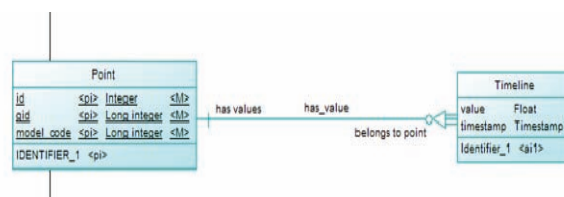
Značaj kvalitetnog postupka uštede energije naročito je prisutan u velikim zemljama sa naglašenom ekološkom svešću. Manja potrošnja znači manju proizvodnju i zagađenje životne sredine [2]. Upravo zbog toga se ulaže u programe i projekte sa ciljem očuvanja životne sredine i podstiču se elektrodistributivna preduzeća da koriste optimizaciju u postupku upravljanja elektrodistributivnom mrežom. Uvidom u izveštaje o uštedi energije se potvrđuju očekivanja elektrodistributivnih preduzeća i opravdava se potreba za korišćenjem optimizacije.

3. STRUKTURA PODATAKA O PRORAČUNU UŠTEDE ENERGIJE

Za potrebe generisanja izveštaja o uštedi energije koriste se istorijski podaci skladišteni u bazi podataka elektrodistributivnog upravljačkog sistema. Pristup podacima zahteva pretraživanje baze podataka. Selekcija se vrši po vremenskom trenutku u kojem su podaci generisani i po pripadnosti odabranom elementu, odnosno delu elektrodistributivne mreže, za koji se generiše izveštaj. Postupak pretrage podataka otežava činjenica da u velikom sistemu, kakav je elektroenergetski sistem, podaci o uštedi energije nisu jedini podaci koji se skladište. Nakon pretrage podaci se obrađuju u cilju prikaza na izveštaju. Za proračun ukupne energije koristi se trapezoidno pravilo za proračun integrala.

Relaciona struktura podataka u bazi podataka elektrodistributivnog upravljačkog sistema podrazumeva postojanje dve relacije. Jedna od njih povezuje obeležje koje identifikuje element mreže kojim se upravlja sa obeležjem koje identifikuje promenljivu stanja mreže. Druga relacija čuva vrednosti promena promenljivih stanja elemenata elektrodistributivne mreže u vremenu. Relacija koja predstavlja vezu između elementa mreže i neke od promenljivih stanja pridružene elementu nosi naziv **Tačka (POINT)**. Skup obeležja relacije Tačka čine: jedinstveni inkrementalni identifikator **id**, identifikator elementa mreže **gid**, i identifikator promenljive stanja iz modela **model_code**. J

edinstveni inkrementalni identifikator **id** predstavlja vrednost ključa relacije Tačka. Kolekcija promena vrednosti bilo koje torke relacije Tačka smeštena je u okviru posebne relacije koja nosi naziv *Collect*. Formiran je pogled **Vremenska linija (TIMELINE)** nad kolekcijom promena vrednosti torke tačka koji predstavlja vremensku krivu promena. Kao strani ključ koristi se jedinstveni identifikator torke koja reprezentuje Tačku na koju se odnosi upis u Vremenskoj liniji. Pored stranog ključa, ostala obeležja Vremenske linije su: vrednost promenljive stanja pridružene elementu **value**, vremenski trenutak u kome je nastala promena **timestamp** i identifikator kvaliteta izmerene promene **quality**. Na slici 1 prikazan je model šeme baze podataka [3].



Slika 1. Konceptualni (logički) model

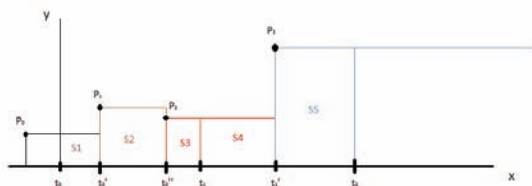
Prednost opisanog modela baze podataka prikazanog na slici 1 je u tome što je jednostavan i generički. Može da se primeni za praćenje promena bilo koje promenljive stanja, ne samo u okviru elektroenergetskog, već i bilo kog drugog sistema. Međutim, kod ovakvog generičkog pristupa postoji problem efikasne pretrage podataka jer su praktično promene vrednosti svih promenljivih stanja sistema upisane u okviru jedne relacije. Pretraga podataka o uštedi energije se u ovom slučaju svodi na pretragu cele baze podataka elektroenergetskog distributivnog sistema.

Zbog potrebe izračunavanja ukupne količine energije u vremenu, u postupak pripreme podataka za prikaz u okviru izveštaja o uštedi energije uveden je postupak integraljenja primenom trapezoidnog pravila.

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{\Delta x}{2} (y_0 + 2y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{n-1} + y_n)$$

Slika 2. Formula za proračun vrednosti integrala na intervalu $[a, b]$ primenom trapezoidnog pravila

Trapezoidno pravilo je numerička metoda kojom se približno određuje vrednost integrala definisanog granicama. Pretpostavka je da je funkcija na intervalu $[a, b]$ kontinualna. Prvo se interval $[a, b]$ podeli na n podintervala koji su jednake dužine. Dužina svakog podintervala Δx se računa kao $(b - a) / n$. Proračun se vrši na osnovu formule prikazane na slici 2 [4].



Slika 3. Primer proračuna ukupne energije za interval definisan vremenskim granicama t_0 i t_1

Na x osi grafikona prikazanog na slici 3. su prikazane definisane tačke integracije. Tačke koje definišu granice intervala za koje se prikazuje izveštaj o uštedi energije su t_0 , t_1 i t_2 . Tačke integracije t_{0-1}' , t_0' , t_0'' i t_1' predstavljaju vremena u kojima je došlo do promene vrednosti podataka o uštedi energije, odnosno do promene vrednosti snage u lokalizovanom delu mreže. Vrednosti predstavljene simbolima P_n , $n \in \{0, 1, 2, 3\}$ predstavljaju razliku snage koja bi bila izmerena u sistemu bez primene optimizacije sa vrednošću snage izmerene na istom delu mreže u sistemu nakon izvršenih optimizacionih akcija.

Vreme generisanja izveštaja o uštedi energije zavisi od broja elemenata za koje se vrši obrada podataka i od vremenskog intervala za koji se prikazuju podaci. U praksi se događa da generisanje godišnjeg izveštaja o uštedi energije traje nekoliko desetina minuta, dok korisnik očekuje da informaciju u obliku izveštaja dobije za manje od 10 sekundi. Jedan od ključnih problema generisanja izveštaja o uštedi energije sa opisanim pristupom je pretraživanje velike količine podataka u bazi podataka i izolovanje samo onih podataka značajnih za prikaz u okviru izveštaja. Druga problematika odnosi se na računanje vrednosti integrala na zahtev korisnika, odnosno praktično uvek kada je potrebno prikazati podatke. Kako bi se obezbedio adekvatan odziv sistema na zahtev generisanja izveštaja o uštedi energije, javlja se potreba za uvođenjem novog pristupa u načinu organizacije skladišta podataka o uštedi energije. Lako se uočava da je rezultat obrade podataka o uštedi energije za protekli period nepromenljiv. Polazeći od ove činjenice predlaže se novi način organizacije skladišta podataka o uštedi energije u cilju ubrzanja pristupa podacima i poboljšanja performansi sistema.

4. OPTIMIZACIJA PRISTUPA PODACIMA

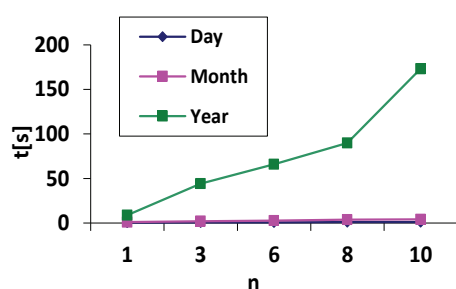
Analizom prirode podataka o uštedi energije uočava se njihova zavisnost od vremenskog trenutka u kojem su ostvareni. Ukupna ušteda ostvarena u periodu od godinu dana jednaka je uštedi ostvarenoj u svim mesecima posmatrane godine. Isti princip moguće je primeniti i u odnosu generisanja mesečnog izveštaja o uštedi energije na osnovu podataka ostvarenih na dnevnom nivou. Na ovaj način bi se prethodnim procesiranjem i pripremom podataka dobila višestruka korist u pogledu pristupa relevantnim podacima o uštedi energije i ubrzanja generisanja izveštaja. Uveden je novi način implementacije skladišta podataka i proširen je relacioni model baze podataka. Prošireni model baze podataka sadrži sumarne podatke za intervale od interesa u prikazu izveštaja. Ovakav pristup organizacije podataka olakšava pretragu, a primarni cilj je ubrzanje generisanja izveštaja. Prethodno procesiranje podataka obavlja se pre nego što stigne zahtev za generisanjem izveštaja o uštedi energije. Implementiran je dodatni mehanizam za skladištenje rezultata dobijenih procesiranjem. Ovakvim pristupom iz postupka generisanja izveštaja uklonjen je proces proračuna integrala. Proračun integrala se obavlja unapred za najmanje intervale vremena, koji su u ovom slučaju intervali od jednog sata. Na osnovu ovih vrednosti računaju se ukupne uštede za veće intervale. Pokretanje proračuna obavlja se svakih sat vremena. Prilikom proračuna obrađuju se podaci pristigli u bazu podataka elektrodistritivnog upravljačkog sistema od momenta prethodnog izvršenja algoritma do početka novog proračuna. Prvi korak prilikom izvršenja algoritma za preprocesiranje podataka je generisanje intervala sumiranja za koje će biti izračunati sumarni podaci o uštedi energije. Potom se za novododate intervale računaju sumarni podaci o uštedi energije (integrali snaga) i tačke u kojima je potrošnja bila najveća. Sledeći korak je ažuriranje proračuna većih intervala kojima pripada početak i kraj izračunatog intervala.

Prilikom proširenja relacionog modela baze podataka uvedena je relacija Interval sumarizacije. Intervali sumarizacije su osnovna jedinica izveštaja o uštedi energije, odnosno, svaki izveštaj sastoji se od skupa podataka predstavljenih u sklopu nekoliko intervala sumarizacije. Obeležja intervala sumarizacije su početni i krajnji trenutak i tip intervala. Granice intervala sumarizacije definišu opseg promena vrednosti podataka o uštedi energije koje će biti uzete u obzir prilikom proračuna integrala. Tip intervala sumarizacije određuje vrstu izveštaja u okviru kojeg će podaci biti prikazani. Postoje tri tipa intervala sumarizacije. Najmanji i osnovni je interval za koji se prikazuju vrednosti sumirane u okviru jednog sata. Vrednosti podataka o uštedi energije za intervale čiji je tip sat koriste se u okviru proračuna vrednosti intervala dnevnih tipova. Pored intervala tipa sat i dnevnog tipa intervala, postoji i mesečni tip intervala sumarizacije. Nakon generisanja intervala za sumiranje, torka u relaciji intervala se ažurira vremenskim trenutkom u kojem sumiranje za taj interval počinje i izvršava se procedura za sumiranje. Procedura za sumiranje, na osnovu promena koje su se desile u okviru granica intervala sumarizacije za koji je proračun pokrenut, računa integral primenom trapezoidnog pravila i ažurira

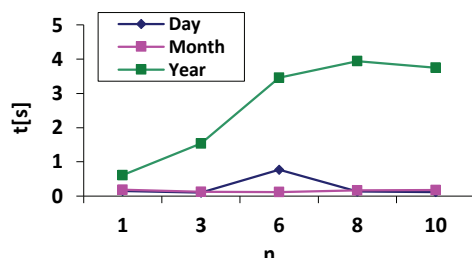
prošireni model baze podataka o uštedi energije izračunatim vrednostima. Nakon implementacije optimizacije pristupa podacima, zahtev za generisanje izveštaja o uštedi energije svodi se na pristup izračunatim vrednostima. Ovakav pristup je ubrzao postupak generisanja izveštaja o uštedi energije. Ovo se može potvrditi poređenjem vremena generisanja izveštaja pre implementacije i nakon implementacije proširenja modela baze podataka i novog pristupa.

Radi lakše analize postignutih rezultata priloženi su grafici porasta vremena generisanja izveštaja o uštedi energije za različit broj elemenata mreže i za različite vremenske periode prikaza uštede energije. Na grafičkom prikazu koji se može videti na slici 4a) prikazano je vreme generisanja izveštaja o uštedi energije bez prethodnog procesiranja podataka.

a)



b)



Slika 4. a) Grafički prikaz porasta vremena pristupa podacima pre implementacije pretprocesiranja;

b) Grafički prikaz porasta vremena pristupa podacima nakon implementacije pretprocesiranja

Dijagram prikazan na slici 4b) predstavlja vreme generisanja izveštaja o uštedi energije nakon implementacije pretprocesiranja podataka. Analizom dijagrama sa slike 4a) zaključuje se da sa porastom broja elemenata i povećanjem opsega intervala za koji se generiše izveštaj vreme generisanja znatno raste. Npr. vreme generisanja godišnjeg izveštaja za 10 elemenata mreže iznosi blizu 180 sekundi. Analizom dijagrama na slici 4b) uočava se da vreme generisanja raste sa porastom broja elemenata i povećanjem opsega intervala. Vreme generisanja godišnjeg izveštaja za 10 elemenata

elektrodistributivne mreže nakon implementacije postupka pretprocesiranja podataka iznosi oko 4 sekunde, što je približno 45 puta manje od vremena potrebnog za generisanje izveštaja za isti broj elemenata prikazanog na slici 4a).

5. ZAKLJUČAK

Više uštede energije znači veći profit za elektrodistributivno preduzeće, manje emisije otrovnih supstanci u atmosferu i veće poverenje krajnjih kupaca električne energije. Zbog ovoga su korisnicima sistema izveštaji o uštedi energije veoma značajni. Primarni cilj ovog rada bilo je poboljšanje performansi procesa generisanja izveštaja o uštedi energije. Da bi navedeni cilj bio postignut uveden je novi način organizacije skladišta podataka i pretprocesiranje podataka. Pretprocesiranje obuhvata proces pripreme podataka za prikaz i upisivanje pripremljenih podataka u bazu. Na ovaj način razdvojen je proces prikaza podataka od obrade podataka i proračuna ukupne uštede. Posledica ovakvog pristupa je ušteda u vremenu prilikom generisanja izveštaja. Ipak, pravo vreme obrade podataka i dalje nije značajno smanjeno i javlja se problem loše sinhronizacije između obrade podataka o uštedi energije i pristupa podacima. Naime, obrada podataka je prepuštena drugom procesu a dostupnost izveštaja u periodu dok traje obrada je onemogućena. Proces koji vrši sumiranje podataka blokira resurse i pristup podacima o uštedi energije tada je blokiran transakcijom. Na osnovu opisanih problema dalje istraživanje i razvoj rešenja bi trebalo da omogući stalnu dostupnost funkcionalnosti prikaza izveštaja o uštedi energije, uz dovoljno efikasno pretraživanje podataka.

6. LITERATURA

- [1] Dragan Popović, Duško Bekut, Valentina Dabić, *Specijalizovani DMS algoritmi, DMS group, Novi Sad, April 2011*
- [2] Electric energy online:
http://www.electricenergyonline.com/show_article.php?article=466
- [3] "Baze podataka", autorizovana skripta, prof. Dr Ivan Luković
- [4] „The trapesoidal rule“
http://pages.pacificcoast.net/~cazelais/187/trapezoidal_rule.pdf

Kratka biografija:



Sładana Mitrić je rođena 22.08.1990. godine u Novom Sadu. Završila je gimnaziju "Jovan Jovanović Zmaj" u Novom Sadu 2009. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala 2009. godine. Ispunila je sve obaveze i položila sve ispite predviđene studijskim programom.

ALAT ZA PODRŠKU KONTINUALNE INTEGRACIJE SOFTVERA SOFTWARE CONTINUOUS INTEGRATION SUPPORT TOOL

Miroslav Cvetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan alat za podršku kontinualne integracije softvera. Omogućena je podrška prilikom konfigurisanja i pokretanja ciklusa kontinualne integracije. Za razvijanje alata korišćena je Microsoft .NET tehnologija i Windows Presentation Foundation (WPF) grafički podsistem.

Abstract – In this paper a tool for software continuous integration support is described. It provides support for configuring and running continuous integration cycles. Microsoft .NET technology and Windows Presentation Foundation (WPF) graphical subsystem was used during the tool development.

Ključne reči: Kontinualna integracija, alati za kontinualnu integraciju, Team Foundation Server, build, .NET Framework, WPF, XML, Batch

1. UVOD

Cilj ovog rada je da razvije alat koji olakšava kontinualnu integraciju softvera, u vidu podrške prilikom izmene konfiguracionih parametara i pokretanja ciklusa kontinualne integracije. Rešenje, koje obezbeđuje jasnu razliku između naprednog korisničkog interfejsa i poslovne logike, traži se u okviru WPF tehnologije kreirane u okviru .NET softverske platforme, oslanjajući se na **Model – View – ViewModel** (MVVM) obrazac softverske arhitekture.

Rad sadrži pregled problema vezanih za kontinualnu integraciju, njenih najznačajnijih osobina i prakse korišćenja. Pored toga sadrži i opis **Microsoft**-ove podrške za kontinualnu integraciju u vidu alata **Team Foundation Server** i **Visual Studio**. Opisana je arhitektura rešenja i kreiranje konfiguracionog XML dokumenta, neophodnog za implementaciju rešenja. Na samom kraju nalaze se smernice za dalje istraživanje.

2. KONTINUALNA INTEGRACIJA

Kontinualna integracija (engl. **Continuous Integration - CI**) predstavlja praksu razvoja softvera gde članovi timova učestalo integrišu svoj rad, obično najmanje jednom dnevno, ali i do nekoliko puta u toku dana [1]. Svaka integracija se verifikuje automatskim bildovima (engl. **build**), uključujući i testove, radi što brže detekcije grešaka prilikom integracije [1]. Mnogo timova je uvidelo da ovaj pristup dovodi do značajnog smanjenja integracionih problema i dozvoljava timu da razvija kohezivan softver mnogo brže [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red.prof.

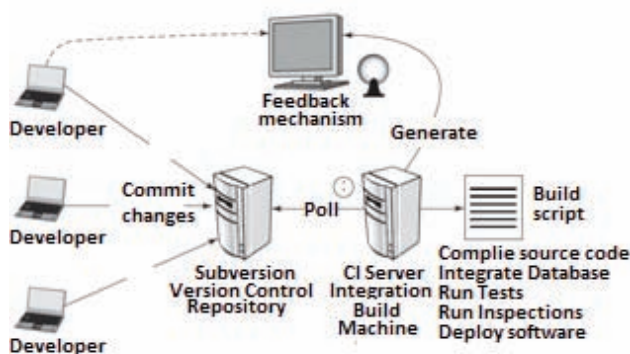
2.1 Bild softvera nakon svake promene

Bild predstavlja mnogo više od prevođenja koda [2]. Može da sadrži prevođenje koda (engl. **compiling**), testiranje, proveru koda, između ostalog i isporuku softvera (engl. **deployment**) [2]. Bild obuhvata spajanje delova izvornog koda i proveru da li softver radi kao kohezivna celina.

Tipični koraci scenarija kontinualne integracije su [2]:

1. Programeri predaju kod na repozitorijum za verzionisanje. U međuvremenu, server za kontinualnu integraciju (**CI Server**), koji se nalazi na integracionoj bild mašini, proverava da li je bilo promena na repozitorijumu (radi tzv. prozivku na svakih par minuta).
2. Ubrzo nakon predaje koda, **CI Server** detektuje promene koje su se desile na repozitorijumu, zatim dobavlja kopiju najsvježijeg koda sa repozitorijuma i onda izvršava bild skriptu, koja vrši integraciju softvera.
3. **CI Server** generiše povratnu informaciju tako što šalje rezultate bilda na i-mejl (engl. **e-mail**) određenih članova projekta.
4. **CI Server** nastavlja sa ciklusima prozivke.

Slika 2.1 ilustruje delove sistema za kontinualnu integraciju.



Slika 2.1 Ilustracija CI sistema

2.2 Osobine kontinualne integracije

Postoje četiri bitna segmenta kontinualne integracije: konekcija na repozitorijum za verzionisanje, bild skripta, mehanizam povratne informacije i proces za integrisanje promena izvornog koda [2]. Postupak kontinualne integracije obuhvata više koraka:

Prevođenje izvornog koda - Kontinualno prevođenje izvornog koda je jedna od najosnovnijih i uobičajenih osobina CI sistema [2]. Prevođenje uključuje stvaranje izvršnog koda iz čitljivih izvora.

Integracija baze podataka - Izvorni kod baze podataka, koji se nalazi na repozitorijumu, tretira se na isti način kao i drugi izvorni kod u sistemu [2]. Na primer, kada član projekta (programer ili administrator baza podataka) izmeni neki od izvornih fajlova baze podataka i preda te izmene na sistem za verzionisanje, bild skripta, koja integriše izvorni kod, će u toku integracionog bild procesa ponovo kreirati bazu podataka i popuniti je podacima.

Testiranje - Bez automatizovanih testova, programerima i drugim učesnicima u projektu, teško je da steknu poverenje u izmene na softveru [2]. Većina programera na projektima, koji koriste CI sistem, koristi alate za jedinično (engl. *unit*) testiranje kao što su *JUnit*, *NUnit* ili druga *XUnit* okruženja za pokretanje testova. Osim toga, iz CI sistema se pokreću testovi različitih kategorija, radi ubrzanja bildova. Ove kategorije mogu biti: jedinično testiranje, testiranje komponenti, sistemsko testiranje, bezbednosno testiranje i tako dalje.

Provera koda - Automatizovane provere koda (na primer, statičke i dinamičke analize), koriste se za poboljšanje kvaliteta softvera definisanjem pravila [2]. Na primer, projekat može da ima pravilo - klasa ne može da sadrži više od 300 linija nekomentarisano koda. CI sistem se može iskoristiti za automatsku proveru ovakvih pravila.

Isporuka softvera - Kontinualna isporuka softvera obezbeđuje promptnu isporuku ispravne verzije softvera [2]. Za isporuku softvera, moraju se dobiti izvorni fajlovi sa repozitorijuma za verzionisanje, mora se izvršiti bild, svi testovi i provere koda moraju proći uspešno, distribucija finalne verzije softvera mora biti označena i fajlovi koje treba postaviti moraju biti pripremljeni [2]. Kontinualna integracija može čak automatski da postavi ili instalira fajlove u odgovarajuće okruženje.

Dokumentacija i povratna informacija - CI sistem može da generiše dokumentaciju uz pomoć alata kao što su *Maven*, *Javadoc* ili *Ndoc* [2]. Osim toga, postoje alati koji generišu dijagram klase i druge informacije, i to sve na osnovu koda na repozitorijumu za verzionisanje [2]. Dokumentacija se može generisati periodično ili kontinualno.

2.3 Prakse kontinualne integracije

Primena kontinualne integracije softvera je dovela do više praktičnih postupaka:

Održavanje Single Source repozitorijuma - Osnovu CI predstavlja odgovarajući sistem za upravljanje izvornim kodom. To može biti *Subversion*, *CVS* i slično [3]. Kada je jednom obezbeđen sistem za upravljanje izvornim kodom, on predstavlja repozitorijum sa koga se preuzima izvorni kod [3]. U repozitorijumu treba da se nalazi sve što je potrebno za bildovanje, ali bildovanje treba obavljati na posebnoj mašini. Jedna od osobina sistema za verzionisanje jeste mogućnost kreiranja više grana (engl. *branches*), koje služe za različite tokove razvoja [3]. Broj grana treba svesti na minimum, tj. imati jednu glavnu razvojnu granu (engl. *mainline*), na kojoj većina programera radi.

Automatizovan bild - Pretvaranje izvornih fajlova u upotrebljiv sistem je proces koji uključuje prevođenje koda, premeštanje fajlova, učitavanje šema baza podataka i slično [3]. Međutim, ovaj proces se može, i treba

automatizovati, jer njegovo ručno obavljanje predstavlja gubitak vremena i povećava mogućnost pravlenja grešaka. Postoji više okruženja za automatizovane bildove. *Java* zajednica je razvila *Ant*, za *.NET* postoji *Nant*, a od skoro i *MSBuild*.

Samotestirajući bild - Dobar način za brzu i efikasnu detekciju grešaka, jeste korišćenje automatskih testova u procesu bilda [3]. Praksa je da, ukoliko neki od testova nije prošao, tada ni celokupni bild nije validan. *XUnit* alati su, u većini slučajeva, polazna tačka za kreiranje samotestirajućeg koda [3]. Postoje i drugi alati kao što su *FIT*, *Selenium*, *Sahi*, *Watir*, *FITnesse* i slični.

Svakodnevno predavanje koda na glavnu razvojnu granu - Preduslov da bi programer mogao da preda kod na glavnu razvojnu granu je da se njegov kod uspešno bilduje [3]. Ovo, naravno, uključuje i uspešno izvršavanje testova koji se izvršavaju u sklopu bilda. U svakom ciklusu predaje koda, programer prvo radi ažuriranje svoje radne kopije koda, tako da odgovara glavnoj razvojnoj grani, rešava konflikte, ako postoje, i onda radi bild na svojoj lokalnoj mašini [3]. Ako bild prođe, to znači da se kod slobodno može predati na glavnu razvojnu granu. Česta predaja koda podstiče programere da razlože svoj posao na manje celine, od po nekoliko sati. To pomaže u praćenju napretka i obezbeđuje osećaj napretka.

Bild na integracionoj bild mašini nakon svake predaje na glavnu razvojnu granu - Potrebno je obezbediti da se regularni bildovi izvršavaju na integracionoj bild mašini, a samo ako je integracioni bild prošao uspešno, predaja se smatra gotovom [3]. Ako je programer koji predaje kod odgovoran za uspešno izvršenje integracionog bilda, on treba da nadgleda bild i ukoliko se pojavi neka greška, da je otkloni. Znači, programer će da se pobrine da bild glavne razvojne grane prođe, sa svim izmenama dodatim kasnije u toku dana [3]. Postoje dva glavna načina da se to obezbedi: korišćenjem ručnog bilda ili *CI Server*-a.

Trenutna popravka neuspešnih bildova - Ključna stvar kod kontinualnog bilda, ukoliko se bild glavne razvojne grane izvrši neuspešno, je da se on odmah popravi [3]. Često, najbrži način za popravku bilda je vraćanje na poslednje poznat uspešan bild.

Brz bild - Verovatno najvažniji korak predstavlja uspostavljanje bilda koji se sastoji iz više bildova u nizu (engl. *staged build*) [3]. Predaja koda na glavnu razvojnu granu pokreće prvi bild - *commit* bild. *Commit* bild je bild koji traje veoma kratko, a kao posledica smanjuje se mogućnost otkrivanja grešaka. Treba balansirati između dužine trajanja bilda i mogućnosti otkrivanja grešaka, da bi bild bio dovoljno stabilan, kako bi omogućio ljudima nastavak rada

Testiranje u okruženju koje je što približnije realnom - Ako se testira u okruženju različitim od onoga u kojem će softver raditi, razlike između ta dva okruženja dovode do rizika da se u realnom radu softvera ne dogode neke stvari koje su se dogodile u toku testa i obrnuto [3].

Jednostavan uvid u stanje sistema - Potrebno je osigurati da svako na jednostavan način vidi stanje sistema i promene koje su nastale na njemu [3]. Jedna od najvažnijih karakteristika stanja sistema predstavlja stanje bilda glavne razvojne grane. Neki alati koji se koriste za

bild (**BuildBot**, **Codship**) u sebi imaju ugrađen **web** server koji se može koristiti za prikaz stanja, dok drugi za uvid u stanje koriste i-mejl, **Google talk** i slično [3].

Automatizovana isporuka softvera - Za kontinualnu integraciju je potrebno više okruženja [3]. Jedno za pokretanje **commit** testova, jedno ili više za pokretanje sekundarnih testova. Budući da se, više puta dnevno, vrši premeštanje prevedenih fajlova između pomenutih okruženja, teži se ka automatizaciji tih procesa. Iz tog razloga je važno imati skripte, koje omogućavaju lako postavljanje aplikacije u bilo kom okruženju, kao i skripte za isporuku aplikacije u produkciju [3]. Bez obzira na frekvenciju isporuke aplikacije, automatizovana isporuka može ubrzati proces i smanjiti broj grešaka [3].

Prednosti kontinualne integracije - U svakom trenutku se zna dokle je proces stigao, šta radi, šta ne radi, a poznate su i greške u sistemu. Česta isporuka je značajna zato što omogućava korisnicima da dobiju nove funkcije brže, da daju bržu povrtanu informaciju na te funkcije i generalno, povećava saradnju u ciklusu razvoja [3]. CI pomaže u uklanjanju prepreka između korisnika i programera – čestih prepreka u uspešnom razvoju softvera.

2.4 Microsoft Visual Studio (VS) podrška za kontinualnu integraciju

Slika 2.3 prikazuje šematizovani postupak kojim **Visual Studio** zajedno sa **Team Foundation Server/TFS**-om pruža podršku za proces kontinualne integracije. VS pruža podršku za CI nudeći veliki broj funkcija, kao što su: kontrola verzija, upravljanje bldom (**Team Foundation Build/TFB**), jedinično testiranje i statičko testiranje (pokrivenost koda, analiza koda) [4].

Pored održavanja koda i bilda, TFS/VS takođe imaju proširive funkcije vezane za isporuku i instalaciju softvera. TFS podržava notifikacije. Funkcije koje su prikazane na slici 2.3, mogu biti pokrenute iz VS-a i one mogu pokrenuti interakciju sa TFS-om.

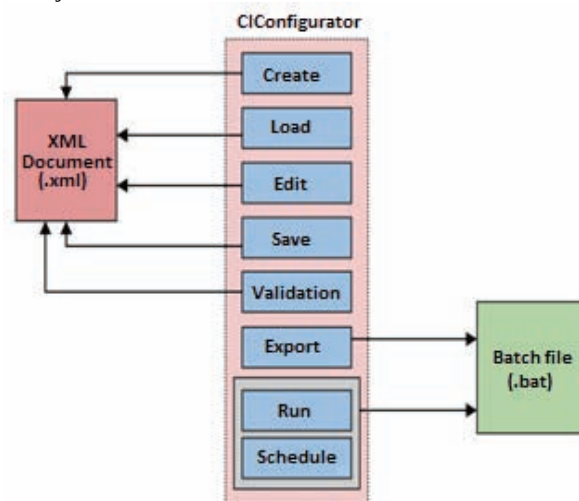


Slika 2.3 VS/TFS podrška kontinualnoj integraciji [4]

3. KONFIGURATOR LOKALNOG CI CIKLUSA

Programer koji želi da pokrene lokalni CI ciklus, mora prvo da ga konfigurira. Jedini način da se to odradi je da menja vrednosti konfiguracionih parametara direktno u konfiguracionom fajlu – liniju po liniju, što je podložno

greškama. Konfiguracioni fajl, koji se koristi u ovom slučaju, je u obliku **batch** skripte, koja služi kao ulaz u postojeću skriptu za pokretanje ciklusa. Radi olakšavanja procesa konfigurisanja i pokretanja ciklusa kontinualne integracije, razvijen je alat sa grafičkim korisničkim interfejsom.



Slika 3.1 Blok dijagram razvijenog alata

Slika 3.1 prikazuje blok dijagram implementiranog rešenja. Aplikacija pruža mogućnost kreiranja, učitavanja, izmene, čuvanja i validacije konfiguracionih XML dokumenata. Prilikom kreiranja nove konfiguracije, postoji mogućnost odabira šablona podrazumevane konfiguracije ili kreiranje konfiguracije unošenjem vrednosti svih parametara pojedinačno. Aplikacija obezbeđuje validaciju XML dokumenta prilikom učitavanja, kao i validaciju vrednosti konfiguracionih parametara prilikom unosa. Ukoliko vrednost parametra nije validna, okvir polja za unos postaje crven i korisnik dobija poruku o grešci.

Takođe, korisniku su prilikom konfigurisanja obezbeđena uputstva u vidu poruka, koje se pojavljuju kada se pokazivač miša zaustavi iznad nekog polja za unos. Kao izlaz iz aplikacije, omogućen je izvoz konfiguracije u obliku **batch** konfiguracionog fajla, koji služi kao ulazni parametar već postojećoj skripti za pokretanje lokalnog CI ciklusa.

Pored navedenih funkcija, aplikacija nudi mogućnost pokretanja CI ciklusa na osnovu postojećeg konfiguracionog **batch** fajla. Pokretanje može biti trenutno ili zakazano u nekom određenom trenutku (engl. **scheduled**). Zakazano pokretanje omogućeno je uz pomoć **Task Scheduler**, komponente **Microsoft Windows**-a. Aplikacija je implementirana korišćenjem **Windows Presentation Foundation**-a.

3.1 Kreiranje XML konfiguracionog fajla

Na osnovu blok dijagrama, lako je primetiti da je glavni tip dokumenta, sa kojim aplikacija radi, XML dokument. Pošto je odlučeno da aplikacija radi sa XML reprezentacijom konfiguracionog, bilo je potrebno prevesti inicijalni konfiguracioni **batch** fajl u odgovarajući konfiguracioni XML fajl. Inicijalni konfiguracioni **batch** fajl i fajl koji se izvozi iz aplikacije, iste su strukture, s tim što inicijalni konfiguracioni fajl sadrži i komentare iznad parametara, koji služe kao opisi

parametara. Na listingu 3.1 prikazan je jedan konfiguracioni parametar iz inicijalnog **batch** fajla, dok se na listingu 3.2 nalazi njemu odgovarajući parametar konfiguracionog XML fajla.

```
@rem Source code checkout path:
set CHECKOUT_FOLDER=D:\CI\3.6.0\Checkout
.
```

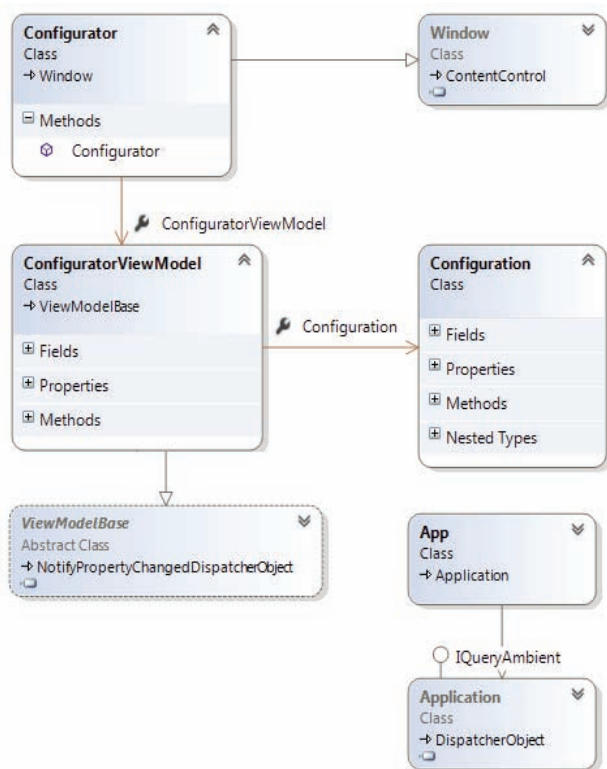
Listing 3.1 Konfiguracioni batch parametar

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<Configuration>
  <CheckoutFolder>
    D:\CI\3.6.0\Checkout
  </CheckoutFolder>
  .
</Configuration>
```

Listing 3.2 Konfiguracioni XML parametar

3.2 Arhitektura rešenja

Dijagram klasa implementiranog rešenja prikazan je na slici 3.2.



Slika 3.2 Dijagram klasa razvijenog alata

Klasa pod nazivom **App** predstavlja osnovnu klasu aplikacije. Ona nasleđuje klasu **System.Windows.Application**, koja enkapsulira WPF aplikaciju. Aplikacija je implementirana koristeći **Model-View-ViewModel** obrazac softverske arhitekture. **Configurator** klasa predstavlja glavni deo aplikacije i **View** deo iznad pomenutog obrasca. U njoj se definišu svi

elementi koji su prikazani na korisničkom interfejsu. **ConfiguratorViewModel** klasa predstavlja **ViewModel** deo obrasca, ona sadrži **Property**-je i komande koje su povezane na elemente korisničkog interfejsa klase **Configurator**. Klasa **Configuration** predstavlja model aplikacije koji sadrži sve konfiguracione parametre.

4. ZAKLJUČAK

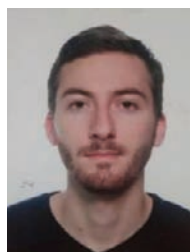
U ovom radu razmotrene su osobine i prakse kontinualne integracije, načini na koje se uvode razni procesi u sistem kontinualne integracije, kao i alati koji omogućavaju kontinualnu integraciju. Pomenute su tehnologije i programi koji su bili neophodni za implementaciju alata za podršku kontinualne integracije softvera.

Prednost korišćenja razvijenog alata jeste pre svega u brzini i jednostavnosti konfigurisanja i pokretanja ciklusa kontinualne integracije. Grafički korisnički interfejs aplikacije, pored toga što znatno smanjuje napor u odnosu na ručno menjanje parametara u fajlovima, obezbeđuje mnoge validacije i uputstva, čime se smanjuje verovatnoća pojave grešaka prilikom konfigurisanja. Takođe, pokretanje i zakazivanje ciklusa, pomoću grafičkog korisničkog interfejsa, dosta je jednostavnije od pokretanja pomoću tekstualnog interfejsa (interfejsa Command Prompt-a).

5. LITERATURA

- [1] Fowler Martin, „Continuous Integration“, <http://www.martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>, autorski članak o kontinualnoj integraciji
- [2] Paul M. Duvall, „Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risks“, Addison-Wesley, 2007 pp. 4-20
- [3] Fowler Martin, „Practices of Continuous Integration“, <http://www.martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html#PracticesOfContinuousIntegration>, autorski članak o kontinualnoj integraciji
- [4] IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management, Vol. 16 Issue 6, November 2013 pp. 68-74

Kratka biografija:



Miroslav Cvetić rođen je u Šapcu 1991. godine. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva 2014. godine

ИЗБОР ОПТИМАЛНИХ ПОЗИЦИЈА РЕГУЛАТОРА НАПОНА У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА У ЦИЉУ СМАЊЕЊА ИЊЕКТИРАНЕ АКТИВНЕ СНАГЕ**OPTIMAL VOLTAGE REGULATOR PLACEMENT IN DISTRIBUTION NETWORK TO PROVIDE MINIMAL INJECTED ACTIVE POWER**

Владаца Станковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област-ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду је обрађена проблематика одређивања оптималних позиција регулатора напона у циљу смањења ињектиране активне снаге радијалне дистрибутивне мреже. Верификација понуђене методе извршена је на једноставној тест мрежи.

Abstract – This paper deals with optimal voltage regulator placement problem to provide minimal injected active power in radial distribution network. Verification of proposed method is shown on the simple test network.

Кључне речи: Токови снага, постављање регулатора напона, смањење ињектиране активне снаге.

1. УВОД

У раду је обрађен проблем смањења ињектиране активне снаге у дистрибутивним мрежама (ДМ) регулацијом напона и додавањем нових регулатора напона на оптималним позицијама.

Разматрани проблем може да се раздвојити на два подпроблема: 1) проналажење оптималне позиције (деонице) за поставку новог регулатора напона и 2) избор оптималне позиције регулационе склопке свих регулатора напона. Постављање регулатора напона у ДМ може да се реализује са циљем да се оствари више различитих бенефита. У складу са тим постоји више различитих критеријума за оптимално постављање регулатора напона. Ти критеријуми су пре свега поправка напонских прилика и смањење губитака у мрежи, уз очување напона унутар дозвољених граница [3].

Након увода у другом делу рада је описана метода за смањење ињектиране активне снаге у ДМ, а у трећем математички модел. У четвртм делу описана је верификација предложене методе. Након закључка у шестом делу референтно је наведена литература која је коришћена за реализацију овог рада.

2. СМАЊЕЊЕ ИЊЕКТИРАНЕ АКТИВНЕ СНАГЕ

Потрошња електричне енергије представља један од најнеизвеснијих података сваке ДМ. Самим тим њено моделовање је веома комплексно. Томе свакако

чињеница да вредност потрошње не зависи, линеарно зависи, односно зависи од квадрата промене вредности напона. У зависности од промене напона потрошња може да се моделује као константна импеданса, константна струја, односно као константна снага. У првом случају промене вредности активне и реактивне снаге зависе од квадрата промене модула напона, у другом линеарно од промене модула напона, док у трећем случају вредност активне и реактивне снаге не зависе од промене напона [2].

Дакле, услед промене напона напајања и пада напона у ДМ, сигурно је да ће у мрежи напон мање или више одступати од номиналне вредности, односно да ће услед тога потрошачи трпети мању или већу штету [1]. Напомена: Електрични уређаји су пројектовани за рад под номиналним напоном.

У већини европских земаља, укључујући и Србију, номинална вредност напона на потрошачима је дефинисана на 230V, а дозвољено одступање напона са $\pm 10\%$ [6]. То значи да вредност напона на потрошачима може да варира од 207 до 253V. У САД, за напонски ниво од 120V, дозвољен опсег вредности напона је у границама од 95% до 105%, односно од 114 до 126V.

Вредности модула напона у свим чворовима ДМ морају бити између минималне и максималне дозвољене границе вредности напона. Дистрибутивна предузећа (ДП) углавном заузимају став да је сигурније и профитабилније да се вредност напона држи ближе горњој граници дозвољеног опсега. Разлог за то је претпоставка да напон има незнатан утицај на потрошњу електричне енергије. Та претпоставка је тачна само за потрошаче чија потрошња може довољно квалитетно да се моделује као потрошња константне снаге. Ипак, у ДМ постоје и потрошачи чија се потрошња знатно боље моделује као константна струја и/или константна импеданса. Колико ће се смањити потрошња зависи не само од тога колико је смањена вредност напона већ и од карактеристика потрошача [4].

Смањењем потрошње, компанија смањује потребу за набавком и/или производњом скупе електричне енергије. Једна од најефикаснијих мера одзива потражње је редукција напона која је у фокусу овог рада. Један од најбитнијих ресурса за редукцију напона је регулатор напона (РН), а у наставку рада ће детаљно бити изложен алгоритам за његову оптималну поставку која омогућава минималну ињектирану активну снагу у ДМ [5].

НАПОМЕНА:

Овај рад је произтекао из мастер рада чији је ментор др. Горан Швенда, ред.проф.

У циљу верификације предложене методе разматрана је једноставна дистрибутивна тест мрежа. Она садржи два регулациона ресурса којим се врши редукција напона: теретни мењач на трансформатору ВН/СН и регулатор напона чију оптималну локацију је потребно одредити.

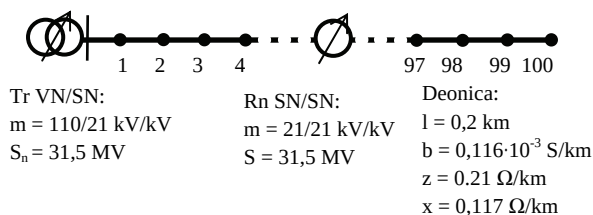
Алгоритам за претрагу оптималне локације регулатора напона се састоји од следећих корака:

- Поставља се регулатор напона у последњој грани ДМ.
- Спушта се теретни мењач тако да вредност напона на месту постављања регулатора напона буде што ближе минимално дозвољеној вредности.
- Регулациона склопка регулатора напона се поставља тако да чвор који је најудаљенији од корена ДМ има вредност напона најближе могућу, већу вредност од минимално дозвољене.
- За могуће позиције регулатора напона извршава се прорачун токова снага. Тражи се вредност позиције за коју се добија минимална вредност ињектиране активне снаге.
- Ако је нова вредност мања од претходно добијене минималне вредности, тренутно решење се памти као нови оптимум.
- Претраживање се завршава када променом позиције регулатора напона и/или напојног трансформатора није могуће поправити оптимално решење, а да се притом не наруше дозвољене границе напона.

Смањење укупне ињектиране снаге у мрежи постиже се јер потрошачи који се налазе између корена мреже и додатог регулатора напона раде са нижим напоном у односу на стање пре додавања регулатора напона. Потрошачи који се налазе између додатог регулатора напона и најудаљеније тачке ДМ (крај извода) радиће са приближно истим напоном као за случај пре додавања регулатора напона.

3. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ

Алгоритам је верификован на једноставној радијалној тест мрежи која се састоји од 100 чворова (99 грана), а приказана је на слици 1. У сваком чвору се налази по један Tr СН/НН. Чворови су повезани кабловским деоницама једнаких дужина и истих параметара. Извод у корену има напојни Tr ВН/СН преносног односа 110/21 kV/kV са регулацијом под оптерећењем. У мрежи се поставља регулатор напона СН/СН. Његовом и регулацијом напојног трансформатора врши се контрола профила напона, чиме се смањује ињектирање активне снаге у ДМ.



Слика 1 – Тест дистрибутивна мрежа

Профил напона тест мреже представља опадајућу функцију – од корена до најудаљеније тачке мреже смањује се вредност напона. Једноставна топологија, само једна радијална грана, омогућава да се добијени резултати једноставно тумаче, односно да се једноставно утврде међусобне зависности.

На почетку је размотрено основно стање тест мреже, односно случај када у мрежи нема регулатора напона. Притом, приказани су ефекти редукције напона само на основу напојног трансформатора. Након тога утврђена је оптимална локација новог регулатора напона (за различите расподеле оптерећења дуж извода). Анализе су урађене на примерима у којима је иста укупна вредност потрошње целе тест мреже распоређена на три начина:

- иста на свим Tr СН/НН
- расте од првог до последњег Tr СН/НН
- опада од првог до последњег Tr СН/НН

Осим ова три примера, извршене су и симулација за мешовиту расподелу оптерећења (узимајући у обзир дневне дијаграме потрошње потрошача).

4. ВЕРИФИКАЦИЈА АЛГОРИТМА

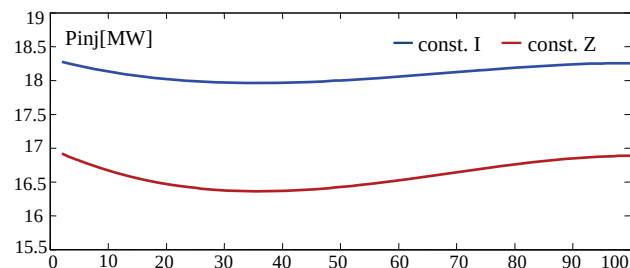
За сваки пример извршена су два прорачуна, када су сви потрошачи у мрежи моделовани као:

- потрошачи константне струје
- потрошачи константне импедансе.

У свим примерима извршена је симулација постављања регулатора напона у свим гранама (у циљу проналажења оптималне секције регулатора напона и оптималне вредности његовог теретног мењача, за коју се има минимална вредност P_{inj}). Јасно је да ће се за сваку позицију регулатора напона, добити оптимална позиција теретног мењача Tr ВН/СН, оптимална позиција регулатора напона и оптимална минимална вредност P_{inj} .

Потрошња свих потрошача иста

Прво се разматра пример у којем су међусобно исте вредности потрошње на свим Tr СН/НН. На слици 2 приказано је како се минимална могућа вредност P_{inj} мења у зависности од гране у којој је постављен регулатор напона. Плава и црвена линија представљају вредности које су добијене када је потрошња моделована као константна струја и константна импеданса, респективно.

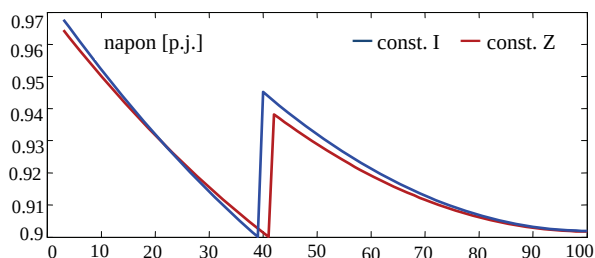


Слика 2 – Зависност P_{inj} од гране у којој је постављен регулатор напона.

Регулатор напона се прво поставља у грани бр. 99. Може се приметити да P_{inj} у мрежи опада постављањем регулатора у грани бр. 98 и у осталим

гранама ближим корену мреже све до гране бр. 42 за потрошаче константне импедансе, односно до гране бр. 40 за потрошаче константне струје. У овим тачкама постоји минимум P_{inj} . Постављањем регулатора напона у гранама које су ближе корену мреже расте вредност P_{inj} .

На слици 3 је приказан профил напона тест мреже. Примећује се да на месту постављања регулатора напона (гране бр. 40 и 42) напон достиже вредност која је веома блиска вредности минимално дозвољеног напона. Без регулатора напона, сви чворови који се налазе испод би имали вредности напона које су ниже од вредности минимално дозвољене вредности. Због тога се позиција регулационе склопке регулатора напона подиже и поставља тако да чвор бр. 100 има напон који се налази у оквиру дозвољених граница.

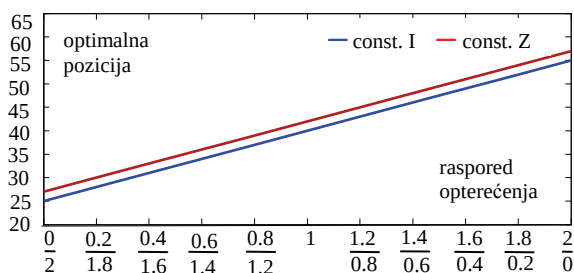


Слика 3 – Напонски профил за оптимално постављен регулатор напона

Потрошња се мења од првог до последњег потрошача линеарно

Разматрају се примери у којима је потрошња дуж фидера распоређена тако да линеарно расте или линеарно опада. Првим граничним случајем сматраће се пример у коме је потрошња распоређена да линеарно опада, односно снага потрошње у првом чвору је $2P$, у чвору број 50 потрошња је снаге P , док је у последњем чвору мреже једнака нули. Другим граничним случајем сматраће се пример у коме је потрошња распоређена да линеарно расте, односно снага потрошње у првом чвору је једнака нули, у чвору број 50 потрошња је снаге P , док је у последњем чвору мреже $2P$.

Након прорачуна оптималне локације и за остале примере у којима потрошња дуж извода линеарно расте или опада добиће се карактеристика зависности оптималне секције за постављање регулатора напона у зависности од распореда оптерећења дуж извода, слика 4. Распоред оптерећења на x-оси заправо представља однос потрошње у најудаљенијем и првом чвору мреже.

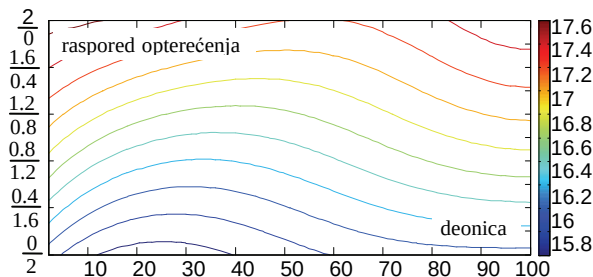


Слика 4 – Зависност оптималне позиције од распореда оптерећења дуж извода

Са слике се може закључити да доминантан утицај на избор оптималне позиције регулатора напона има распоред оптерећења на изводу. Пошто су за сваки прорачун потрошачи моделовани истим типом потрошње, тип потрошње ће имати мањи утицај на избор оптималне позиције.

У свим претходним ситуацијама иста је укупна потрошња у систему, односно приближно је иста укупна ињектирана активна снага јер су и укупни губици активне снаге приближно исти. Међутим, различите су вредности минималне ињектиране снаге. Разлог томе пре свега је начин на који је распоређена потрошња дуж извода и начин на који се остварује смањење укупне потрошње. Додавањем регулатора напона могуће је извршити редукацију напона потрошачима који се налазе између корена мреже и додатог регулатора напона, док напон потрошача који се налазе између додатог регулатора напона и краја извода остаје приближно исти. С тим у вези, укупно смањење ињектиране активне снаге ће бити веће уколико се узмеђу корена мреже и постављеног регулатора напона налазе већи потрошачи.

У наставку се разматра случај када су потрошачи моделовани као константна струја (најтачнија апроксимација када не постоје подаци о потрошачима). За оптимално постављен и подешен регулатор напона, мање P_{inj} се добија када је иста укупна потрошња, распоређена да линеарно опада, у односу на пример када је распоређена да линеарно расте, слика 5. На x-оси се налази оптимална позиција регулатора, а на y-оси однос потрошње у најудаљенијем и првом чвору мреже. Трећа оса је нормална на x-y раван и на њој се налази вредност P_{inj} . Криве линије дакле представљају тачке исте вредности P_{inj} .



Слика 5 – Зависност P_{inj} од локације регулатора напона и распореда оптерећења дуж извода

Плава боја указује на мању, а црвена на већу вредност P_{inj} . Примећује се да је вредност P_{inj} мања када је потрошња распоређена тако да се њен највећи део налази на почетку извода. Оптимална позиција регулатора напона ће у тим случајевима бити деоница која се налази ближе почетку извода.

Потрошња се мења у складу са дневним дијаграмом потрошње сваког потрошача

У досадашњем делу рада вршена је симулација за случајеве када је оптерећење линеарно распоређено дуж извода. Такви случајеви су у пракси изузетно ретки. Осим тога, распоред потрошње дуж извода није у сваком тренутку исти већ се мења у зависности од промене потрошње појединих потрошача.

Тако је могуће да у једном тренутку потрошачи на почетку вода троше више активне снаге, а да се већ након сат времена распоред оптерећења дуж извода промени тако да потрошачи на крају вода потражују највећи део активне снаге у систему. Показано је да распоред оптерећења дуж извода доминантно утиче на избор оптималне локације регулатора напона, па свака промена оптерећења у систему може значити да оптимална секција за постављање регулатора напона прорачуната за режим пре промене заправо више није оптимална. Како постављен регулатор напона у мрежи није могуће на дневном или месечном нивоу померати на друге секције, већ се он поставља тако да у одабраној секцији ради у дужем временском периоду неопходно је уважити и тај утицај.

Због тога је извршен прорачун у којем су за све потрошаче уважени дневни дијаграми потрошње и на тај начин у ДМ моделован мешовит распоред потрошње дуж извода. Извршено је укупно 24 прорачуна, а за сваки час је специфицирана потрошња активне и реактивне снаге сваког потрошача. Оптимална позиција регулатора напона кретаће се у опсегу од 26. до 42. деонице. Због тога је извршен прорачун постављања регулатора на деоници бр. 26 јер је она најближа деоници 25. за коју је показано да је оптимална када се највећи део потрошње налази на почетку извода. Такође је извршен и прорачун постављања регулатора на деоници бр. 40 која је оптимална локација када је потрошња равномерно распоређена дуж извода.

Приметно је да ће вредност P_{inj} за већину случајева бити ближа минималној вредности P_{inj} (која се има за случај оптимално постављеног РН) када је РН постављен на деоници 40 у односу на вредност P_{inj} када је регулатор постављен на позицији 26. Разлог томе је што постоји свега неколико ситуација у којима је оптерећење дуж извода распоређено тако да је највећи део потрошње на почетку и којима се оптимална позиција за постављање регулатора налази испред деонице 30. С друге стране, већина случајева има оптималну локацију око деонице 40 која заправо одговара оптималној позицији када су дуж извода сви потрошачи једнаке снаге. То се потврђује и на основу табеле 1 у којој је приказана укупна потрошња електричне енергије и смањење потрошње електричне енергије у систему који се остварује за период од 24 сата.

Tabela 1 – Резултати за period od 24 сата

	Потрошња ел. енергије (MWh)	Смањење потрошње ел. енергије (kWh)
Оптимално постављен РН	189.0241	4530.31
РН постављен на деоници бр. 26	189.4048	3619.55
РН постављен на деоници бр. 40	189.9349	4149.67

Може се закључити да је минимална укупна потрошња електричне енергије за период од 24 сата мања у случају постављања регулатора напона на деоници 40 у односу на случај када је постављена на деоници 26.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је обрађен проблем избора оптималне позиције регулатора напона и регулације напона у циљу максималног смањења вредности ињектиране активне снаге у ДМ. Проблем је решаван додавањем једног регулатора напона. Показано је да оптимална позиција зависи од снаге и распореда потрошача дуж извода, њиховог типа и броја.

Такође се за разне обрађене ситуације разликују и оптималне позиције теретног мењача на регулационом трансформатору ВН/СН и регулатору напона СН/СН. Анализом резултата великог броја симулација утврђено је да може да се дефинише опсег (секције разматране ДМ), у којем се налази оптимална позиција регулатора напона. Притом примери са максималном растућом и опадајућом расподелом оптерећења могу да се сматрају за граничне случајеве расподеле оптерећења дуж извода. За разматрани пример за потрошњу константне импедансе тај опсег оптималних позиција регулатора напона је од 27 до 57 секције, а за потрошњу константне струје од 25 до 55 секције.

Рад представља основу за даље истраживање и унапређење алгоритма за оптимално постављање регулатора напона у циљу смањења ињектирање активне снаге на сложене дистрибутивне мреже великих димензија.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Стрезоски: *Систем регулације напона дистрибутивних мрежа*; Универзитет у Новом Саду, ФТН, 1997
- [2] I.R.Navarro: *Dynamic Power System Load*; University of Lund, Sweden, 2005.
- [3] J.Mendoza, E.Lopez: *Optimal Location of Voltage Regulator in Radial Distribution Networks Using Genetic Algorithms*, Power Systems Computation Conference, Liege, Belgium, 2005.
- [4] T.A.Short: *Electric Power Distribution Handbook*, CRC PRESS, New York, USA, 2004
- [5] И.Крстић: *Редукација напона дистрибутивних мрежа*; мастер рад, ФТН, 2011.
- [6] *Уредба о условима испоруке и снабдевања електричном енергијом*; Службени гласник Републике Србије, 2010.

Кратка биографија:



Владиса Станковић, рођен је 1991. год. у Лесковцу. Основне студије је завршио 2014. год. На Електронском факултету у Нишу. Мастер рад је одбранио 2015. год. на Факултету техничких наука у Новом Саду, из области Електротехнике и рачунарства, Електроенергетски системи.

**REŠAVANJE NP-TEŠKIH OPTIMIZACIONIH PROBLEMA KORIŠĆENJEM
SIMBOLIČKE PROVERE MODELA I PSL JEZIKA****SOLVING NP-HARD OPTIMIZATION PROBLEMS VIA
SYMBOLIC MODEL CHECKING AND PSL**Milenko Maričić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su razmatrani sledeći NP-teški optimizacioni problemi, u svojoj konstruktivnoj verziji: MINIMUM k -BOJENJE ČVOROVA GRAFA i MAKSI-MUM NEZAVISNI ČVOROVI GRAFA. Pristup rešavanju problema je baziran na logičkoj definiciji klase kompleksnosti NP, vezi između deskriptivne kompleksnosti i simboličke provere modela, kao i temporalnim logikama LTL, CTL i jeziku PSL koji izrasta nad njima. Brojne instance grafovskog problema MINIMUM k -BOJENJE ČVOROVA GRAFA su generički modelovane u digitalnom hardveru, a zatim su rešene korišćenjem softverskog alata za formalnu verifikaciju hardvera, Cadence IFV, nalaženjem svedoka-kontraprimera. Za specifikaciju osobina i rešenja razmatranih problema je korišćen jezik PSL.

Abstract – The following NP-hard optimization problems, in their constructive version, are considered in this work: GRAPH k -COLORING and MAXIMUM INDEPENDENT SET. The approach to solve this problems is based on the logical definition of the complexity class NP, the relationship between Descriptive Complexity and Symbolic Model Checking, as well as on temporal logics LTL, CTL and the Property Specification Language PSL. The numerous graph instances of the problem GRAPH k -COLORING are generically modeled in digital hardware, and then solved using software tool for the Formal Verification of hardware, Cadence Incisive Formal Verifier (IFV), by finding witnesses-counterexamples. Property Specification Language PSL is used for the specification of properties and solutions of problems under consideration.

Ključne reči: formalna verifikacija, simbolička provera modela, NP-teški problemi, algoritmi

1. UVOD

Alati koji se koriste u proveru modela (eng. *model checking*) funkcionišu tako što za određeni model, bilo u hardveru (eng. *hardware*) ili softveru (eng. *software*) ispituju da li se taj model ponaša u skladu sa unapred specificiranim osobinama.

U radu je pokazano kako je alate za simboličku proveru modela moguće koristiti i za rešavanje algoritamski teških inženjerskih problema od interesa, tako što se problem predstavi kao model za proveru, a zatim postavi upit koji proverava da li postoji rešenje početnog problema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Staniša Dautović.

Da bi se dobilo konstruktivno rešenje, potrebno je postaviti *kontra upit*, tj. upit da li problem *nema rešenja*. Na takav upit alat će, ukoliko postoji rešenje problema, izbaciti jedno od tačnih rešenja kao kontraprimer upitu. Ukoliko početni problem nema rešenja, alat će dati upit proglasiti ispravnim. Problemi koje smo rešavali na ovaj način su problem bojenja čvorova grafa (GRAPH k -COLORABILITY) i problem maksimalnog nezavisnog skupa čvorova grafa (eng. MAXIMUM INDEPENDENT SET).

2. BOJENJE ČVOROVA GRAFA

Bojenje (čvorova) grafa G je preslikavanje $c: V(G) \rightarrow S$. Elementi skupa S se zovu *boje*. Čvorovi sa istom bojom čine klasu boje. Ako je $|S| = k$, za c kažemo da je k -bojenje (često koristimo $S = \{1, \dots, k\}$). Bojenje je prihvatljivo (ispravno) ako susedni čvorovi imaju različite boje. Graf G je k -obojev ako postoji prihvatljivo k -bojenje tog grafa. Hromatski broj $\chi(G)$ nekog grafa G je najmanje k za koje je je graf G k -obojev. Očigledno $\chi(G)$ uvek postoji, jer je moguće dodeliti svakom čvoru posebnu boju, tj. postoji prihvatljivo $|V(G)|$ -bojenje grafa G . Optimalno bojenje grafa G je $\chi(G)$ -bojenje. Graf G je k -hromatski ako je $\chi(G) = k$. Po definiciji skup čvorova grafa je nezavisan ako bilo koja dva čvora iz tog skupa nisu susedna. U prihvatljivom bojenju svaka klasa boje je nezavisan skup čvorova. Stoga k -bojenje se može shvatiti kao particionisanje čvorova grafa G u k odvojenih nezavisnih skupova $S_i = \{v | c(v) = i\}$ za $1 \leq i \leq k$. Zato se k -obojevi grafovi nazivaju još i k -partitni grafovi, a 2-obojevi grafovi bipartitni.

Za svako $k \geq 3$, k -OBOJIVOST je NP-kompletn problem, a optimizaciona verzija ovog problema (odrediti hromatski broj) je NP-težak problem.

Većina gornjih granica na hromatski broj dolazi iz algoritama koji proizvode data bojenja. Najpoznatiji takav algoritam je pohlepni algoritam. Pohlepno bojenje zavisi od uvedenog redosleda $(v_1 < \dots < v_n)$ čvorova iz $V(G)$, se dobija bojenjem čvorova po redosledu $v_1, \dots, v_n$, dodeljujući čvoru v_i boju najmanjeg indeksa, koja nije dodeljena njegovim susedima nižeg indeksa čvora. Kod indeksiranja čvorova, svaki čvor ima najviše $\Delta(G)$ suseda nižeg indeksa, što znači da pohlepno bojenje ne može da koristi više od $\Delta(G)+1$ boja.

S druge strane postoji takav redosled čvorova za koji je pohlepno bojenje optimalno. Ako je c optimalno bojenje grafa G , onda bilo koji redosled $\sigma_{\text{opt}} = (v_1 < \dots < v_n)$ takav da je za svako $i < j$, $c(v_i) \leq c(v_j)$ će generisati optimalno bojenje. Granica $\Delta(G)+1$ može biti smanjena pronalaže-

njem redosleda čvorova koje generiše pohlepno bojenje sa manje od $\Delta(G)+1$ boja. Graf G je k -degenerativan ako svaki njegov podgraf ima bar jedan čvor čiji je stepen najviše k . Degeneracija grafa G , označena sa $\delta^*(G)$, je najmanje k za koje je graf G k -degenerativan. Lako je videti da je graf k -degenerativan akko postoji redosled čvorova $(v_1 < v_2 < \dots < v_n)$ takav da za svako $1 < i \leq n$, čvor v_i ima najviše k suseda u $\{v_1, \dots, v_{i-1}\}$. Stoga pohlepno bojenje pomoću redosleda čvorova koristi najviše $\delta^*(G)+1$ boja. Primetimo da je nalaženje gore objašnjenog redosleda (a time i degeneracije grafa) lak problem. Dovoljno je da redom uzimamo čvor v_i sa najmanjim stepenom u grafu, uklonimo ga iz grafa, uklonimo grane tog čvora sa ostalim čvorovima i stavimo ga na početak redosleda prethodno uklonjenih čvorova [1]. Iscrpna bibliografija o problemu bojenja grafa je dostupna na [2].

3. SIMBOLIČKA PROVERA MODELA

Modeli tranzicionih sistema koji se javljaju u industrijskoj praksi (npr. digitalni hardver) u današnje vreme mogu biti izuzetno veliki - reda nekoliko stotina miliona logičkih kapija ili flip-flopova. Broj mogućih stanja ovakvih sistema je još veći, tj. eksponencijalne veličine u funkciji broja elemenata kombinacionog ili sekvencijalnog digitalnog kola. Zbog toga eksplicitna (iscrpna) provera modela (generisanje svih test vektora) praktično ne dolazi u obzir, već se koriste napredne tehnike *funkcionalne* (dinamičke) verifikacije, kao i *formalne* (statičke) verifikacije, čiji je jedan od najrasprostranjenijih vidova tzv. *simbolička provera modela*. Algoritmi za proveru modela koji rade sa simboličkim formatima nazivaju se simboličke tehnike provere modela [3, 4].

3.1. Formalna verifikacija

Formalna verifikacija (skr. FV), je proces koji koristi sofisticirane algoritme da dokaže da se dizajn ponaša u skladu sa specificiranim osobinama. Željeno ponašanje nije izraženo preko tradicionalnih „testbench“ vektora, već se koristi skup *tvrdnji* o *svojstvima* dizajna. U formalnoj verifikaciji, svojstvo (eng. *property*) je osnovna jedinica izražavanja. Svojstva su formalizovani izrazi koji zahtevaju da se signali unutar sistema ponašaju tokom vremena rada na određen način. Izraženi su pomoću *jezika za opis svojstava* (eng. *Hardware Verification Languages*, kratko HVLs), kao što su PSL, SVA, ili pomoću standardizovanih svojstava iz biblioteka osobina, kao što su OVL i IAL. Svojstva mogu da izraze željeno *ponašanje dizajna* koji se testira, ili mogu da izraze *ponašanje sredine* u koju je dizajn ugnježđen (eng. *embedded*). Svojstva koja izražavaju željeno ponašanje „dizajna pod testom“ (eng. *Design Under Test*, skr. DUT) se nazivaju *tvrdnje* (eng. *assertions*), a svojstva koja izražavaju ponašanje okoline se nazivaju *ograničenja* (eng. *constraints*). Termin ograničenja se koristi budući da prisustvo ovih svojstava ograničava alat za formalnu verifikaciju da generiše samo one ulazne sekvence koje zadovoljavaju dato ograničenje.

3.2. Incisive Formal Verifier-IFV

Incisive Formal Verifier® je Cadence-ov vodeći industrijski alat za formalnu verifikaciju. IFV podržava sledeće HDL-ove: 1. Verilog (IEEE 1364-1995, IEEE 1364-

2001), 2. SystemVerilog (IEEE 1800) i 3. VHDL (IEEE 1076-1987, IEEE 1076-1993).

Svojstva se mogu napisati u sledećim jezicima namenjenim za pisanje tvrdnji (eng. *assertion language*):

1. Property Specification Language (PSL),
2. SystemVerilog Assertions (SVA), kao i korišćenjem standardizovanih biblioteka namenjenim za pisanje tvrdnji, poput
3. Open Verification Library (OVL) i
4. Incisive Assertion Library (IAL). Za detaljnija uputstva o korišćenju ovog alata pogledati [5].

Postoje tri glavne klase svojstava:

1. Bezbedonosna (eng. *safety*) svojstva,
2. Svojstva živosti (eng. *liveness*) i
3. Egzistencijalna svojstva (eng. *existential*).

Svojstva korišćena u ovom radu su bezbedonosna. Za ovakva svojstva u IFV-u ishod dokazivanja može da bude *Pass*, *Fail* ili *Explored*. Značenje ishoda *Pass* je da je tvrdnja zadovoljena pod datim ograničenjima, i da nema sekvence stanja koja bi prekršila tvrdnju. Ukoliko je ishod *Fail*, tvrdnja nije zadovoljena pod datim ograničenjima i pronađen je kontraprimer. Ishod *Explored* pokazuje da za dato vreme i veličinu memorije, IFV nije našao kontraprimer, ali nije ni istražio ceo prostor stanja dizajna.

3.3. Opcije IFV rešavača

Opcije IFV-a korišćene u ovom radu su: 1. biranje rešavača (eng. *engine*), i 2. dozvoljeno vreme verifikacije (eng. *effort*). Ove opcije se podešavaju *define* komandom, tako što se definiše vreme rada IFV-a na 10 sekundi (*define effort low*), 1 minut (*define effort mid*), 5 minuta (*define effort high*) ili proizvoljno vreme definisano od strane korisnika (npr. 24h), za ispitivanje „teških“ tvrdnji.

Ispitivanje tačnosti tvrdnji specificiranih u IFV-u se vrši tako što alat automatski kreira Bulove formule, čija se zadovoljivost ispita. U te svrhe se kreira tzv. ROBDD (redukovani uređen Bulov dijagram odlučivanja), ili se Bulova formula rešava pomoću tzv. SAT-rešavača. Cadence IFV verzija 12.10-s005 ima 14 različitih rešavača koji se podešavaju sa *define engine*: 1. *Axe*(= *Axe1*), 2. *Axe2*, 3. *Bow* (= *Bow1*), 4. *Bow2*, 5. *Bow3*, 6. *Dagger*, 7. *Hammer*(= *Hammer1*), 8. *Saber*, 9. *Spear*(= *Spear1*), 10. *Spear2*, 11. *Sword*(= *Sword1*), 12. *Sword2*, 13. *Sword3*, 14. *Sword4*

4. BOJENJE ČVOROVA GRAFA POMOĆU FORMALNE VERIFIKACIJE

Problemu bojenja grafa pomoću formalne verifikacije se može pristupiti na više načina, u zavisnosti od toga kako je instanca grafa predstavljena u hardveru, u kojoj logici se piše upit i kako se vrši ispitivanje da li je graf prihvatljivo obojen. Da bi proverili da li je graf prihvatljivo obojen treba da proverimo dva uslova:

1. Da li je svaki čvor obojen? Ovaj uslov se može omogućiti prilikom kreiranja modela tako što ćemo svaki čvor predstaviti kao promenljivu koja uzima vrednost od 0 do $k-1$, gde je k broj boja sa kojim želimo da obojimo graf.
2. Da li su svaka dva susedna čvora obojena različitim bojama? Ovaj uslov ćemo opisati pomoću upita.

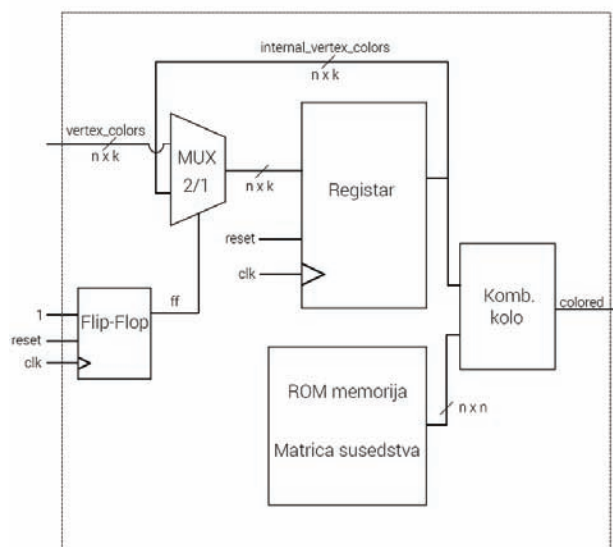
Instance problema k -bojivosti grafa su u ovom radu modelovane u hardveru na dva načina, u čijoj su osnovi a) konačni automati i b) kombinaciona (Bulova) kola. Drugi pristup je detaljno razmatran i testiran u radu.

4.1. Realizacija pomoću Bulovog kola

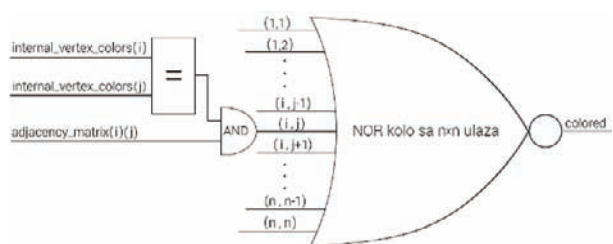
Dati graf G , kao instanca problema k -bojenja grafa, je implementiran u hardveru u vidu “look-up” tabele (ROM memorije). Vrednosti iz te tabele utiču na izlaz Bulovog kola, koje je kaskadno vezano na ROM memoriju. Ova ideja je najdetaljnije razmotrena i testirana u radu. Napravljene su dve reprezentacije ove ideje, tj. dva različita načina prikazivanja grafa u VHDL-u:

Reprezentacija 4.1. comb - ova varijacija za boju čvora (ulaz) ima vektor bita (*std_logic_vector*) dužine $\lceil \log_2 k \rceil$, gde je k broj boja sa kojima bojimo graf. Zbog toga se moraju napisati ograničenja za vrednosti koje ovaj bit-vektor može da uzme u PSL-u. Takođe, da se bojenje ne bi menjalo na svaki takt, koristi se ograničenje u PSL-u.

Reprezentacija 4.2. comb2 - ova varijacija za boju čvora ima ceo broj (integer) u opsegu od 0 do $k-1$. Iz tog razloga nisu potrebna nikakva ograničenja za moguće boje čvorova u PSL-u. Da se bojenje ne bi menjalo svaki takt, koristi se flip-flop. Tokom resetovanja, ovaj flip-flop omogućuje da se ulazni vektor, koji predstavlja kompletno bojenje grafa, upiše u registar, dok će tokom ostalih taktova registar ostati nepromenjen. Na slici 1 je prikazan comb2 način prikazivanja grafa, a na slici 2 je data blok šema kombinacionog kola sa slike 1.



SLIKA 1: blok šema VHD modula za comb2 način predstavljanja grafa



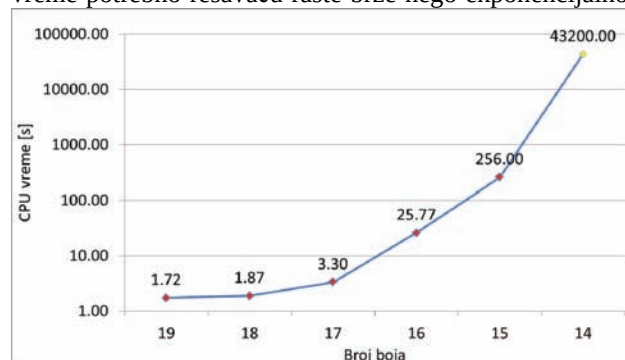
SLIKA 2: blok šema VHD modula za comb2 način predstavljanja grafa

4.2. Rezultati testiranja

Specifikacije računara i softvera korišćenog u ovom radu su: 1. procesor Intel i5-2500 CPU 3.30GHz, 2. keš memorija 6144kB, 3. RAM memorija 4GB DDR3 666MHz, 4. operativni sistem CentOS 5.9 Final, 5. verzija kernela Linux 2.6.18-348.el5PAE, 6. Cadence IFV verzija 12.10-s005.

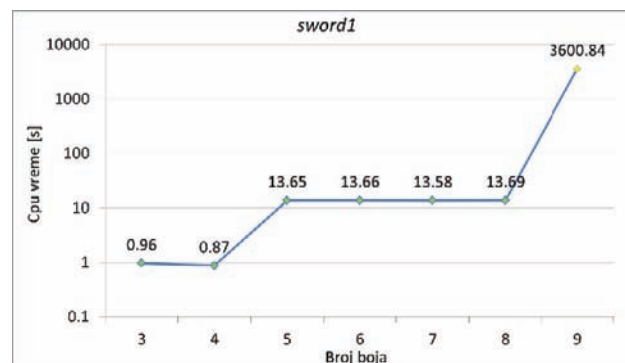
Detaljno su testirani *huck.col* (broj čvorova $|V|=74$; broj grana $|E|=301$; hromatski broj $\chi=11$) i *queen8_8.col* ($|V|=64$; $|E|=728$; $\chi=9$) grafovi, instance dostupne na sajtu iz [6] sa raznim opcijama IFV-a putem *comb* i *comb2* arhitekture. Sva testiranja su izvršena zasebno, kako bi merenje CPU vremena i memorije bilo što preciznije. Reprezentacije *comb* i *comb2* daju podjednake rezultate. Dobijena vremena su u rangu vremena iz rada [7] u kojem se koriste “state-of-the-art” SAT rešavači.

Na slici 3 su prikazana vremena potrebna *dagger* rešavaču da oboji nasumično generisan graf sa 100 čvorova. Vidimo da, kako se približavamo hromatskom broju, vreme potrebno rešavaču raste brže nego ekponencijalno.



SLIKA 3: Vreme potrebno dagger IFV rešavaču da reši nasumično generisani graf sa 100 čvorova u zavisnosti od broja boja

Na slici 4 su prikazana vremena potrebna *sword1* rešavaču da dokaže da je nasumično generisan graf sa 100 čvorova (ne)bojiv sa datim brojem boja. Rešavači koji su odabrani za grafike najbolje oslikavaju ukupne rezultate. Vidimo da je do određenog broja boja rešavačima lako da dokažu da je graf nebojiv. Takođe primetimo da je rešavačima podjednako teško da dokažu da je graf nebojiv za neke susedne brojeve boja.



SLIKA 4: Vreme potrebno sword1 IFV rešavaču da dokaže da je nasumično generisani graf sa 100 čvorova nebojiv u zavisnosti od broja boja

Na osnovu analize dobijenih rezultata, formulisan je algoritam za rešavanje konstruktivne verzije problema k -obojsivosti, čiji je pseudo-kod dat niže:

Ulaz: graf G , rešavač $eng1$ za traženje prihvatljivog bojenja, vreme $t1$ za traženje prihvatljivog bojenja, rešavač $eng2$ za dokazivanje neobojsivosti, vreme $t2$ za dokazivanje neobojsivosti

Izlaz: celi brojevi a , b za koje važi $a \leq x \leq b$ i prihvatljivo bojenje $ColoredGraph$ sa b boja

```
graph_degeneracy = find_degeneracy(G);
k = graph_degeneracy;
while(rezultat != Explored){
    [rezultat,coloredGraph]=k_IFV_bojenje(G,eng1,t1);
    if(rezultat == Fail){
        k--;
    }else if(rezultat == Pass){
        a=k;
        b=k;
        return [a,b,ColoredGraph];
    }
}
b=k;
k=1;
while(rezultat != Explored){
    [rezultat,coloredGraph]=k_IFV_bojenje(G,eng2,t2);
    if(rezultat == Fail){
        a=k;
        b=k;
        return [a,b,ColoredGraph];
    }else if(rezultat == Pass){
        k--;
    }
}
a=k;
return [a,b,ColoredGraph];
```

U gornjem algoritmu, procedura $k_IFV_bojenje(graf\ G, engine, effort)$ se obavlja pomoću formalne verifikacije, u našem slučaju u Cadence IFV alatu. Prvo bojenje je sa δ^* boja. Za određivanje degenerativnosti grafa koristili smo algoritam iz [1].

Bojenje grafa G sa k boja pomoću formalne verifikacije (procedura $k_IFV_bojenje$) se sastoji iz tri koraka: 1. na osnovu grafa G , konstruisati model (VHDL) i LTL (PSL) upit opisane u 5.1, 2. pustiti formalni verifikator da proverí za ograničeno vreme da li je upit zadovoljen (*Pass*), nezadovoljen (*Fail*) ili nije istražen ceo prostor stanja (*Explored*), i 3. očitati rezultate formalnog verifikatora iz log fajlova i vratiti ih programu koji izvršava gore pomenuti algoritam.

Za rešavač $eng1$ odabrali smo rešavač koji je dobar za generisanje kontraprimera (SAT rešavač). Za rešavač $eng2$ odabrali smo rešavač sposoban da generiše *Pass* rezultat (UNSAT rešavač). Vreme $t2$ treba da je mnogo manje od $t1$, zato što je rešavaču $eng1$ dovoljno da nađe jedan kontraprimer da bi uspešno završio (sa *Fail* statusom), pa je isplativije prilaziti hromatskom broju sa gornje strane.

5. ZAKLJUČAK

U radu su razmatrani NP-teški optimizacioni problemi, u svojoj konstruktivnoj verziji: MINIMUM k -BOJENJE ČVOROVA GRAFA i MAKSIMUM NEZAVISNI ČVORVI GRAFA. Pristup rešavanju problema je baziran na logičkoj definiciji klase kompleksnosti NP, vezi između deskriptivne kompleksnosti i simboličke provere modela, kao i temporalnim logikama LTL, CTL i jeziku PSL. Instance grafovskog problema MINIMUM k -BOJENJE ČVOROVA GRAFA su generički modelovane u digitalnom hardveru, a zatim su rešene korišćenjem softverskog alata za formalnu verifikaciju hardvera, Cadence IFV, nalaženjem svedoka-kontraprimera. Za specifikaciju osobina i rešenja razmatranih problema je korišćen jezik PSL.

6. LITERATURA

- [1] David W Matula and Leland L Beck. "Smallest-last ordering and clustering and graph coloring algorithms". In: Journal of the ACM (JACM) 30.3 (1983), pp. 417–427
- [2] Marco Chiarandini and Stefano Gualandi. Bibliography on Graph-Vertex Coloring. URL:<http://www.imada.sdu.dk/~marco/gcp/> [Online; poslednji put pristupljeno 10.2.2016].
- [3] Kenneth L McMillan. Symbolic model checking. Springer, 1993.
- [4] Jerry R Burch et al. "Symbolic model checking: 10 20 states and beyond". In: Logic in Computer Science, 1990. LICS'90, Proceedings., Fifth Annual IEEE Symposium on e. IEEE. 1990, pp. 428–439.
- [5] Formal Verifier User Guide. Cadence, 2011.
- [6] Michael Trick. "Network resources for coloring a graph". URL:[http://mat.gsia.cmu.edu/COLOR03/\(1994\)](http://mat.gsia.cmu.edu/COLOR03/(1994)). [Online; poslednji put pristupljeno 14.1.2016].
- [7] Stefan Kugele. "Efficient solving of combinatorial problems using SAT-solvers". PhD thesis, Technische Universität München, 2006.

Kratka biografija:



Milenko Maričić rođen je u Gračacu 1990. god. Bachelorski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Algoritmi i embeded sistemi odbranio je 2013.god.

**SISTEM ZA KOOPERATIVNO REŠAVANJE SLOŽENIH ZDRAVSTVENIH SLUČAJEVA
SYSTEM FOR COOPERATIVE SOLVING OF COMPLEX HEALTH CASES**

Aleksandar Najdenov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je data specifikacija i implementiran je prototip softverske aplikacije koja omogućuje saradnju različitih učesnika (pacijenata, medicinskih stručnjaka i drugih pojedinaca) sa ciljem da pomognu u rešavanju prijavljenih zdravstvenih problema pojedinaca. Za delimičnu automatizaciju rešavanja medicinskog problema koristi se CBR metodologija a za implementaciju prototipa softvera platforma jCOLIBRI. Omogućena je interoperabilnost podataka o dijagnozama na bazi međunarodnog klasifikacionog standarda ICD-10.

Abstract – This paper brings the specification and prototype software implementation of the system that enables cooperation of diverse participants (patients, medical experts and others) aimed at assisting to achieve a solution to submitted individuals' health problems. The CBR methodology is used for partial automation of the medical problem solution process, while the software prototype is implemented using the framework jCOLIBRI. Interoperability of data on diagnoses is enabled by means of international classification standard ICD-10.

Ključne reči: zdravstvo, saradnja, softver, CBR metodologija, ICD-10 standard

1. UVOD

Rešavanje složenih medicinskih slučajeva po pravilu zahteva saradnju više medicinskih eksperata, kako u fazi postavljanja dijagnoze, tako i u fazi lečenja. Pored toga, veliki broj pacijenata prikuplja informacije iz različitih izvora i međusobno razmenjuje iskustva sa ciljem da što kvalitetnije i što brže reše svoj zdravstveni problem. Razvoj Interneta i, posebno, Veb baziranih sistema, zajedno sa napred navedenim, rezultovao je pojavom Veb baziranih sistema koji objedinjuju vrlo raznorodne korisnike (zdravstvene radnike, pacijente i ostale) sa zajedničkim ciljem rešavanja i unapređenja načina posmatranja medicinskih problema.

Sa ciljem da se spoznaju osnovne funkcionalne i nefunkcionalne karakteristike ovih sistema, analizirana su tri sistema iz ove grupe: *CrowdMed* [1], *PatientsLikeMe* [2] i *Sermo* [3]. Prva dva podržavaju umrežavanje raznorodnih učesnika, dok poslednji predstavlja infrastrukturu za umrežavanje medicinskih profesionalaca.

Zajedničko za sva tri sistema je to što se poštuje princip anonimnosti a različitost je, pre svega, u ciljnim grupama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Zora Konjović, red.prof.

CrowdMed omogućuje postavljanje i rešavanje nerešenih medicinskih slučajeva, *Sermo* takođe podržava ovu funkcionalnost, sa razlikom da ovde u komunikaciji učestvuju iskućivo medicinski stručnjaci. Oba ova sistema odlikuju se statičnošću, odnosno ne omogućuju dovoljno fino praćenje razvoja obolenja. *PatientsLikeMe* predstavlja rešenje najbliže operativnom radu sa pacijentima i ima potencijal da značajno smanji potrebu fizičkog kontakta lekara i pacijenta.

ICD-10-CM/PCS standard predstavlja desetu reviziju medicinske klasifikacije bolesti, simptoma, povreda i uzročnika [4]. Svetska zdravstvena organizacija bavi se njegovim održavanjem. Primenjeni su jedinstveni kodovi za oznake zdravstvenih problema, predstavljeni slovima alfabeta i brojevima. Sadrži više od 14400 kodova i može biti proširena do 16000 kodova primenom standardizovanih metoda subklasifikacije. ICD-10-CM/PCS sastoji se iz dva dela: ICD-10-CM za kodiranje dijagnoza i ICD-10-PCS kodiranje procedura u bolničkim uslovima. Za ovaj rad je od interesa deo ICD-10-CM (u nastavku ćemo njega referisati sa ICD-10), jer je on iskorišćen da obezbedi interoperabilnost podataka o dijagnozama.

Rasudivanje bazirano na slučaju (engl. *Case-based reasoning* - CBR) je jedna od podoblasti veštačke inteligencije. U sebi objedinjuje elemente disciplina kao što su kognitivna nauka, mašinsko učenje i sistemi zasnovani na znanju. CBR sistemi predstavljaju kolekcije odabranih i sačuvanih elemenata zvanih slučajevi koji su rezultat prethodnog iskustva. Nove probleme prvenstveno rešavaju razmatranjem rešenja slučajeva iz baze slučajeva. Za ovu namenu odabiraju se jedan ili više sličnih slučajeva. Proces selekcije zasniva se na osnovnoj pretpostavci CBR sistema da slični problemi imaju slična rešenja. CBR model sastoji se iz dva dela [5].

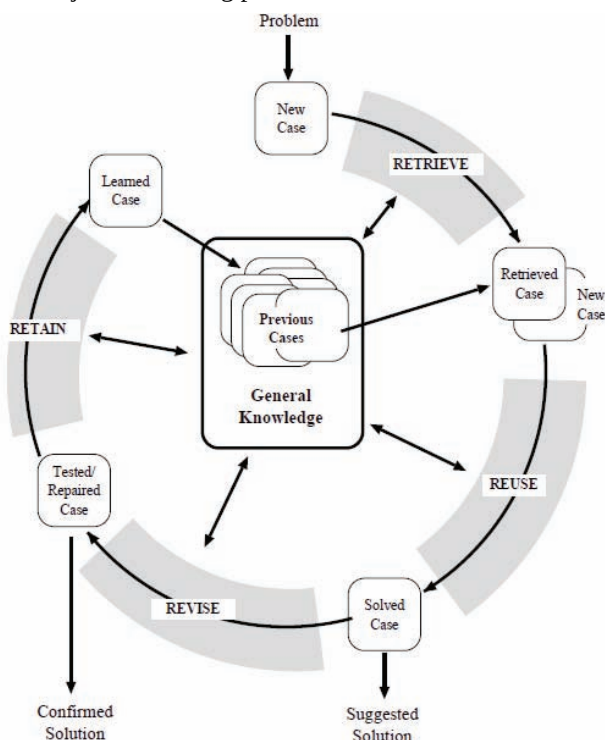
Prvi deo CBR modela je jednostavan procesni model nazvan CBR ciklus čiji su osnovni oblik (postoje i modifikacije prilagođene specifičnim zadacima) predložili Aamodt i Plaza [6] a prikazan je na slici 1. CBR ciklus ima četiri sekvencijalna koraka organizovana oko znanja (knowledge) CBR sistema. Započinje rešavanjem novog problema (novi slučaj, upit). Prvo se u fazi nalaženja (*Retrieve*), selektuje jedan ili više sličnih (po problemu) slučajeva iz baze slučajeva. U fazi ponovnog korišćenja (*Reuse*) rešenja sadržana u selektovanim slučajevima se, ukoliko je to potrebno (a najčešće jeste), prilagođavaju problemu u upitu. U fazi revizije (*Revise*), prilagođeno rešenje se proverava u realnom svetu i sa određenom verovatnoćom dalje koriguje ili unapređuje, na primer od strane domenskog eksperta.

Faza memorisanja (*Retain*) preuzima povratnu informaciju iz faze revizije i ažurira znanje, tj. bazu slučajeva.

Drugi deo je model znanja koji je predložio Michael M. Richter a koji je opisan i u [7]. Ovaj model predstavlja znanje u CBR sistemu putem kontejnera koji omogućuje uspešnu implementaciju sistema i oslonjen je na pretpostavku da je CBR sistem baziran na znanju.

Sistemi bazirani na znanju su klasa inteligentnih sistema koji imaju bazu znanja kao nezavisan modul.

Znanje u CBR sistemu je različito i organizovano je u četiri glavna kontejnera: *rečnik*, *znanje o sličnosti*, *baza slučajeva* i *znanje o adaptaciji*. U radu je CBR pristup iskorišćen za delimičnu automatizaciju postupka rešavanja medicinskog problema



Slika 1. Procesni model CBR sistema

jCOLIBRI [7] je platforma za izgradnju i generisanje CBR sistema. Platforma ima dve osnovne namene. Prva je da omogući programiranje CBR aplikacije, a druga je da pruži podršku za dizajn sistema koji se oslanjaju na CBR. Zbog toga jCOLIBRI definiše arhitekturu od dva sloja, svaki orijentisan ka jednom od ova dva tipa zadataka. Elementi arhitekture su *baza slučajeva*, *izvori podataka* i *konektori*. jCOLIBRI problem upravljanja bazom slučajeva rešava podelom na dva dela: mehanizme perzistencije putem konektora i memorijsku organizaciju.

Konektori su apstraktni mehanizam za preuzimanje slučajeva iz različitih izvora. Obezbeđeni su različiti konektori i strukture podataka za organizaciju slučajeva u memoriji.

Slučajevi se mogu predstaviti preko vrednosti atributa, kao tekstualni slučajevi, ili kao složeni hijerarhijski slučajevi-strukture gde su atributi međusobno povezani. Zavisno od strukture slučajeva različite funkcije sličnosti se koriste za poređenje atributa slučajeva.

CBR aplikacija ima sekvencu zadataka koji moraju biti rešeni (preprocesiranje podataka, Retrieve, Reuse, Revise, Retain, računanje sličnosti). Za svaki zadatak, CBR dizajner konfiguriše metodu za rešavanje.

jCOLIBRI ima biblioteku metoda i dozvoljava dodavanje novih metoda. Pomoćne funkcije nude podršku za razvoj novih metoda i funkcija sličnosti.

jCOLIBRI ima i alate koji omogućuju kreiranje aplikacije definisanjem sledećih elemenata: struktura slučajeva, konfiguracija konektora i struktura zadataka.

Konfiguracioni podaci čuvaju se u XML fajlovima i služe za pristup jezgri platforme radi izvršenja CBR aplikacija. Jezgro predstavlja jCOLIBRI arhitektura i generator aplikacije.

jCOLIBRI podržava desktop aplikacije i veb interfejs preko Tomcat servera.

Detaljniji opis platforme dat je u master radu [8].

2. SPECIFIKACIJA SISTEM ZA KOOPERATIVNO REŠAVANJE SLOŽENIH ZDRAVSTVENIH SLUČAJEVA

Sistem treba da omogući kooperativni režim rada, gde će pacijenti moći da postavе slučaj i da označe predloge koji su im pomogli, a medicinski stručnjaci će imati mogućnost da pronađu slučaj iz svoje oblasti i daju mišljenje o načinu rešavanja slučaja.

2.1. Funkcionalni zahtevi

Sistem treba da obezbedi sledeće funkcije: *Registracija pacijenta*, *Registracija medicinskog stručnjaka*, *Prijava korisnika*, *Odjava korisnika*, *Pretraga slučajeva*, *Prikaz slučaja*, *Upis slučaja*, *Izmena slučaja*, *Davanje mišljenja o dijagnozi i načinu lečenja*, *Slanje poruka*.

U master radu [8] funkcionalni zahtevi su detaljno verbalno opisani.

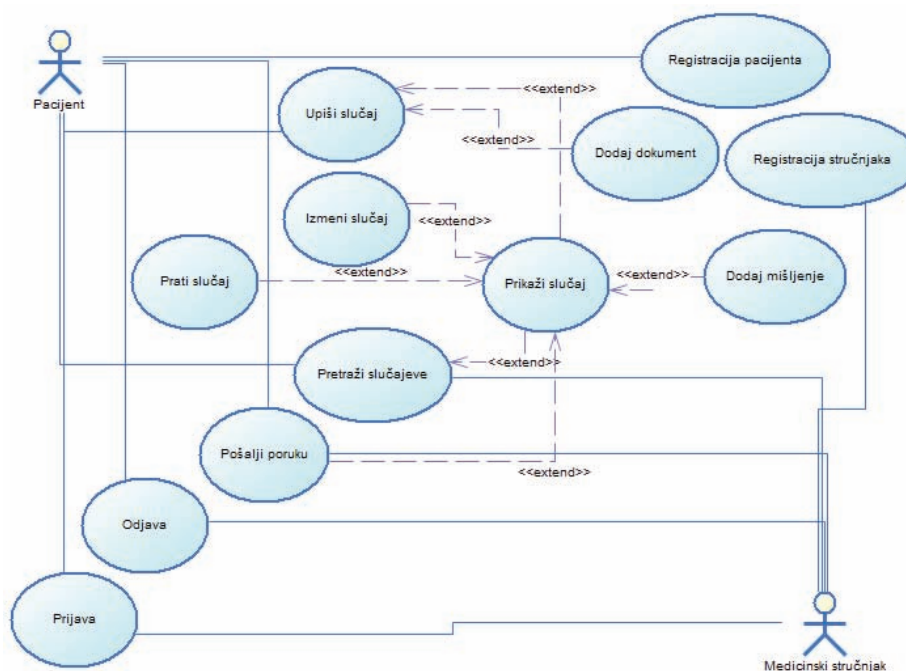
2.2. Nefunkcionalni zahtevi

Nefunkcionalni zahtevi obuhvataju bezbednost podataka i performanse sistema. Ovde se bezbednost podataka pre svega odnosi na privatnost, odnosno pravo na anonimnost. Performanse sistema odnose se, pre svega, na zadovoljavajući odziv u definisanim uslovima (broj istovremenih korisnika).

2.3. Dijagram slučajeva korišćenja

Na osnovu funkcionalnih zahteva kreiran je dijagram slučajeva korišćenja prikazan na slici 2 koji opisuje šta sistem treba da radi, prikazuje aktere, slučajeve i veze između njih.

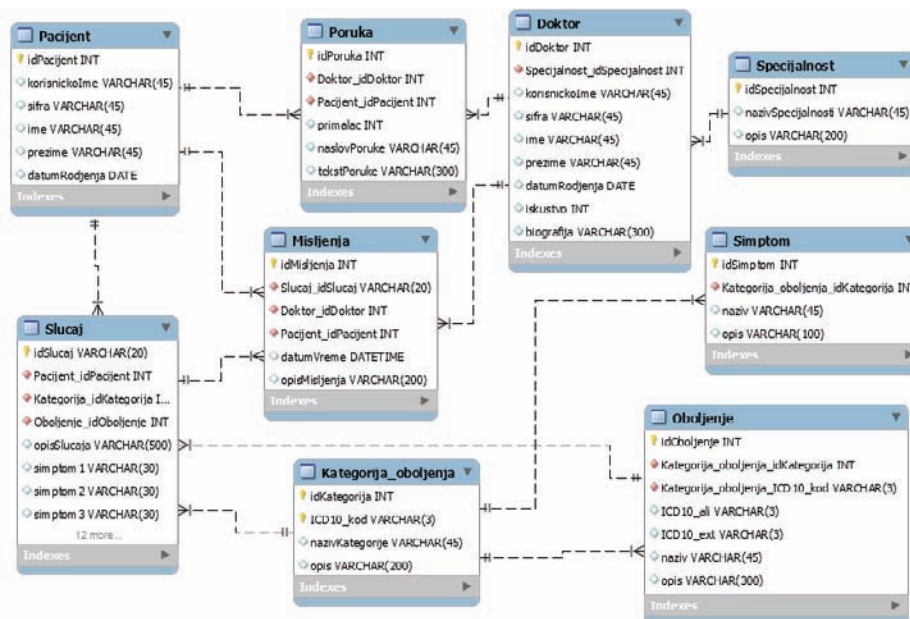
Identifikovana su dva aktera, *Pacijent* i *Lekar*. Slučajevi korišćenja na dijagramu odgovaraju funkcionalnostima koje su nabrojane u odeljku 2.1.



Slika 2. Dijagram slučajeve korišćenja

2.3. Model podataka

Model podataka u ER notaciji prikazan je na slici 3.



Slika 3. Model podataka

Entitet *Pacijent* sadrži lične podatke o pacijentu i podatke o korisniku sistema koji odgovara tom pacijentu. Entitet *Slučaj* sadrži podatke koji odgovaraju slučaju u CBR sistemu. Entitet *Poruka* sadrži poruku koja se razmenjuje između korisnika sistema (na primer, lekara i pacijenta). Entitet *Misljenje* sadrži mišljenje o slučaju (mišljenje mogu da kreiraju korisnici sistema, na primer lekari). Entitet *Doktor* sadrži podatke o korisniku koji će kreirati mišljenje (na primer, lekar). Entiteti *Specijalnost* i *Kategorija_oboljenja* su šifarnici, pri čemu se za kodiranje entiteta *Kategorija_oboljenja* koristi standard ICD-10-CM. Entitet *Simptom* sadrži podatke o simptomu koji se javlja kod određene kategorije oboljenja, sadrži naziv simptoma i opis simptoma u formi slobodnog teksta.

3. IMPLEMENTACIJA SOFTVERA

U ovom odeljku opisana je implementacija dela funkcionalnosti specificiranog softverskog sistema.

Implementirane su funkcionalnosti obuhvaćene sledećim slučajevima korišćenja:

Pretraži_Slučajeve,

Upisi_Slučaj,

Izmeni_Slučaj, i

Prikaži_Slučaj.

Implementirana je desktop aplikacija u programskom jeziku Java. Za implementaciju je korišćena platforma

jCOLIBRI, odnosno primenjen je pristup koji koristi CBR metodologiju za rešavanje složenih medicinskih problema.

3.1. Implementacija softvera korišćenjem platforme jCOLIBRI

Softver je implementiran pomoću platforme jCOLIBRI pokretanjem ciklusa gde su izlistani slučajevi, a na osnovu odabira simptoma sistem pronalazi slučajeve najbližnje upitu. Korisnik može da odabere neki od slučajeva, izmeni podatke i sačuva slučaj kao novi. Kada korisnik odabere opciju da ponovi ciklus, sačuvani slučaj će se naći u novoj pretrazi.

CBR aplikacija implementirana pomoću platforme jCOLIBRI u glavnoj klasi mora implementirati *StandardCBRAApplication* interfejs sa metodama *public void configure()*, *public CBRCBase precycle()*, *public void cycle(CBRQuery query)* i *public void postCycle()*.

Metoda *configure()* služi za konfigurisanje baze slučajeva u memoriji i konektora na bazu podataka u kojoj su perzistirani slučajevi. Sistem komunicira sa bazom podataka primenom Hibernate tehnologije. Slučajevi u okviru platforme jCOLIBRI definišu se kao *Java Beans* komponente koje Hibernate koristi za čuvanje u bazi podataka. *Java Beans* klasa implementira interfejs *CaseComponent*.

Fajl *hibernate.cfg.xml* sadrži opis načina pristupa Hibernate-a bazi podataka, a poseban xml fajl opisuje mapiranje *Java Beans* klasa sa tabelama baze podataka. Platforma jCOLIBRI ima tip podataka *CBRCBase* pa je za potrebe implementacije kreiran objekat tipa *CBRCBase* koji preuzima kolekciju slučajeva iz baze podataka. Baza slučajeva definisana je kao objekat klase *LinealCaseBase()*, što znači da preuzete slučajeve iz baze podataka čuva u listi. Konektorima platforme preuzimaju se slučajevi iz baze podataka. Konektor baze podataka definisan je klasom *DatabaseConnector* a fajl *databaseconfig.xml* sadrži podešavanja parametara konektora. Implementirani CBR sistem koristi MySQL bazu podataka.

U metodi *CBRCBase precycle()* inicijalizuje se CBR aplikacija učitavanjem baze slučajeva iz baze podataka preko konektora.

U metodi *cycle(CBRQuery query)* upit se poredi sa slučajem. *CBRCBase* klasa, koja preuzima upit za pretragu i prosleđuje ga kao parametar *cycle(CBRQuery query)* metodi glavne klase aplikacije, takođe implementira *CaseComponent* interfejs. Za definisanje sličnosti se koristi *NNConfig* klasa. Poziva se metoda *evaluateSimilarity* klase *NNScoringMethod* koja, na osnovu baze slučajeva, upita i načina poređenja, čuva slučajeve u listi, sortirane po sličnosti sa upitom. U metodi *cycle(CBRQuery query)* slučajevi se posle revizije preuzimaju i sačuvavaju se u bazi slučajeva metodom *learnCases* (Hibernate interno sačuvava slučaj u bazi podataka).

Metoda *postCycle()* zatvara konektor baze podataka i služi za izvršavanje akcija nakon CBR ciklusa.

4. ZAKLJUČAK

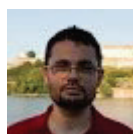
U radu su specificirani zahtevi sistema za umrežavanje raznorodnih učesnika u rešavanju složenih zdravstvenih problema i implementiran je prototip softverskog rešenja koji podržava odabrani podskup funkcionalnosti. Prototip je implementiran kao desktop aplikacija u programskom jeziku Java, a jezgro sistema (mekanizam za rešavanje zdravstvenih problema oslonjen na CBR pristup) implementirano je korišćenjem platforme jCOLIBRI. Interoperabilnost podataka o dijagnozama obezbeđena je korišćenjem međunarodnog klasifikacionog standarda ICD-10.

Dalji rad na unapređenju predloženog sistema trebao bi da ide u tri pravca. Prvi je da se opis slučaja, koji je u ovom radu nestrukturirani tekst, transformiše ili dopuni struktuiranom reprezentacijom i da se u njega uključe i drugi tipovi podataka koji sadrže informacije relevantne za rešavanje složenih medicinskih problema (na primer, različite vrste medicinskih snimaka). Drugi je da se sistem proširi bazom znanja koja obuhvata opšte važeća medicinska znanja reprezentovana u mašinski čitljivom obliku, na primer u obliku ontologija. Treći, koji je čisto tehničke prirode, je da se umesto desktop aplikacije implementira Veb aplikacija.

5. LITERATURA

- [1] CrowdMed [Internet]. San Francisco: Wikimedia Foundation, Inc. 2015 [ažurirano 23 maja 2015; citirano 4. januara 2016]. Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/CrowdMed>
- [2] PatientsLikeMe [Internet]. San Francisco: Wikimedia Foundation, Inc. 2008 [ažurirano 23 avgusta 2015; citirano 4. januara 2016]. Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/PatientsLikeMe>
- [3] SERMO [Internet]. San Francisco: Wikimedia Foundation, Inc. 2007 [ažurirano 9. novembra 2015; citirano 4. januara 2016]. Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sermo>
- [4] ICD-10 [Internet]. San Francisco: Wikimedia Foundation, Inc. 2002 [ažurirano 28. decembra 2015; citirano 4. januara 2016]. Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/ICD-10>
- [5] M. M Richter, R.O. Weber, "Case-Based Reasoning". Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2013.
- [6] A. Aamodt, E.Plaza, "Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches". *AI Communications*, Vol. 7 (1), pp. 39-59, 1994.
- [7] J. A. Recio García, "jCOLIBRI: A multi-level platform for building and generating CBR systems", PhD Thesis, Department of Software Engineering and Artificial Intelligence, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid, 2008.
- [8] A. Najdenov, "Sistem za kooperativno rešavanje složenih zdravstvenih slučajeva", Master rad, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Novi Sad, 2016.

Kratka biografija:



Aleksandar Najdenov rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke odbranio je 2016.godine.

**МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ ОПСТРУЈАВАЊА У ЗАТВОРЕНОМ
ПРОВОДНИКУ ПРИМЕНОМ ПОТЕНЦИЈАЛНОГ СТРУЈАЊА**
**MATHEMATICAL MODELING OF FLOW IN A CLOSED CONDUIT USING
POTENTIAL FLOW THEORY**

Ђорђе Јовановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај - Приликом истраживања ализирани су: домен примене, гранични услови, чињенице и ограничења која се постављају приликом моделирања применом потенцијалног струјања у инжењерској пракси.

Abstract – During the exploring we analyzed application domain, boundary conditions, facts and limitations appear when modeling using potential flow in engineering practice.

Кључне речи: Потенцијална теорија, експериментална мерења, грађевинарство.

1. УВОД

За потребе експерименталног дела овог рада, експериментална мерења извршена су уз помоћ Armfield F1-10 Hydraulics Bench уређаја. Циљ ових експерименталних мерења је одређивање потенцијалне грешке волуметријског мерења протока.

Предмет овог рада, такође обухвата експериментална мерења уз помоћ Armfield S16F1 Hydraulic flow demonstrator коришћењем три различита модела преграда у експерименталном каналу, као и случај без преграде.

У наредној етапи овог рада извршено је математичко креирање модела за све три врсте преграда, као и модел без преграде применом Microsoft Office Excel софтверског пакета. Потом је уз помоћ софтверског пакета Tecplot 360 2009 креиран приказ вектора брзина и струјних линија.

2. ВОЛУМЕТРИЈСКО МЕРЕЊЕ ПРОТОКА

Волуметријско мерење протока, базира се на третирању флуида који протиче кроз неки посматрани попречни пресек на основу мерења неког параметра.

2.1. Анализа резултата волуметријског мерења протока

Анализом резултата обухваћено је одређивање протока на бази измерених запремина, појединачно за свако усвојено репрезентативно време захватања, уз одређивање грешке мерења.

Анализом добијених вредности волуметријског мерења протока уочавају се три битне чињенице.

На првом месту је чињеница да се грешка мерења

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Љубомир Будински.

Повећава уколико се време захватања продужи, а са друге стране смањење грешке се добија и уколико се мери са мањим протоком. Задатком је било дефинисано да се ради са две различите вредности протока, па је као трећи закључак, који је уочен још током мерења, резултирао повећањем броја протока на четири. Разлог повећања огледа се у чињеници сагледавања шире слике прираста грешке са повећањем протока. У табели 1. приказани су средњи проценти грешке волуметријског мерења, појединачно за сва четири протока.

Табела 1. Средње вредности грешке волуметријског мерења протока

Q [lit/min]	$\Delta_{1,sr}$ [%]	$\Delta_{2,sr}$ [%]	$\Delta_{3,sr}$ [%]	$\Delta_{4,sr}$ [%]
80,00	11,00	9,00	8,75	7,10
60,80	11,51	8,95	7,24	5,73
40,00	10,00	6,88	4,10	2,68
20,00	11,90	8,00	4,83	2,14

Код свих протока за максимално време захватања усвојено је оно време за које ће запремина бити што ближа максималној вредности, а никако преко ње. Осим тога применом максималног репрезентативног времена захватања добија се и мања грешка волуметријског мерења протока, што и јесте циљ ове методе.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО МЕРЕЊЕ π -КОТЕ И УКУПНОГ ЕНЕРГЕТСКОГ ПОТЕНЦИЈАЛА

3.1. Увод

За потребе овог дела експерименталних мерења, коришћен је Armfield S16 Hydraulic flow demonstrator. Овом приликом оспособљен је експериментални канал за случај струјања у затвореном проводнику (струјање под притиском).

3.2. Приказ експерименталних мерења

Експериментална мерења π -коте и укупног енергетског потенцијала су рађена на више различитих модела прелива, а то су следећи: модел без прелива, модел са табластом препреком (оштроивични прелив), модел широког прага и модел са пет различитих висина подесивог дна.

Овде је битно напоменути да је код подесивог дна, почетна позиција на половини висине канала, а следеће су подизане за десетину висине. Укупна висина мерног канала је 150 mm, а ширина 77 mm. Коначне висине подесивог дна, појединачно износе: $h_1=7,5$ cm, $h_2=9,0$ cm, $h_3=10,5$ cm, $h_4=12,0$ cm и $h_5=13,5$ cm.

Осим експерименталних мерења са различитим моделима прелива, урађена су и мерења без прелива.

Након оспособљавања експерименталног канала и постављања жељеног прелива, као и у ситуацији без прелива измерене су π -коте и укупни енергетски потенцијали у три мерна пресека.

Због добијања боље слике распореда брзина по висини мерног пресека, број мерних тачака је девет код свих модела изузев табласте уставе, код које је четрнаест. Такође, важно је напоменути да су за све типове прелива, експериментална мерења поновљена за три различите вредности протока $Q_1=60$ l/min, $Q_2=75$ l/min и $Q_3=90$ l/min.

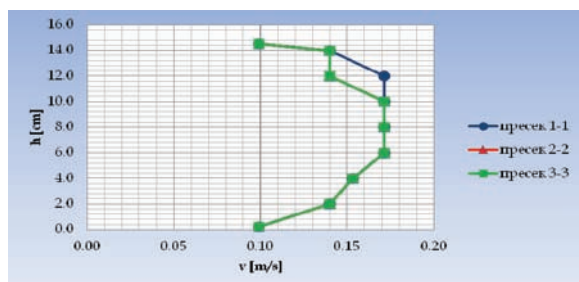
Битно је истаћи да најнижа могућа мерна тачка на којој је вршено мерење износи 0,2 cm, јер је експериментално мерење вршено у осовини Pito-Prandtl-ове цеви. Сходно овоме, највишња мерна тачка је на $h=14,5$ cm.

3.3. Анализа експерименталних мерења

На основу експерименталних мерења израчунате су брзине за сва три меродавна пресека у свим мерним тачкама.

3.3.1. Модел канала без прелива

Анализом експерименталних мерења код модела канала без прелива, уочава да распоред брзина, генерално гледано има параболичан облик. (Слика 5) Важно је напоменути да се брзине у свим мерним тачкама повећавају линеарно како се повећава проток.



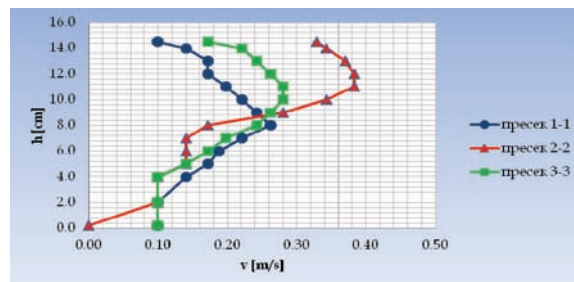
Слика 5. Дијаграм брзина код канала без прелива

3.3.2. Модел са табластом препреком (оштроивичним преливом)

Приликом анализе мерења за табласту препреку (оштроивични прелив), неопходно је приметити неколико битних чињеница. Дијаграм брзина на узводном пресеку 1-1, генерално има параболичан облик. У пресеку 2-2 на дијаграму брзина јасно је изражена висина прелива од $h=7,5$ cm.

Брзине на дубинама мањим од висине табласте препреке су до 0,15 m/s, а у средини друге половине висине имају два, два и по и три пута веће вредности, у зависности од волумена протока. У низводном профилу 3-3 максималне брзине се добијају на 3 cm изнад осовине, односно у мерној тачки са $h=11,0$ cm. висине.

Затим се може уочити да су брзине у пресеку 1-1, гледано за сва три протока, до половине висине веће од брзина у пресецима 2-2 и 3-3 у тачкама на истој мерној висини. Ово је директна последица препреке у каналу. На слици 6. приказани су дијаграми брзина

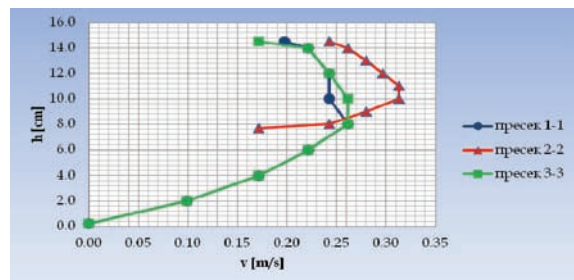


Слика 6. Дијаграм брзина код канала са табластом препреком

3.3.3. Модел широког прага заобљеног са низводне стране

Анализом експерименталних мерења уочава се да се тачке највећих брзина у пресецима 1-1 и 3-3 налазе на истим висинама. Овде је битно истаћи да је положај ових тачака на $h=8,0$ cm од дна, док се у пресеку 3-3 за сва три меродавна протока очитава максимална брзина и у меродавној тачки на $h=10,0$ cm. Вредности максималних брзина у пресецима 1-1 и 3-3 појединачно за сва три меродавна протока износе 0,19 m/s, 0,22 m/s и 0,26 m/s. У пресеку 2-2 максималне брзине очитане су у меродавној тачки са $h=11,0$ cm. Вредности максималних брзина у овј тачки износе 0,24 m/s, 0,28 m/s, односно 0,31 m/s појединачно за сва три меродавна протока.

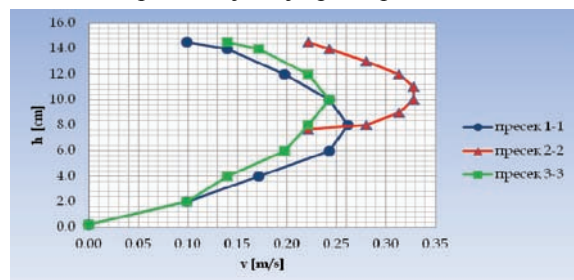
Дијаграм распореда брзина дат је на слици 7.



Слика 7. Дијаграм брзина код канала са широком прагом заобљеним са низводне стране

3.3.4. Модел широког прага заобљеног са узводне стране

На слици 8. приказан је дијаграм брзина.



Слика 8. Дијаграм брзина код канала са широком прагом заобљеним са узводне стране

Приликом анализе експерименталних мерења уочава се да у пресеку 1-1 максималне брзине се јављају у мерној тачки са $h=8,0$ cm и појединачно износе 0,22 m/s, 0,24 m/s и 0,26 m/s. У пресеку 2-2 максималне брзине се јављају у тачкама са $h=10,0$ cm и $h=11,0$ cm и појединачно износе 0,24 m/s, 0,28 m/s и 0,33 m/s, док у пресеку 3-3 оне износе 0,20 m/s, 0,22 m/s и 0,24 m/s.

3.3.4. Модел са подесивим дном

У наредим табелама приказане су максималне брзине у меродавним пресецима као и положај мерних тачака у зависности од протока.

Табела 3. Приказ максималних брзина и висине мерне тачке код протока од 60,0 lit/min

Висина подесивог дна у пресеку 2-2	пресек 1-1		пресек 2-2		пресек 3-3	
	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]
7,5 cm	6,00	0,2214	11,00	0,2426	10,00	0,1981
9,0 cm	6,00	0,2214	12,00	0,3132	10,00	0,1981
10,5 cm	6,00	0,2214	12,70	0,3961	12,00	0,3284
12,0 cm	10,00	0,2214	13,64	0,5689	14,00	0,5146
13,5 cm	10,00	0,2426	14,30	1,0480	14,00	0,7411

Битно је приметити да у пресеку 2-2 са повећањем висине подесивог дна, уочава се да положај максималне брзине остаје у осовини тока, у пресеку 3-3 на дијаграму брзина се јасно уочава утицај препреке.

Табела 4. Приказ максималних брзина и висине мерне тачке код протока од 60,0 lit/min

Висина подесивог дна у пресеку 2-2	пресек 1-1		пресек 2-2		пресек 3-3	
	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]
7,5 cm	8,00	0,2426	10,00	0,2801	10,00	0,2214
9,0 cm	8,00	0,2801	12,00	0,3571	12,00	0,2971
10,5 cm	8,00	0,2426	12,70	0,4645	12,00	0,3961
12,0 cm	10,00	0,2426	13,64	0,6569	14,00	0,6263
13,5 cm	10,00	0,2426	14,40	1,2759	14,00	0,9601

Сва запажања која су важила за проток од 60,0 lit/min, важе и код протока од 75,0 lit/min, односно 90,0 lit/min.

Табела 5. Приказ максималних брзина и висине мерне тачке код протока од 90,0 lit/min

Висина подесивог дна у пресеку 2-2	пресек 1-1		пресек 2-2		пресек 3-3	
	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]	Висина мерне тачке h [cm]	v_{max} [m/s]
7,5 cm	12,00	0,2971	11,00	0,3571	12,00	0,2971
9,0 cm	10,00	0,2620	12,75	0,4429	12,00	0,3835
10,5 cm	10,00	0,2426	12,15	0,5859	12,00	0,4951
12,0 cm	10,00	0,2801	13,64	0,8519	14,00	0,7542
13,5 cm	10,00	0,2214	14,30	1,4688	14,00	1,0480

4. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

У складу са претходним теоријским основама уз помоћ рачунара креирани су модели понашања експерименталног канала. Поштујући све граничне и геометријске карактеристике, како самог експерименталног канала, тако и прелива у њему. Провера понашања експерименталног канала врши се за три различита протока $Q_1=60\text{ l/s}$, $Q_2=75\text{ l/s}$, $Q_3=90\text{ l/s}$, и три модела прелива (оштроивични прелив, праг и дно подесиве висине), као и модел без прелива.

У овом делу рада вршена је упоредна анализа резултата добијених лабораторијским мерењима у експерименталном каналу и резултата на креираним моделима. Приликом креирања за сваки од модела, коришћене су три групе улазних параметара и то:

- Укупни енергетски потенцијали на узводном (пресек 1-1) и низводном (пресек 3-3) профили варијабилних вредности по вертикали,
- Потенцијал на узводном (пресек 1-1) и низводном (пресек 3-3) профили константних вредности по вертикали,
- Потенцијал на узводном профили (пресек 1-1) уз калибрисање у низводном (пресек 3-3) профили константних вредности по вертикали.

Битно напоменути да се применом потенцијалне теорије занемарује члан који се односи на деформацију флуидног делића, тако да следи:

$$\text{div} \vec{v} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

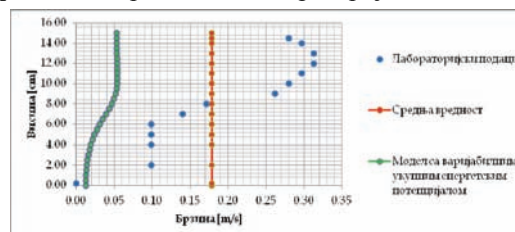
Осим тога применом потенцијалне теорије занемарује се и члан који се односи на ротацију флуидног делића, односно:

$$\text{rot} \vec{v} = \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) \vec{k} = 0 \quad (2)$$

Како применом потенцијалне теорије немамо промену вертикалне компоненте вектора брзине, из горњих једначина се долази до закључка да неће бити ни промене хоризонталне компоненте вектора брзине. Циљ ове анализе је упоређивање средњих вредности брзина добијених експерименталним мерењима са вредностима које нам дају модели применом потенцијалне теорије у мерном пресеку 2-2.

4.1. Модел креиран коришћењем вредности укупног енергетског потенцијала варијабилних вредности по вертикали профила 1-1 и 3-3

Дијаграми хоризонталних компоненти вектора брзина приказани су на слици 9. Јасно се уочава да распоред брзина у пресеку 2-2 по вертикали мерног пресека нема константне вредности, изузев у случају модела са подесивим дном. Ове варијабилне вредности хоризонталне компоненте вектора брзине се јављају услед утицаја препреке-модела, која форсира њихов настанак. Са друге стране, може се закључити да модел креиран на овај начин не даје вредности хоризонталне компоненте вектора брзине, ни приближне средњим вредностима, применом Simpson-овог правила на лабораторијским подацима.

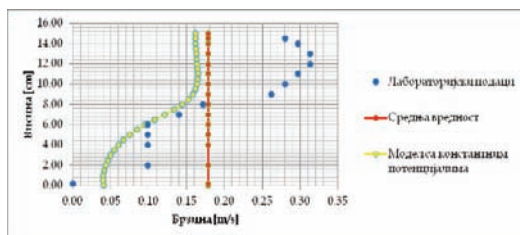


Слика 9. Дијаграми хоризонталних компоненти вектора брзине

4.2. Модел креиран коришћењем константних вредности потенцијала по вертикали профила 1-1 и 3-3

На слици 10 приказан је дијаграм хоризонталних компоненти вектора брзина. Са слике се јасно уочава да овај модел даје распоред брзина у мерном профили

2-2 променљивих вредности по вертикали. Ова појава је последица утицаја препреке у каналу. Осим тога битно је напоменути да овај модел даје средње вредности хоризонталне компоненте вектора брзине, скаларно ближе вредностима које се добијају применом Simpson-овог правила, на експерименталним вредностима.

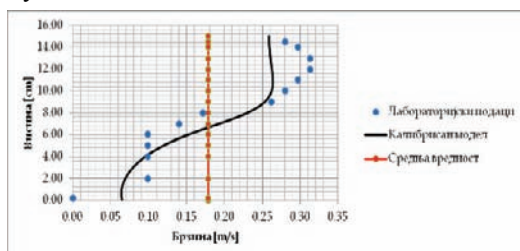


Слика 10. Дијаграми хоризонталних компоненти вектора брзине

4.3. Модел креиран калибрисањем вредности потенцијала по вертикали профила 1-1 и 3-3

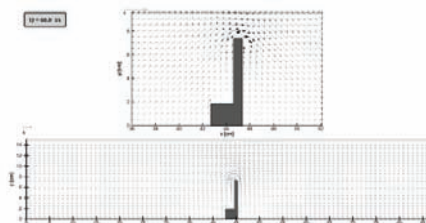
Модел се креира коришћењем узводне вредности потенцијала претходног модела. За низводну вредност потенцијала, узета је вредност калибрисањем, тако да се задовољи Simpson-ово правило за дијаграм брзина лабораторијских података у пресеку 2-2. Модел даје распоред брзина променљивих вредности по вертикали мерног профила 2-2, што је последица утицаја препреке.

Дијаграми хоризонталних компоненти вектора брзине дати су на слици 11.

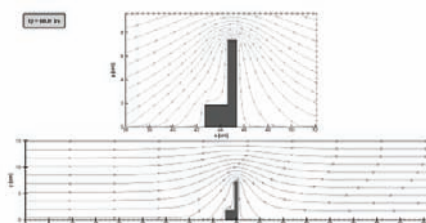


Слика 11. Дијаграми хоризонталних компоненти вектора брзине

На слици 12 дат је приказ вектора брзина са детаљем у пресеку 2-2, а на слици 13 дат је приказ струјних линија са детаљем у профилу 2-2, код оштоовичног модела.



Слика 12. Приказ вектора брзине



Слика 13. Приказ струјних линија

5. ЗАКЉУЧАК

Овде је битно уочити пар чињеница које приликом практичног коришћења потенцијалне теорије долазе до изражаја. Примена потенцијалне теорије представља поједностављен метод одређивања утицаја у неком реалном току, у односу на сложену методу применом Navier-Stokes-ових једначина. Применом потенцијалне теорије добија се приближна слика распореда сила и притисака у реалним условима. Мане потенцијалне теорије огледају се у ограниченом домену примене. Битно је напоменути да потенцијална теорија налази примену у зонама утицаја препрека, насипа, брана и сл., јер управо оне и форсирају настанак промене вертикалне компоненте вектора брзине, који је занемарен применом потенцијалне теорије. Из овога се може закључити да би примена потенцијалне теорије у праволинијским деоницама била погрешна.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вороњец К., Обрадовић Н.: Механика флуида. Грађевинска књига, Београд 1973.
- [2] Риђановић М.: Хидродинамика. Завод за хидротехнику грађевинског факултета у Сарајеву, Сарајево 1972.
- [3] Gilberto E. Urroz.: Solution to potential flow in rectangular domain, 2004.
- [4] Raus H.: Техничка хидраулика. Грађевинска књига, Београд 1969.
- [5] Instruction Manual, Armfield Hydraulics Bench, F1-10, мај 2013.

Кратка биографија:



Ђорђе Јовановић, рођен је у Новом Саду 1983. год. Дипломски мастер рад на Факултету техничких наука, из области Грађевинарства, одбранио је 2015. год.

**UPOREDNA ANALIZA VARIJANTNIH REŠENJA KAMENE OBALOUTVRDE
NA POTOKU IVAK****COMPARABLE ANALYSIS OF VARIANT SOLUTIONS FOR STONE BANK FORTIFY
AT IVAK CREEK**

Aleksandra Glišić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je detaljno prikazana organizacija i tehnologija građenja tri vrste kosih obaloutvrda od lomljenog kamena. Cilj rada je njihova međusobna analiza sa stanovišta finansija i dinamike izvođenja radova kako bi se usvojilo najpovoljnije rešenje regulacije potoka Ivak u Smederevskoj Palanci. Tri razmatrane vrste kosih obaloutvrda su obaloutvrda od rolovanog kamena, obaloutvrda od reno madraca sa kamenom ispunom i obaloutvrda od kamena u cementnom malteru.

Abstract – This work presents in detail the organization and construction technology of three types of bevelled bank fortifies made of broken stone. The aim of the work is their interrelated analyse from the point of view of financial and works performance dynamics in order to adopt the most favourable solution for Ivak creek regulation in Smederevska Palanka. Three of considered types of bank fortifies are rolled stone bank fortify, reno mattress with stone filler bank fortify and cement growth stone bank fortify.

Ključne reči: Obaloutvrda od lomljenog kamena, organizacija i tehnologija građenja, predmer i predračun, dinamički plan

1. UVOD

Predmet ovog rada je tehnologija i organizacija izgradnje regulacione građevine – obaloutvrde na potoku Ivak koji svojim nereguliranim vodotokom ugrožava stanovništvo i industrijsku zonu Smederevske Palanke. Takođe, kroz sam rad razmatran je i izbor optimalnog tipa obaloutvrde. Analizirana su tri tipa kosih kamenih obaloutvrda koje se najčešće koriste u regulaciji prirodnih vodotokova.

- Varijanta 1 – Obaloutvrda od lomljenog kamena,
- Varijanta 2 – Obaloutvrda od reno madraca sa kamenom ispunom
- Varijanta 3 – Obaloutvrda od kamena u cementnom malteru

Za svaku varijantu kose kamene obaloutvrde analizirana je razlika u tehnologiji i organizaciji izvođenja radova, dinamici i troškovima izgradnje sa ciljem izbora optimalnog rešenja na osnovu dobijenih rezultata analize.

NAPOMENA:

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

2. OPŠTE O OBALOUTVRDAMA

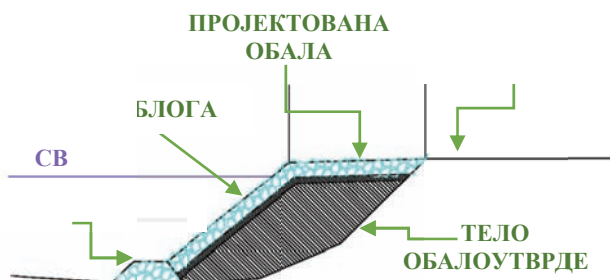
Obaloutvrda je regulaciona građevina u koritu vodotoka kojom se obala štiti od erozije, tako da se pomoću njih vodeni tok usmerava uz obalu. One su najrasprostranjenije regulacione građevine i imaju veoma važnu ulogu u hidrotehnici. Najčešće se grade na konkavnoj obali vodotoka, retko na obe obale duž pravolinijske deonice, izuzetak su regulacije gradskog tipa. Koristimo ih na mestima gde se postojeća i projektovana trasa korita nalaze vrlo blizu, kako bi se izbegli obimni zemljani radovi na iskopu i nasipanju.

Osnovna podela obaloutvrde je na vertikalane i kose obaloutvrde. U praksi se daleko više projektuju i izvide kose obaloutvrde na prirodnim vodotocima. Pri projektovanju i izvođenju obaloutvrda teži se tome da promene prirodnog toka budu minimalne. Veća odstupanja zahtevaju veći obim radova jer pri izmeštanju trase toka uvek postoji mogućnost i težnja vode da se „vrati“ u svoj prirodni tok. Vertikalne obaloutvrde se najčešće koriste pri konstrukciji luka i pristaništa, ređe kod konstrukcija kejskih zidova.

2.2. Osnovni konstrukcijski elementi kosih obaloutvrda

Kose obaloutvrde su isključivo regulacione građevine. Odlikuje ih jednostavna konstrukcija i niža cena izvođenja. Postoji veliki broj tipova kosih obaloutvrda, od jednostavne zaštite obale biljnim materijalom do kejskog zida sa platformom za rekreaciju. Ipak svaka od njih se sastoji od tri osnovna konstrukcijska elementa koji su prikazani i obeleženi na slici 1. [1]:

- **nožica** je oslonac konstrukcije koji se nalazi u samom rečnom koritu i u svim uslovima je izložena dejstvu vode,
- **posteljica** ima višestruku ulogu, a to je filtracija, dreniranje, zaštita od ispiranja tokom paralelnim sa kosinom, izravnavanje temeljnog tla, sekundarna zaštita u slučaju gubitka dela obloge i disipacija energije unutrašnjeg toka vode,
- **obloga** štiti konstrukciju od erozionog dejstva vode (strujanje i talasi), treba da bude vodopropusna i fleksibilna (prilagodljiva deformacijama). Za oblogu se koriste najrazličitiji materijali, od najjednostavnije zaštite obale biljnim materijalima (busen, poplet, fašine) do obloga od kamena, prefabrikovanih betonskih elemenata, gabiona, asfalta i dr.



Slika 1. Konstrukcijski delovi obaloutvrde

3. PROJEKAT IZGRADNJE OBALOUTVRDE NA POTOKU IVAK

Potok Ivak nastaje spajanjem dva potoka, levog Novočkog i desnog Riječkog i ima samo jednu veću, levu pritoku potok Medvednjak. Potok Ivak se sa severa graniči sa slivom reke Jezave, dok zapadnu granicu čine slivovi potoka Drenovčić i Kudreč. Sa istoka, sliv potoka Ivak je ograničen je slivom potoka Kudreč. Sliv potoka Ivak je nepravilnog oblika, približno trouglastog, ukupne površine 47,0 km², ceo je obrađen i ima malo, slabo razvijenih šuma [2].

Potok Ivak je leva pritoka reke Kubršnice i uluva se u nju neposredno uzvodno od stadiona u Smederevskoj Palanci na stacionaži km 2+892. Jednim delom Ivak protiče kroz poljoprivredno zemljište, dok u svom najnižvodnijem delu protiče kroz gradsko područje. Projekat dopune i rekonstrukcije sistema za odbranu od poplava na potoku Ivak [2] predviđa regulaciju vodotoka od njegovog uliva u reku Kubršnicu na stacionaži km 0+000 do uliva potoka Medvednjak na stacionaži km 1+962, dužina regulacije od 1,962 km. Projektom je čitava trasa podeljena na četiri deonice, ali je radom usvojena podela na dve radne jedinice koje odvajaju tok kroz gradsku zonu na stacionaži od km 0+000 do km 0+960 i tok kroz poljoprivredno zemljište na stacionaži od km 0+960 do km 1+962. U gradskoj zoni se objekti nalaze u neposrednoj blizini glavnog korita, a pristup tim objektima je omogućen mnoštvom propusta i prelaza koji su građani sami bezpravno izgradili tokom godina. Prilikom izvođenja radova svi propusti biće srušeni, jer ne zadovoljavaju zahtevanu propusnu moć vodotoka.

Podela na dve radne jedinice je rezultat planiranja paralelnog i istovremenog izvođenja radova na regulaciji potoka Ivak. Projektom [2] je predviđeno osiguranje korita regulacionom građevinom – obaloutvrdom na deonici od km 0+146,38 do km 0+960,41, dužina deonice od 814,03 m i na deonici od km 1+179,25 do km 1+272,96, dužina deonice od 93,71 m.

U ovom radu razmatrane su tri varijantna rešenja obaloutvrda od lomljenog kamena:

- obaloutvrda od rolovanog kamena,
- obaloutvrda od gabionskih koševa i reno madraca sa kamenom ispunom i
- obaloutvrda od kamena u cementnom malteru.

Projektom regulacije nije predviđena izgradnja obaloutvrde duž čitave trase, tako tako da su analizirane samo deonice na kojima se predviđa ista. U daljem radu je objašnjena organizacija i tehnologija izvođenja pripremnih zemljanih radova, kao i radova na izgradnji varijantnih rešenja obaloutvrda.

4. TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZVOĐENJA RADOVA NA REGULACIJI POTOKA IVAK

Projekat za rekonstrukciju i dopunu sistema za odbranu od poplava na potoku Ivak predviđa izvođenje sledeće grupe radova :

- pripremni radovi,
- zemljani radovi,
- radovi na izgradnji objekata na trasi regulacije.

Tehnologija izvođenja pripremnih i zemljanih radova je za sva tri varijantna rešenja ista, dok se organizacija razlikuje samo zbog potrebnih količina nekih od pozicija predmera radova koje variraju po varijantama.

Prvo se pristupa raščišćavanju terena od biljne vegetacije, drvene mase i otpadnog materijala koji se nalazi na trasi regulacije. Ruše se i uklanjaju privremeni prelazi preko vodotoka. Na izvršenju ovih radova planirano je angažovanje dva bagera. Planirano je da se radovi izvode istovremeno na obe radne celine. Početak radova na prvoj radnoj celini se planira od ušća potoka u reku Kubršnicu. Bager točkaš se kreće samohodno duž trase i krči teren. Na drugoj radnoj celini planirano je istovremeno angažovanje buldozera i bagera guseničara.

Kamion kiper troosovinac je pozicioniran tako da se što veća količina otpada direktno tovari u kamion i odvozi na mesto trajne deponije. Razlog tome je težnja da se obim posla bagera u što većoj meri smanji, jer deponovanje otpada na privremene deponije iziskuje njegovo ponovo angažovanje na utovaru.

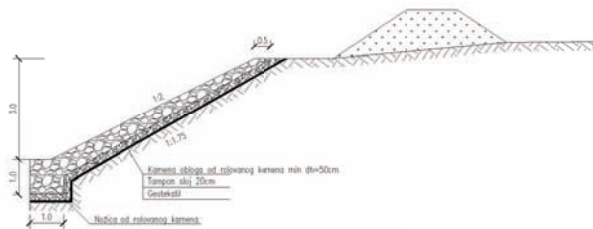
Nakon završenog raščišćavanja terena započinju radovi na geodetskom snimanju i obeležavanju terena. Sa snimanjem terena se počinje od najnižvodnije tačke vodotoka, zapravo od samog ušća potoka Ivak u reku Kubršnicu. Posle obeležavanja terena pristupa se izvođenju zemljanih radova. Pozicija skidanja humusa buldozerom i njegovog privremenog deponovanja je prva pozicija predviđenih zemljanih radova koja se izvršava. Odmah zatim bageri, po istom rasporedu kao pri raščišćavanju terena, počinju sa iskopom zemlje. Bitno je da pri iskopu poštuju predhodno obeležene geodetske markere i paze da ih ne oštete mašinom. Predviđeno je da se neadekvatan zemljani materijal bagerom direktno utovara u kamione i odvozi na trajnu deponiju. Zemlja odgovarajućeg kvaliteta se takođe odvozi kamionima, ali na delove trase na kojima je ona u deficitu.

Tokom izvođenja radova na iskopu zemlje i formiranju kosina korita prema zadatim projektovanim kotama efikasnost se postiže angažovanjem bagera na iskopu na deonici oko dvadesetak metara i zatim angažovanjem buldozera i vibro ježa na formiranju posteljice nasipa i konstrukcije nasipa. Svrha ovakvog načina planiranja je da se čitava deonica koja je podeljena u dve radne jedinice gradi tako da se vremenski zazorzi svedu na minimum. Podelom trase na deonice postignuto je kontinualno i paralelno izvođenje više različitih pozicija u isto vreme, a samim tim je smanjen samohodni transport mehanizacije. Buldozerom i grejderom se humus razastire po novoizgrađenom nasipu. Potrebno je dodatno zatravniti nasip smesom trava čija je vrsta i procentualno ušešće u smesi navedena u predmeru radova.

Objekti na trasi regulacije predstavljaju radove na izgradnji obaloutvrde od kamena na deonicama koje su predviđene projektom [2]. Tehnologija izvođenja ove grupe radova je različita u zavisnosti od varijantnih rešenja čija je uporedna analiza vršena u ovom radu.

4.1. Varijantna rešenja kosih obaloutvrda od kamena

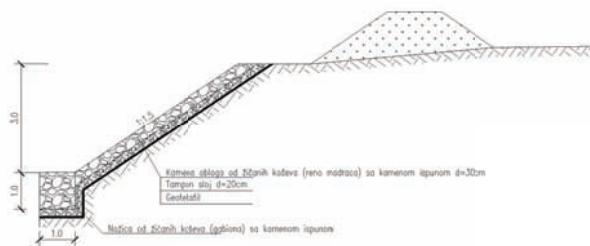
Obaloutvrda od rolovanog kamena predstavlja jednu od najčešće konstruisanog tipa obaloutvrda u hidrotehnici. Njena izgradnja se izvodi 95 % mašinski, što znači da je potreba za angažovanjem radne snage minimalna pa se ista nije uzimala u obzir.



Slika 2. Obaloutvrda od rolovanog kamena

Po završetku izvođenja predviđenih zemljanih radova otpočinju radovi na konstrukciji obaloutvrde. Za ovaj tip obaloutvrde predviđen je nagib terena od 1:1,75 po kosini pripremljenog korita i nagib kosine obloge od rolovanog kamena od 1:2. Predviđena minimalna debljina obloge je $d_h=50$ cm (slika 2.). Prvi korak pri izgradnji obaloutvrde je postavljanje netkanog geotekstila po kosini obala i u rovu predviđenom za izgradnju nožice obaloutvrde. Uloga geotekstila je da speči razdvajanje i mešanje dva materijala bitno različitih svojstava. U ovom slučaju zemlje i tampon sloja od šljunka, $d_s=20$ cm, kao i prodiranje zemlje u oblogu od kamena. Predviđeno je spojeve geotekstila izvoditi preklapanjem, a da bi se sprečilo klizanje geotekstila na mestu preklapanja ono se izvodi u smeru nasipanja materijala. Prvi nasipni sloj se nanosi kašikom bagera i to sa čela, jer treba izbegavati vožnju po geotekstilu, naročito mehanizacije sa gusenica. Kamen koji se ugrađuje treba biti odgovarajućih karakteristika. To podrazumeva da mora ispuniti propisane tehničke uslove. Krupnoća kamena predviđenog za izgradnju obloge je od 30 cm do 50 cm, a za izgradnju nožice 20 cm do 40 cm. Potreban kamen je grubo separisan i kao takav se iz kamenoloma, bez predhodnog ručnog separisanja i odabira, tovari u kamione i dovozi na gradilište. U ovoj varijanti predviđena je nožica izgrađena kamenim nabačajem. To znači da se kašikom bagera ugrađuje kamen u već pripremljeni rov u okviru zemljanih radova. Kamen se mehanički pakuje tako da se zapremina slobodnog prostora između komada kamena svede na minimum. Obloga obaloutvrde od rolovanog kamena se takođe konstruiše kašikom bagera i to od nožice prema vrhu krune obale. Pri ugradnji kamena se mora voditi računa o očuvanju predhodno postavljenih slojeva geotekstila i tampon sloja od šljunka. To znači da se kamen kašikom polako i vrlo pažljivo spušta na kosinu korita pri tome treba obratiti naročitu pažnju da ne dodode do klizanja ili kotrljanja kamenog materijala po kosini korita.

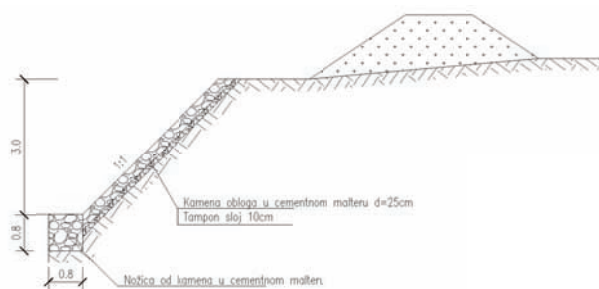
Izgradnja obaloutvrde od gabionskih korpi i reno madraca sa kamenom ispunom je daleko komplikovanija i iziskuje angažovanje radne snage na izgradnji. Po završenim pripremnim i zemljanim radovima proces postavljanja geotekstila i tampon sloja od šljunka je isti kao u predhodnoj varijanti.



Slika 3. Obaloutvrda od reno madraca sa kamenom ispunom

Nožica obaloutvrde se konstruiše postavljanjem žičanog koša – gabiona na mesto iskopom predviđeno za poziciju nožice, dok se po kosini korita postavljaju žičani koševi – reno madraci koji formiraju oblogu obaloutvrde. Detalji konstrukcije su obeleženi na slici 3. Koševi se ručno postavljaju, a njihovo se punjenje vrši mehanički. Pri postavljanju bitno je voditi računa da ne dođe do deformisanja i vitoperenja žičanih koševa, jer bi to moglo dovesti do destabilizacije obloge i ugroziti funkcionalnost i estetiku obaloutvrde. Punjenje žičanih koševa se vrši mehanički u slojevima, a svaki sloj je potrebno ručno presložiti i izravnati tako da se međuprostor između kamena smanji na minimum. Posebna pažnja se mora posvetiti ravnanju završnog sloja, kako bi se koš mogao žičanim poklopcem pravilno zatvoriti. Granulacija kamena za izgradnju nožice je od 20 cm do 40 cm, a za izgradnju obloge 10 cm do 20 cm.

Obaloutvrda od kamena u cementnom malteru je vrsta obloge korita koja se radi ručno, zidanjem. Kod ovog tipa obaloutvrda je, pored funkcionalnosti jako bitna estetika. Moraju se poštovati i strogo kontrolisati fundamentalna pravila zidanja kamenom. Za ovu vrstu obaloutvrde potrebno je obezbediti dve vrste lomljenog kamena. Za konstrukciju nožice koristi se lomljeni kamen granulacije od 20 cm do 40 cm, dok se za oblogu koristi doterani lomljeni kamen sa poligonalnom obradom. Detalji konstrukcije obaloutvrde od kamena u cementnom malteru prikazani su na slici 4.



Slika 4. Obaloutvrda od kamena u cementnom malteru

Kamen se u nožicu ugrađuje mehanički, bagerom u već pripremljeni rov. On se puni kamenom čitavom njegovom visinom, a jedino se završni sloj ručno ravna i slaže. Obloga se konstruiše ručnim slaganjem kamena. Površina završnog sloja se puni cementnim malterom razmere 1:3 koji se spravlja mešalicom na gradilištu. Kvalitet cementnog maltera treba da bude takav da odgovara uslovima uticaja vlage i vode.

5. UPOREDNA ANALIZA UKUPNE CENE KOŠTANJA SVA TRI VARIJANTNA REŠENJA OBALOUTVRDE NA POTOKU IVAK

Prvi korak u analizi je bio formirati i definisati predmer i predračun radova za svako od razmatranih rešenja. Količine potrebnih radova su ustanovljene na osnovu geoteskih snimanja i evidencionih profila. Drugi korak je planiranje i usvajanje potrebne mehanizacije za izgradnju. Usvojeno je angažovanje bagera, buldozera, grejdera, vibro ježa i kamiona kiperu troosovinca. Za svaku od usvojenih mašina je na osnovu praktičnog učinka i cene rada građevinske mehanizacije koja je proračunata korišćenjem formula iz [3], formirana jedinična cena rada po jedinici mere. Kombinacijom ovih cena, cena radne snage i cene potrebnog materijala formirane su jedinične cene za svaku poziciju predračuna. Kalkulacijom jediničnih cena i potrebne količine radova svake pozicije dobijena je ukupna cena koštanja za sva tri varijantna rešenja izgradnje kose obaloutvrde od kamena na potoku Ivak. Analizom je utvrđeno da je finansijski najpovoljnija izgradnja obaloutvrde od kamena u cementnom malteru, dok je najskuplja varijanta izgradnje obaloutvrde od rolovanog kamena.

Rezultati analize ukupne cene koštanja za sva tri varijantna rešenja izgradnje kose obaloutvrde od kamena na potoku Ivak dati su na slici 5.



Slika 5. Ukupna cena koštanja izgradnje obaloutvrda

6. UPOREDNA ANALIZA DINAMIKE IZVOĐENJA RADOVA VARIJANTNIH REŠENJA KOSE KAMENE OBALOUTVRDE NA POTOKU IVAK

U ovom delu rada je analizirano potrebno vreme za svaku od aktivnosti izvršenja projekta. Potrebno vreme je izračunato na osnovu količine potrebnih radova koje su usvojene predmerom i predračunom radova i na osnovu praktičnog učinka kao i normiranog rada usvojene grupe radnika. Za normiranje radnika su korišćene građevinske norme za radove koji su navedeni u njima, dok su se za radove koji nisu normirani koristile iskustvene norme na terenu.

Planiran datum početka izvođenja radova je 01.04.2016. godine. Korišćenjem programa MS Project Professional 2013 su utvrđeni očekivani datumi završetka radova za sve tri analizirane varijante kosih obaloutvrda od lomljenog kamena. Na osnovu sprovedene analize zaključeno je da je izgradnja obaloutvrde od rolovanog kamena vremenski najpovoljnija, dok je izgradnja obaloutvrde od kamena u cementnom malteru vremenski najzahtevnija.

Rezultati analize dinamike izvođenja radova za sva tri varijantna rešenja izgradnje kose obaloutvrde od kamena na potoku Ivak dati su na slici 6.



Slika 6. Broj kalendarskih dana potrebnih za izgradnju obaloutvrda

7. ZAKLJUČAK

Uporedne analize koje su sprovedene u ovom radu su prikazale jasnu razliku između tri vrste kosih obaloutvrda od lomljenog kamena pa samim tim rad opravdava njegov zadati cilj. Kroz prikazanu i detaljno objašnjenu tehnologiju izvođenja radova utvrđeno je da je tehnološki najnezahtevnija izgradnja obaloutvrde od rolovanog kamena, jer ne iziskuje angažovanje radne snage u procesu izgradnje. Obaloutvrda od reno madraca sa kamenom ispunom zahteva dalekosežno planiranje, jer je potrebno unapred planirati nabavku i transport formiranih koševa kao i potrebnu radnu snagu za njihovo formiranje na gradilištu, po isporuci.

Obaloutvrda od kamena u cementnom malteru takođe iziskuje angažovanje radne snage. Izgradnju dodatno komplikuje činjenica da su obaloutvrde linijske konstrukcije čija izgradnja teče kontinualno, jer je nemoguće kontrolisati kvalitet i tačnost izvedenih radova ukoliko bi se oni izvodili segmentno, a uočene greške pri spajanju segmenata bi bilo moguće ispraviti samo rušenjem dela konstrukcije.

8. LITERATURA

- [1] Dr D. Muškatirović, "Regulacija reka", IV izdanje Beograd, 1991. godina.
- [2] "Glavni projekat dopune i rekonstrukcije sistema za odbranu od polava na potoku Ivak", Smederevska Palanka, 2001. godina.
- [3] M. Trivunić; Z. Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja", praktikum

Kratka biografija:



Aleksandra Glišić rođena je u Smederevskoj Palanci 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Uporedna analiza varijantnih rešenja kamene obaloutvrde na potoku Ivak odbranila je 2016.god.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU**DESIGN PROJECT OF STRUCTURE OF MULTISTORY RC RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD**

Mirjana Milovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambene zgrade P+4+PkI+PkII, i uporedna analiza proračuna preseka za granične uticaje transversalnih sila prema PBAB 87, EC2 i ACI-318.

Abstract – The project of structure of multistory reinforced concrete residential building ground floor + 4 stories+atic I + atic II, and a comparative analysis of design for limit effect of shearing forces by PBAB 87, EC2 i ACI-318.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, transversalne sile.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambene zgrade spratnosti prizemlje + četiri sprata + potkrovlje I + potkrovlje II. Zgrada je u osnovi pravougaona, definisani su gabariti, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Konstrukcija zgrade se izvodi kao armiranobetonski skeletni sistem sa platnima za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa četiri podužne i sedam poprečnih osa, što je prikazano na slici 1. U „X“ pravcu nalaze se ose 1-1, 2-2, 3-3 i 4-4. Međusobni rasponi između osa su 4,50 m i 4,75 m. U „Y“ pravcu se pružaju ose A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F i G-G i njihovih međusobni rasponi su 5,25 m, 5,0 m i 4,76 m. Objekat je projektovan kao stambeni, sa ulaznim holom, stepeništem i liftom, tehničkim prostorijama i poslovnim prostorm u delu prizemne etaže. U prizemlju se nalazi jedan lokal, sedam stambenih jedinica, tehnička prostorija, ulazni hol sa stepeništem i liftom. Na I, II i III i IV spratu nalazi se po sedam stambenih jedinica, a u potkrovljima (PkI + PkII) predviđeno je pet dupleks stanova (na dva nivoa), povezanih internim stepeništima. Spratna visina prizemlja, prvog, drugog trećeg i četvrtog sprata je 2,90 m, a potkrovlje ima promneljivu spratnu visinu zbog oblika krovne ravni.

Zidovi (sa unutrašnje strane) i plafoni se malterišu produžnim malterom $d = 1,5$ cm i boje polu-disperznom bojom.

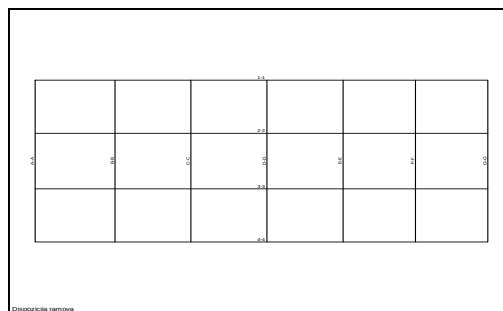
NAPOMENA:

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

U sanitarnim prostorijama i kuhinjama zidovi se oblažu keramičkim pločicama od poda do plafona, a u kuhinjama do visine od 1,50 m.

Podovi u sobama, trpezarijama i hodnicima su od klasičnog parketa $d = 2,2$ cm, a u kupatilima i kuhinjama od keramičkih pločica. Podovi na terasama su od mrazo-otpornih pločica $d = 0,8$ cm. U kupatilima i terasama na konstrukciju treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama $d = 0,8$ cm.

Fasadni zidovi su debljine $d = 35,0$ cm (opeka 25,0 cm + izolacija 10,0) i $d = 25,0$ cm (opeka 25,0 cm). Unutrašnji zidovi su od pune opeke debljine 25,0 i 12,0 cm.



Slika 1. Šema osa

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem zgrade prema sistemu nosećih elemenata je ukrućen skelet koji se sastoji od grupe podužnih i poprečnih greda, ortogonalno postavljenih ramova, ukrućenih sa zidnim platnima.

Međuspratne konstrukcije su projektovane kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca, debljine $d = 20$ cm. Međuspratne konstrukcije primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na stubove i grede objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente.

Glavno stepenište u objektu se sastoji iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Korišćen je beton MB35.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su 25/40 cm i 25/30 cm. Armiranje greda se vrši armaturom B500 i izvršeno je prema PBAB 87 [1] i pravilniku za seizmiku [2].

Dimenzije stubova su: u prizemlju 50/50 cm, na prvom spratu 45/45 cm, a na ostalim etažama 40/40 cm.. Projektovani su tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u

seizmički aktivnim područjima. Betoniraju se betonom MB40. Armiranje stubova vrši se armaturom B500 i izvršeno je prema PBAB 87 i Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.

Zidovi za ukrućenje postavljani su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su u poprečnom i podužnom pravcu dimenzija $d = 25,0$ cm, a zidovi liftovskog okna su debljine $d = 15,0$ cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korišćena je marka betona MB35. Armiranje zidova vrši se armaturom B500 i izvršeno je prema pravilima struke [3], [4] i pravilnicima [1] i [2].

Objekat je fundiran na temeljnoj ploči debljine $d = 40,0$ cm, ojačanoj sa gredama u dva upravna pravca, dimenzija $b/d = 50/120$ cm. Grede su projektovane sa gornje strane strane ploče, ostavljajući kontaktnu površ ravnom. Dubina fundiranja je $d_f = 1,10$ m. Ispod temeljne ploče se postavlja hidroizolacija, sloj nabijenog betona debljine 10 cm i tampon sloj šljunka debljine 15 cm. Korišćena je marka betona MB35 i Q armaturna mreža.

Krovna konstrukcija je prosta drvena [5]. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Opterećenje od krovne ravni preuzimaju drveni rogovi. Maksimalni osovinski razmak rogova je $e = 90,0$ cm. Rogovi su dimenzija $b/d = 12,0/14,0$ cm. Opterećenje sa rogova prenosi se na venčaničice i rožnjače, koje su dimenzija $b/d = 14,0/14,0$ cm. Opterećenje sa rožnjača i venčanica prenosi se na betonsku konstrukciju. Dimenzionisanje je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Celokupnu drvenu krovnu konstrukciju treba izvesti od četinara II klase maksimalne vlažnosti 18 %.

2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge); korisno opterećenje, u funkciji namene prostorija, prema SRPS U.C7.121/1988; opterećenje snegom iznosi $0,75 \text{ kN/m}^2$ osnove krova (Sl. list SFRJ 61/48); opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima SRPS U.C7.110, 111 i 112; seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [2] (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata. Korišćena su dva modela, model krovne konstrukcije i model armiranobetonske konstrukcije (Slika 2.). Razlog ovome leži u većem odstupanju rezultata dinamičke analize unificiranog modela (i drvena i betonska konstrukcija modelirani zajedno) od realnih očekivanih rezultata.

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za

svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa $0,4 \text{ m}$).



Slika 2. 3D izgled konstrukcije

Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge – elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 20 MN/m^3 . Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Za stubove je korišćen beton MB40, a za sve ostale elemente konstrukcije korišćen je beton MB35. Pri dimenzionisanju elemenata, i za podužnu i za poprečnu armaturu, usvojena je armatura B500, dok su ploče armirane Q armaturnim mrežama. Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima, prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, automatski određenih opcijom korišćenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno PBAB 87. Dimenzionisanje svih krovničkih pozicija je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Urađena je kontrola napona pritiska u stubovima i zidovima.

3. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJA ZA GRANIČNE UTICAJE TRANSVERZALNIH SILA PREMA PBAB '87, EC2 I ACI-318

3.1. Opšte

Pri savijanju AB elemenata poprečnim i podužnim silama, mora se sprovesti proračun glavnih napona zatezanja u betonu. Kada su vrednosti ovih napona veće od napona koje beton može da primi, mora se predvideti odgovarajuća armatura za prijem sila zatezanja. Maksimalne vrednosti glavnih napona zatezanja, po visini preseka, su karakteristične za zategnutu zonu i minimalnu širinu preseka. Gredni nosači se armiraju zatvorenim uzengijama, prema dijagramu glavnih napona zatezanja. Osim vertikalnih uzengija, za prijem glavnih napona zatezanja, mogu se koristiti i kose uzengije i kosa gvožđa. Ispitivanjima je utvrđeno da najmanju širinu kosih prslina rezul-

tuje primena kosih uzengija, zatim vertikalnih uzengija, a najveća se javlja pri primeni koso povijene podužne armature (kosa gvožđa).

Međutim, primena kosih uzengija je vezana sa problemima izvođenja, povijanjem armature iz donje u gornju zonu, kosim delom nije obezbeđeno i potrebno koso gvožđe s obzirom da je mesto povijanja locirano suviše daleko od oslonca, pa se u praksi prednost daje vertikalnim uzengijama.

3.2. Proračun preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema PBAB '87

Proračun se zasniva na određivanju glavnih napona zatezanja, koji se upoređuje sa računskom čvrstoćom betona na smicanje τ_r . U AB preseku, sa prslinama, u zategnutoj zoni normalni naponi su jednaki smičućim i dobijaju se pomoću izraza:

$$\sigma_{1,2} = \pm \tau \quad \text{ i } \quad \tau = \frac{T}{b_{\min} \cdot z},$$

gde je T transverzalna sila u preseku, $b_{\min}$ minimalna širina poprečnog preseka, z krak unutrašnjih sila.

PBAB '87 definiše granice napona smicanja. Računski napon smicanja τ_n , mora da zadovolji uslov $\tau_n \leq 5\tau_r$. Kada je $\tau_n \leq \tau_r$, nije potrebna računaska armatura za prijem uticaja od transverzalnih sila jer je beton sposoban da primi sile zatezanja koje nastaju od dejstva glavnih napona zatezanja.

Ako se napon τ_n nalazi u granicama $\tau_r \leq \tau_n \leq 3\tau_r$, tada se AB presek mora obezbediti poprečnom armaturom za prihvatanje uticaja od transverzalnih sila.

Potrebna površina poprečne armature određuje se na osnovu redukovane transverzalne sile T_{Ru} , prema izrazu: $T_{Ru} = T_{mu} - T_{bu}$, gde je T_{mu} ukupna transverzalna sila, a T_{bu} sila koja se poverava betonu. Ukoliko je napon τ_n u granicama $3\tau_r \leq \tau_n \leq 5\tau_r$, beton ne učestvuje u prijemu uticaja od transverzalnih sila, već se celokupna transverzalna sila poverava armaturi.

Proračun potrebne površine preseka poprečne armature vrši se prema modelu rešetke kojim se aproksimira pun nosač, slika 3. Gornji pojas rešetke i dijagonale, pod uglom θ , su pritisnuti, a donji pojas i dijagonale, pod uglom α , zategnuti. PBAB '87 propisuje granice nagiba pritisnutih betonskih dijagonala u rasponu od 25° do 55°, a takođe ograničava nagib poprečne armature na interval između 45° i 90°.

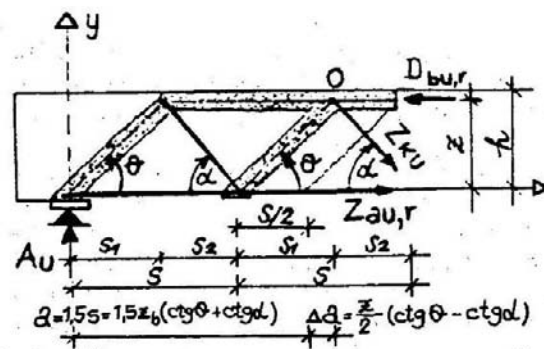
Potrebna armatura, na jedinicu dužine nosača, određuje se prema izrazu:

$$A'_{ak} = \frac{\bar{T}_{Ru}}{\sigma_v \cdot (ctg\theta + ctg\alpha) \cdot \sin\alpha}$$

gde je: $\bar{T}_{Ru}$ sila smicanja na jedinicu dužine nosača, σ_v granica razvlačenja armature uzengija, θ nagib pritisnutih dijagonala, α ugao nagiba poprečne armature.

Površina armature uzengija se može dobiti direktno, pomoću izraza:

$$m \cdot a_u^{(1)} = \frac{\tau_{Ru,u} \cdot b \cdot e_u}{\sigma_v \cdot ctg\theta}$$



Slika 3. Model rešetke prema PBAB '87

gde je: m sečnost uzengija, $a_u^{(1)}$ površina profila uzengija, b širina preseka nosača, e_u rastojanje uzengija, $\tau_{Ru,u}$ napon smicanja koji se prihvata uzengijama.

Na dužini na kojoj se nosač mora osigurati poprečnom armaturom (uzengijama i/ili koso postavljenom armaturom), mora se predvideti minimalna površina ove armature, sa minimalnim procentom armiranja $\mu_u = 0,2\%$.

3.3. Proračun preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema EC2

Proračun se svodi na određivanje proračunske sile smicanja usled spoljašnjeg opterećenja V_{Ed} , prema modelu rešetke koja je identična kao u PBAB '87.

EC2 [6] definiše granice nosivosti na smicanje. Proračunska smičuća sila mora da zadovolji uslov $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$, gde je $V_{Rd,max}$ maksimalna sila smicanja koju element može da prihvati. Maksimalna nosivost na smicanje ograničena je slomom betona u pritisnutoj dijagonali rešetke i određuje se pomoću izraza:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta}$$

gde je: α_{cw} koeficijent kojim se uzima u obzir stanje napona u pritisnutom pojasu, b_w širina poprečnog preseka, z krak unutrašnjih sila, v_1 koeficijent kojim se smanjuje čvrstoća betona zbog prslina od smicanja, f_{cd} proračunska čvrstoća betona pri pritisku. Kada je $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ nije potrebna proračunska armatura za smicanje, gde je $V_{Rd,c}$ proračunska nosivost pri smicanju elementa bez armature za smicanje.

Potrebna površina armature za smicanje data je odnosom:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Rd,s}}{z \cdot f_{ywd} \cdot ctg\theta}$$

gde je A_{sw} površina preseka armature za smicanje, s rastojanje uzengija, f_{ywd} granica razvlačenja armature za smicanje. EC2 ograničava nagib pritisnute betonske dijagonale rešetke u granicama od 22° do 45°. Armatura za smicanje može biti u granicama između 45° i 90°.

Na delu nosača gde nije potrebna proračunska armatura za smicanje, propisan je minimalni procenat armiranja koji zavisi od vrednosti čvrstoće betona pri pritisku i vrednosti granice razvlačenja armature za smicanje, dobija se pomoću izraza:

$$\rho_w = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

3.4 Proračun preseka prema graničnim uticajima transverzalnih sila prema ACI-318 [7]

Proračun preseka izloženog smicanju zasniva se na: $\phi V_n \geq V_u$, gde je V_u smičuća sila u posmatranom preseku, ϕ faktor redukcije nosivosti, V_n nominalna smičuća nosivost. Nominalna smičuća nosivost iznosi: $V_n = V_c + V_s$, gde je V_c nominalna smičuća nosivost koju obezbeđuje beton, a V_s nominalna smičuća nosivost koju obezbeđuje armatura za smicanje. Smičuća nosivost je zasnovana na prosečnom smičućem naponu preko efektivne površine poprečnog preseka. U elementu bez armature za smicanje pretpostavlja se da smicanje prihvata beton, a u elementu sa armaturom za smicanje deo smicanja obezbeđuje beton, a deo armatura za smicanje.

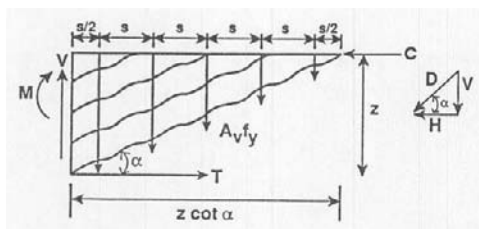
Kod elemenata bez armature za smicanje, osnovni izraz za smičuću nosivost je:

$$V_c = \left(1,9 \cdot \sqrt{f'_c} + 2500 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_u} \right) \cdot b_w \cdot d$$

gde je: f'_c čvrstoća betona pri pritisku, b_w širina poprečnog preseka, d rastojanje od pritisnutog vlakna do težišta podužne zategnute armature.

U svakom poprečnom preseku gde je $V_u \geq \phi V_c$ treba obezbediti poprečnu armaturu, tako da bude ispunjen uslov $V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c$.

Proračun armature za smicanje baziran je na modifikovanoj analogiji rešetke, slika 4. Prema ovoj analogiji, ukupno smicanje nosi armatura za smicanje. Međutim, mnoga istraživanja su ukazala da armatura za smicanje mora biti proračunata tako da nosi samo dodatno smicanje koje izaziva kose prsline, pod uslovom da su dijagonalni elementi rešetke pod uglom od 45°. Pretpostavlja se da i beton doprinosi smičućem kapacitetu preko pritisnute zone.



Slika 4. Model rešetke

Kada je armatura za smicanje upravna na podužnu osu elementa, potrebna površina armature za smicanje i njeno rastojanje dobija se pomoću izraza:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi \cdot f_{yt} \cdot d}$$

gde je f_{yt} granica razvlačenja armature za smicanje.

Minimalnu površinu armature za smicanje treba obezbediti u svim presecima u kojima je $V_u > 0,5 \cdot \phi \cdot V_c$, a određuje se kao veća vrednost od sledeća dva izraza:

$$A_v = 50 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \quad \text{ili} \quad A_v = 0,75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$

4. ANALIZA REZULTATA

Uporedna analiza potrebne površine armature prema PBAB '87, EC2 i ACI-318 izvršena je za istu gredu POS201. Prema PBAB 87 nije potrebna proračunska armatura za smicanje, pa je usvojena minimalna količina. Proračunom preseka sa najvećom transverzalnom silom, prema EC2 i ACI-318, utvrđeno je da je potrebna proračunska armatura za smicanje, koja prema EC2 iznosi 5,26 cm²/m', a prema ACI-318 2,21 cm²/m', što predstavlja značajnu razliku. Minimalna količina armature je približno ista za sva tri pravilnika i iznosi: za PBAB 87 → 2,0 cm²/m', za EC2 → 2,5 cm²/m', za ACI-318 → 2,21 cm²/m'.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenog proračuna, za istu gredu, prema PBAB 87 dobijena je manja količina armature u odnosu na EC2 i ACI-318. Proračunom prema EC2 dobijena je najveća količina armature, a razlog za ovo leži u činjenici da se prema EC2 celokupna smičuća sila poverava armaturi, dok prema ACI-318, pored armature i beton učestvuje u prijemu smicanja, što je slično sa PBAB 87 kada je $\tau_r < \tau_n < 3\tau_r$.

6. LITERATURA

- [1] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, Knjiga 1 i 2 – Osnove proračuna i konstruisanje, Univerzitetska štampa, Univerzitet u Beogradu, 2000.
- [2] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Služb. list SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 21/88, 52/90.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: Armirani beton 3 – Elementi armiranobetonskih konstrukcija, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- [4] B. Petrović: Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [5] M. Gojković, B. Stevanović, M. Komnenović, S. Kuzmanović, D. Stojić: Drvene konstrukcije, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2001.
- [6] European Standard /2004/: EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, CEN European Committee for Standardization.
- [7] American Concrete Institute, ACI /2014/: Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318R-14), ACI Committee.

Kratka biografija:



Mirjana Milovanović rođena je u Šapcu 1984. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-usmerenje konstrukcije odbranila je 2016. godine.

UPOREDNA ANALIZA DIMENZIONISANJA SPREGNUTIH GREDA OD ČELIKA I BETONA PREMA NACIONALNIM I EC4 PROPISIMA**COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGN COMPOSITE STEEL AND CONCRETE BEAMS ACCORDING TO NATIONAL AND EC4 REGULATIONS**Darko Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U prvom delu ovog rada su prikazane pojedinačne analize dimenzionisanja spregnutih greda od čelika i betona prema nacionalnim i EC4 propisima kao i njihova uporedna analiza. U drugom delu rada su prikazana tri karakteristična projektna rešenja spregnute međuspratne konstrukcije od čelika i betona, površine 2300m², kao i uporedna analiza koštanja sve tri varijante.

Abstract – The first part of this paper presents individual analysis of the design of composite steel and concrete beams according to EC4 and national regulations as well as their comparative analysis. The second part presents three typical design solutions of the composite steel and concrete floor constructions with an area of 2300m², as well as a comparative cost analysis of all three solutions.

Ključne reči: spregnute konstrukcije, spregnute gerde Evrokod 4, analiza koštanja

1. UVOD

Ovaj rad je podeljen na sledeće celine:

- Osnove proračuna spregnutih greda prema EN 1994
- Osnove proračuna spregnutih greda prema Pravilniku o tehničkim merama i uslovima za spregnute konstrukcije iz 1970. Godine
- Uporedna analiza proračuna spregnutih greda prema domaćim i EC4 propisima
- Rešenje 1 - projekat međuspratne konstrukcije sa analizom koštanja
- Rešenje 2 - projekat međuspratne konstrukcije sa analizom koštanja
- Rešenje 3 - projekat međuspratne konstrukcije sa analizom koštanja
- Uporedna analiza koštanja rešenja 1, 2 i 3

U okviru prve tri celine obuhvaćena je analiza proračuna, sa izvodima iz teorije, spregnutih greda od čelika i betona prema EN 1994 i prema domaćem Pravilniku o tehničkim merama i uslovima za spregnute konstrukcije iz 1970. godine.

Razmatrana su pravila za projektovanje spregnutih greda u zgradama bez prednaprežanja. Pored pojedinačnih analiza koje su bazirane na evropskim (EN 1994) i domaćim (Pravilnik iz 1970. godine) normama, prikazana

je i uporedna analiza pomenuta dva propisa koja je predstavljena tabelarnim prikazom njihovih suštinskih sličnosti i razlika.

U okviru preostalih celina prikazana su projektna rešenja međuspratne konstrukcije, kvadratnog oblika površine 2300m² koja je rešena na tri načina:

1. Rešenje 1 - Armirano - betonska ploča je spregnuta sa čeličnim profilisanim limom i spregnuta je sa čeličnim gredama
2. Rešenje 2 - Armirano - betonka ploča se izvodi monolitno na drvenoj oplati i spregnuta je sa čeličnim gredama
3. Rešenje 3 - Armirano – betonska ploča se izvodi uz korišćenje čeličnih trapeznih limova kao oplata i spregnuta je sa čelinim gredama

Proračun međuspratne konstrukcije je urađen primenom EN 1994. Svako projektno rešenje sadrži tehnički opis, sve neophodne proračune, specifikaciju materijala, grafičku dokumentaciju i analizu koštanja. Na kraju je izvršena uporedna analiza koštanja sva tri rešenja.

2. OSNOVE PRORAČUNA SPREGNUTIH GREDA PREMA EN 1994

Prema EC4, analizu ponašanja spregnutih greda treba izvršiti za granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti.

Proračun za granična stanja nosivosti, podrazumeva dokaz otpornosti kritičnih poprečnih preseka i to:

- dokaz otpornosti na delovanje momenta savijanja
- dokaz otpornosti na bočno-torziono izvijanje
- dokaz otpornosti na vertikalno smicanje
- dokaz otpornosti na simultano dejstvo momenta savijanja i smičuće sile
- dokaz podužne smičuće otpornosti betonske ploče

Proračun za granična stanja upotrebljivosti podrazumeva:

- kontrolu napona
- kontrolu ugiba
- kontrolu širine prslina u betonu (ukoliko je beton u zoni zatezanja)
- kontrolu vibracija nosača

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kisin, red.prof.

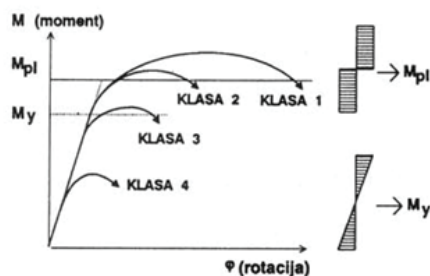
U proračunu prema teoriji graničnih stanja mogući su sledeći pristupi u globalnoj i lokalnoj analizi:

Klasa poprečnog preseka	Kapacitet rotacije	Model proračuna	Globalna analiza (proračun sila u preseku)	Lokalna analiza (proračun nosivosti preseka)
1	dovoljan	I	teorija plasticnosti	teorija plasticnosti
2	ograničen	II	teorija elasticnosti	teorija plasticnosti
3	nema	III	teorija elasticnosti	teorija elasticnosti
4	nema	III	teorija elasticnosti	teorija elasticnosti

Slika 1. Lokalna i globalna analiza spregnutih greda

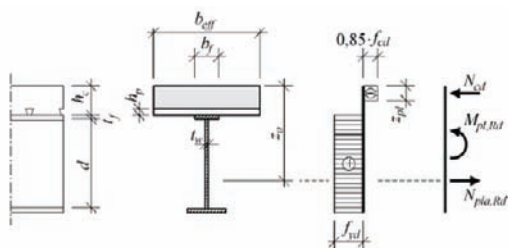
Za analizu ponašanja spregnutih nosača definiše se efektivni presek. Efektivni presek čine čelični nosač i betonska ploča na sadejstvujućoj širini b_{eff} . U slučaju primene elastične analize, geometrijske karakteristike poprečnog preseka treba odrediti preko vrednosti idealizovanog (ekvivalentnog) preseka, u kome se površina betonskog dela preseka A_c zamenjuje ekvivalentnom površinom čelika A_c/n . Koeficijent n predstavlja nominalni odnos modula elastičnosti čelika E_a i betona E_c ($n=E_a/E_c$) i promenljiv je kroz vreme, jer se modul elastičnosti betona E_c menja usled skupljanja i tečenja.

Proračun spregnutih nosača zavisi i od klasifikacije poprečnog preseka. U zavisnosti od kapaciteta njihove rotacije, spregnuti poprečni presezi se dele u 4 klase. Klasifikacija poprečnog preseka se sprovodi za čelični deo spregnutog preseka u svemu prema EC3. U odnosu na nosače od čelika, specifičnost spregnutih nosača se ogleda u mogućnosti da se pritisnuti čelični element može svrstati u višu klasu, ukoliko se obezbedi njegovo ukrućenje, odnosno vezivanje za armiranobetonski element. U skladu sa tim, može se pretpostaviti da pritisnuta nožica čeličnog profila, čije je izbočavanje sprečeno vezivanjem za betonsku ploču pomoću moždanika, pripada klasi 1.



Slika 2. Veza moment – rotacija za klase poprečnih preseka

Prema EC4 opšta (globalna) analiza konstrukcije prema teoriji plastičnosti vrši se primenom kruto-plastične analize. Lokalna analiza poprečnih preseka može da se vrši prema teoriji elastičnosti ili prema teoriji plastičnosti.



Slika 3. Raspodela napona po visini preseka – teorija plastičnosti

EC4 definiše stepen smičuće veze kao:

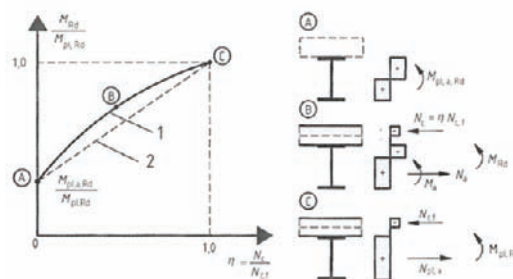
$$\eta = \frac{V_{L,Ed}}{\min\{N_{cf}; N_{pla}\}} \quad (1)$$

gde su:

N_{cf} - normalna sila koju može da prenese betonski presek pri punoj plastifikaciji

$N_{pl,a}$ - normalna sila koju može da prenese čelični presek pri punoj plastifikaciji

$V_{L,Ed}$ - podužna sila smicanja koju može da prenese usvojeni broj moždanika



Slika 4. Uticaj h na otpornost preseka

Za granična stanja nosivosti postoji mogućnost da se proračun vrši prema teoriji plastičnosti (gde se presek potpuno ili delimično plastifikuje) i prema teoriji elastičnosti. Kod graničnog stanja upotrebljivosti koristi se isključivo teorija elastičnosti, uzimajući u obzir i preraspodelu napona u preseku zbog pojave tečenja i skupljanja betona. Kod graničnog stanja nosivosti podrazumeva se da je konstrukcija tako koncipirana i dimenzionisana da poseduje odgovarajuću duktilnost koja joj dopušta da se reološki fenomeni (tečenje i skupljanje betona), i zaostali naponi u čeliku mogu zanemariti.

3. OSNOVE PRORAČUNA SPREGNUTIH GREDA PREMA PRAVILNIKU O TEHNIČKIM MERAMA I USLOVIMA ZA SPREGNUTE KONSTRUKCIJE IZ 1970. GODINE

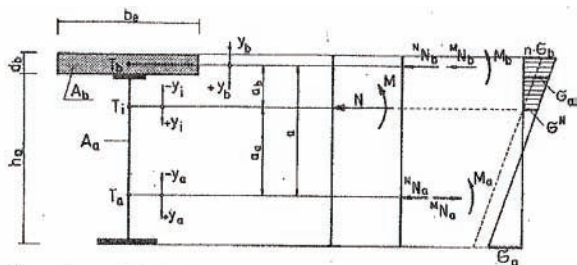
Proračun spregnutih konstrukcija prema domaćem Pravilniku o tehničkim merama i uslovima za spregnute konstrukcije iz 1970. godine se vrši prema teoriji dopuštenih napona pri čemu je potrebno izvršiti sledeće dokaze:

- Dokaz napona za montažna stanja i pojedinačna opterećenja, za sva osnovna i dopunska opterećenja posle završetka građenja i za sva osnovna i dopunska opterećenja posle završetka skupljanja i tečenja betona
- Dokaz preduzimanja mera protiv prslina u betonu
- Dokaz sigurnosti protiv kritičnih deformacija
- Dokaz stabilnosti čeličnog nosača
- Dokaz ugiba
- Dokaz potrebne starosti betona pri prvom opterećenju

Proračun napona je potrebno sprovesti za sledeće tri faze:

- Faza 1 - najnepovoljnija naponska stanja u toku montaže konstrukcije
- Faza 2 - dokaz naponskih stanja u trenutku neposredno nakon završetka konstrukcije pre nastupanja uticaja od skupljanja i tečenja betona.
- Faza 3 - dokaz naponskih stanja u trenutku nakon završetka skupljanja i tečenja betona

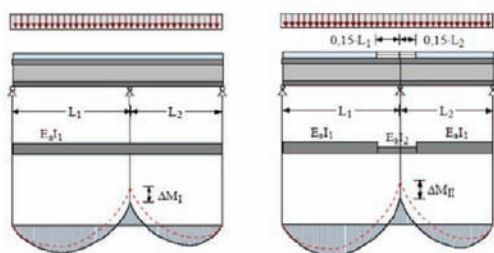
Vrednosti napona u čeličnom i betonskom delu spregnutog poprečnog preseka, koje se dobijaju sabiranjem napona za merodavne kombinacije opterećenja za faze 1,2 i 3 moraju da budu manje od dopuštenih vrednosti napona za čelik, odnosno beton. Prilikom proračuna napona u spregnutom poprečnom preseku po teoriji elastičnosti, kroz vreme, potrebno je obuhvatiti i efekte reologije betona. Proračunski se ovaj uticaj obuhvata korigovanjem modula elastičnosti betona.



Slika 5. Geometrijski podaci, raspored sila i napona u poprečnom preseku spregnute grede – teorija elastičnosti

4. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA SPREGNUTIH GREDA PREMA DOMAĆIM I EC4 PROPISIMA

Osnovna razlika u proračunskom pristupu spregnutih konstrukcija prema EC4 i domaćim propisima je svakako to što se EC4 bazira na teoriji graničnih stanja a domaći pravilnik na teoriji dopuštenih napona. Takođe, za razliku od domaćeg pravilnika u EC4 pri proračunu spregnutih nosača prema teoriji graničnih stanja, razlikuju se pun i parcijalan smičući spoj. Kod punog smičućeg spoja broj moždanika omogućava da se ostvari momenat pune plastičnosti u kritičnom poprečnom preseku, dok kod parcijalnog smičućeg spoja broj moždanika za to nije dovoljan. Ovo omogućava da se, u onim slučajevima kada iz konstruktivnih razloga nije moguće postaviti potreban broj moždanika za pun smičući spoj, (ograničavajući razmak rebra lima) računa sa delimičnim proklizavanjem u smičućem spoju. Prema EC4, za razliku od domaćeg pravilnika, se dopušta ograničena preraspodela momenata savijanja u slučajevima primene elastične globalne analize.



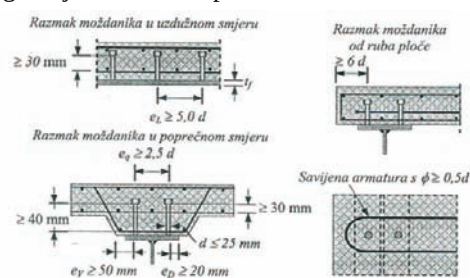
Slika 6. Ograničena preraspodela momenata savijanja – EC4

Plasticna analiza koja je našla primenu u EC4, zbog maksimalnog iskorišćenja preseka, daje ekonomičnija rešenja u odnosu na elastičnu. U elastičnoj analizi, na kojoj se bazira domaći pravilnik, da bi se dobila pouzdana rešenja, moraju da se uzmu u obzir prsline u betonu, kao i reološke osobine betona (tečenje i skupljanje). U EC4 za granično stanje nosivosti reološki fenomeni (tečenje i skupljanje betona), mogu se zanemariti (što nije slučaj kod pravilnika iz 1970-te) zbog pretpostavke da

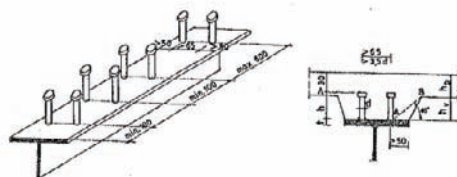
konstrukcija poseduje odgovarajuću duktilnost. Navedeni fenomeni mogu značajno da utiču na ponašanje konstrukcije u eksploataciji, pa se uzimaju u obzir prilikom proračuna graničnih stanja upotrebljivosti, što je zajedničko za oba propisa, i tada se isključivo koristi teorija elastičnosti, uzimajući u obzir i preraspodelu napona u preseku zbog pojave tečenja i skupljanja betona.

Razlike postoje i prilikom proračuna nosivosti moždanika. Naime, prema EC4 nosivost moždanika se računa prema teoriji plastičnosti uzimajući u obzir preraspodelu napona u moždanicima zbog njihovog duktilnog ponašanja, iz čega proizilazi ravnomernija iskorišćenost moždanika postavljenih duž raspona grede. Prema domaćim propisima nosivost moždanika se računa prema teoriji elastičnosti uz kontrolu dopuštenih napona.

Pored proračunskih razlika ovi propisi se razlikuju i u pogledu konstruktivnih pravila za izvođenje što je na primeru ugradnje moždanika pokazano na sledećim slikama.



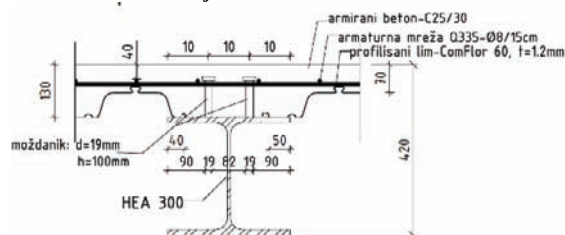
Slika 7. Pravila za ugradnju moždanika – EC4



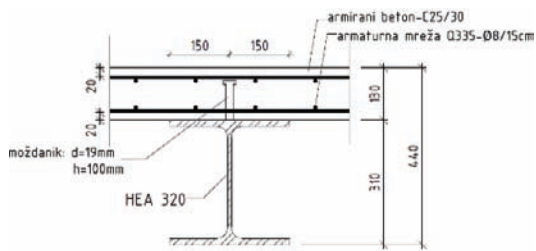
Slika 8. Pravila za ugradnju moždanika – domaći pravilnik

5. PROJEKTNJA REŠENJA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE SA ANALIZOM KOŠTANJA

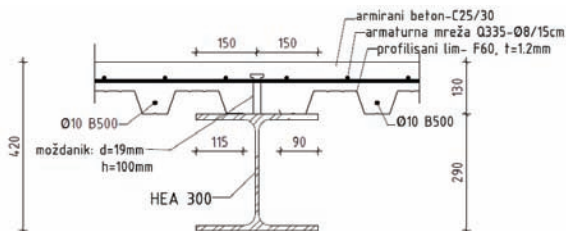
Kao što je ranije pomenuto, projektom međuspratne konstrukcije su obuhvaćena tri rešenja. Zajednička karakteristika svih rešenja je da su stubovi na pravougaonom rasteru 6x8m u jednom i 8x6m u drugom pravcu, čelične grede su izvedene bez podupiranja u fazi izgradnje i primenjen je isti kvalitet materijala za sve tri varijante. Sve ovo omogućava da varijantna rešenja budu uporediva prilikom analize troškova izgradnje. Statički proračun konstrukcije je sproveden korišćenjem studentskih verzija softverskih paketa Scia Engineer, Tower i AxisVM. U nastavku će biti prikazani karakteristični poprečni preseki greda za sva tri rešenja.



Slika 9. Karakteristični poprečni presek – Rešenje 1



Slika 10. Katarakteristični poprečni presek – Rešenje 2

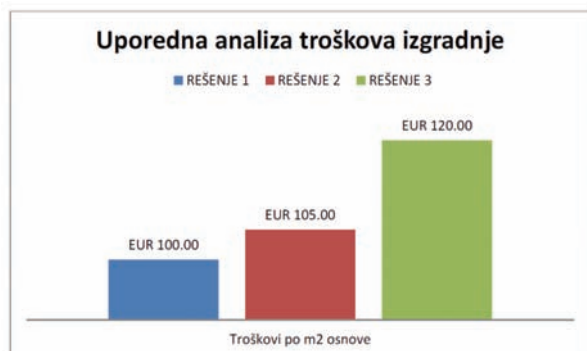


Slika 11. Katarakteristični poprečni presek – Rešenje 3

Proračun i konstruisanje međuspratne konstrukcije je izvršeno u potpunosti prema svim pravilima datim u EC4 a analiza koštanja je urađena korišćenjem aktuelnih cena materijala u Srbiji. Rezultati uporedne analize troškova sva tri rešenja su prikazani na sledećim dijagramima:



Slika 12. Uporedna analiza troškova izgradnje – ukupni troškovi



Slika 13. Uporedna analiza troškova izgradnje – troškovi po m² osnove

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je imao za cilj da obuhvati problem projektovanja spregnutih greda oslanjajući se na evropske norme, koje ulaze u domaću konstruktorsku praksu, kao i da predstavi osnovne razlike u proračunu spregnutih greda prema domaćim i evropskim EC4 propisima. Pored prikaza teorijskih pravila za projektovanje, u radu se nalazi i projekat međuspratne konstrukcije (urađen prema EC4) sa analizom koštanja izgradnje. Ovaj projekat treba da blize i na praktičan način predstavi proceduru proračuna spregnutih greda i spregnutih ploča kao elemenata međuspratnih konstrukcija koje u razvijenom svetu imaju dominantnu primenu u zgradarstvu.

7. LITERATURA

- [1] B.Andonić, D.Dujmović, I. Lakučević: "Projektiranje spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4", I.A. PROJEKTIRANJE, Zagreb, 2012.
- [2] B.Andonić, D.Dujmović, I. Lakučević: "Composite Structures accordnig to Eurocode 4 – Worked Examples", Ernst & Sons, Berlin, 2014.
- [3] Dragan Buđevac: "Metalne konstrukcije u zgradarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 2000.
- [4] EN 1994
- [5] Milenko Pržulj: "Spregnute konstrukcije", IRO GRAĐEVINSKA KNJIGA, Beograd, 1989.
- [6] Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za sprengute konstrukcije iz 1970. godine
- [7] Stanko Brčić: "Prednapregnute i Sprengute konstrukcije", autorizovana predavanja na osnovnim akademskim studijama, Uneverzitet u Novom Pazaru
- [8] B.Andonic, D.Dujmović, I.Džeba: "Metalne konstrukcije 1", INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HVRVATSKE
- [9] EN 1992

Kratka biografija:



Darko Jović rođen je u Surdulici 1991. god. Osnovne akademske studije iz oblasti građevinarstva završio je na FTN-u u Novom Sadu 2014. godine sa prosečnom ocenom 9,17 odbranivši Bachelor rad iz metalnih konstrukcija. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstva odbranio je 2015. godine.

**ANALIZA NAČINA IZVOĐENJA SPOJEVA KONSTRUKCIJSKIH ELEMENATA I
PLANIRANJE IZGRADNJE MONTAŽNE HALE****ANALYSIS OF JOINTS TECHNOLOGY BETWEEN STRUCTURAL ELEMENTS
AND PLANNING THE CONSTRUCTION FOR PREFABRICATED HALL**

Igor Raič, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je razmatran problem izbora optimalnog načina izvođenja spojeva između prefabrikovanih elemenata montažne betonske hale. Analizirani su spoj temelja i stuba, spoj stuba i glavnog krovnog nosača, i spoj glavnog krovnog nosača i rožnjače. Veze su vrednovane na osnovu troškova osnovnog materijala, troškova radne snage, utroška vremena, stepen tačnosti izrade elemenata i stepena komplikovanosti montaže.

Abstract – This paper analyzes the problem of selecting the optimal mode of joints between prefabricated components of concrete halls. It was analyzed the connection between the foundation and column, the connection between the column and the main roof beam and the connection between the main roof beam and the secondary roof beam. Analysis and evaluation of selected types of connections is based on multiple criteria: the cost of materials, labor costs, expenditure of time, the degree of accuracy the composition of elements that form a bond, the degree of complexity of the assembly.

Ključne reči: montažni spojevi, varijante, kriterijumi, višekriterijumska optimizacija

1. UVOD

Industrijalizacija građenja, kao i njen deo montaža prefabrikovanih elemenata građevinskih objekata, postiže se projektovanjem odgovarajućih tehničkih rešenja objekta, primenom i ovladavanjem savremenom tehnologijom, dobrom pripremom, planiranjem i organizacijom procesa montaže [1]. Problemi vezani za izgradnju montažnih betonskih objekata nisu dakle, samo konstruktorske prirode, već su i organizacioni i ekonomski.

U radu je analizirana izvodljivost spojeva montažnih elemenata hale sa ciljem da se izaberu najpovoljnija (optimalnija rešenja). Analizirani su primarni spojevi montažne konstrukcije: spoj temelja i stuba, spoj stuba i glavnog krovnog nosača i spoj glavnog krovnog nosača i rožnjače. Za svaki od spojeva razmatrana su tri varijantna rešenja, vrednovana su na osnovu definisanih kriterijuma, a primenom metode višekriterijumske optimizacije izabrana je najpovoljnija varijanta.

NAPOMENA:

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

**2. ANALIZA IZVOĐENJA SPOJA DVA
MONTAŽNA ELEMENTA**

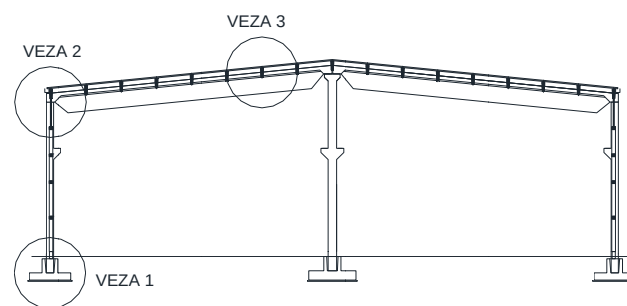
U montažnim konstrukcijama spojevi i veze imaju primarnu ulogu. Izbor sistema veza zavisi od načina povezivanja elemenata u konstrukciji. Rešavanju problema spojeva i veza treba posvetiti punu pažnju u svim fazama projektovanja i građenja. Tip spoja treba uskladiti sa konstrukcijom objekta, prirodom sila koje se mogu pojaviti u njima i tehnologijom izrade i montaže. Pri proračunu spojeva montažnih elemenata, uvodi se i dejstvo tolerantnih grešaka pri proizvodnji i montaži, jer ona mogu izazvati značajne poremećaje u položaju i raspodeli sila.

Kada je potrebno za konkretan objekat (Podno skladište crnih cevi i limova u Šimanovcima), izabrati najpovoljniji način spajanja elemenata, neophodno je više mogućih varijanti analizirati i izabrati optimalno rešenje. U ovom radu vrednovane su primarne veze konstrukcijskih elemenata (slika 1.):

VEZA 1 – veza temelja i stuba

VEZA 2 – veza stuba i glavnog nosača i

VEZA 3 - veza glavnog i sekundarnog nosača (rožnjača)



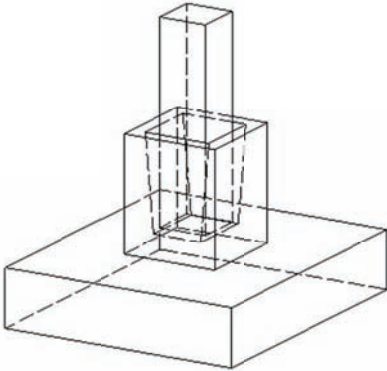
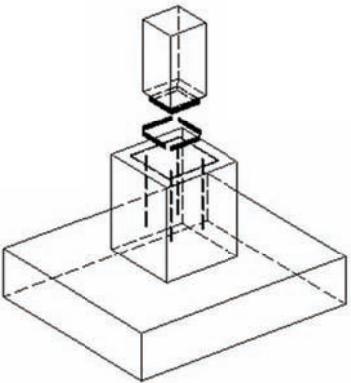
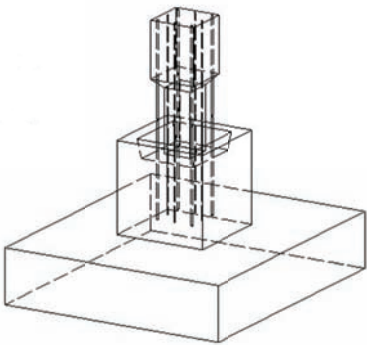
slika 1.

Veze montažnih elemenata hale vrednovane su sa tehnološkog aspekta, pa su definisane kriterijumske funkcije:

- f_1 - troškovi osnovnog materijala
- f_2 - troškovi radne snage
- f_3 - utrošak vremena za izvođenje veze
- f_4 - stepen tačnosti izrade elemenata koji formiraju vezu i
- f_5 - stepen komplikovanosti montaže.

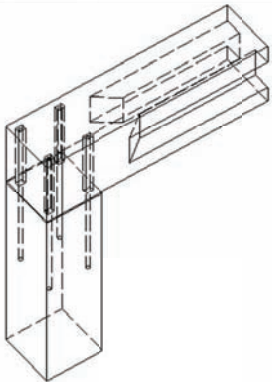
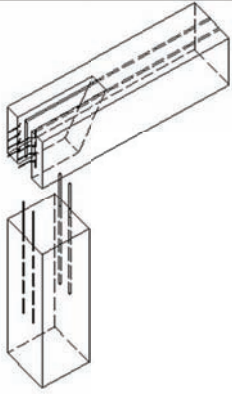
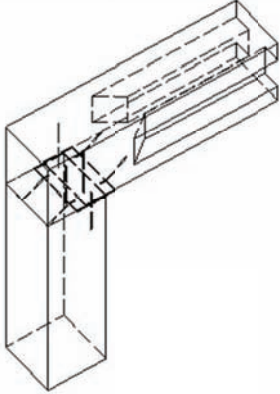
Za svaki tip veze predložene su po tri varijante izvođenja. U tabeli 1. Prikazane su veze između temelja i stuba i vrednosti kriterijumskih funkcija za varijantna rešenja [2], [3].

Tabela 1. Kriterijumske funkcije za VEZU 1

VEZA 1- VEZA TEMELJ - STUB					
V - 1.1					
	f1 [din/spoj]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]	f5 [/]
	748.000	633.245	3.564	4.100	1.000
V - 1.2					
	f1 [din/spoj]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]	f5 [/]
	3289.600	725.711	3.895	4.200	2.000
V - 1.3					
	f1 [din/spoj]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]	f5 [/]
	1500.240	918.070	5.420	4.300	3.000

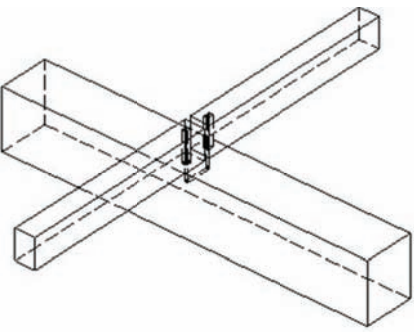
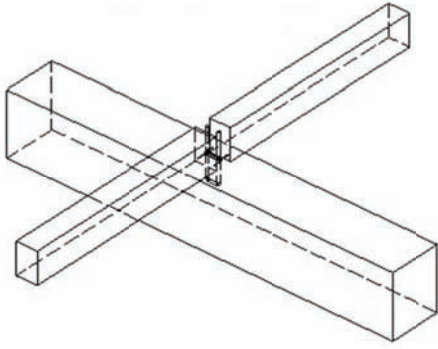
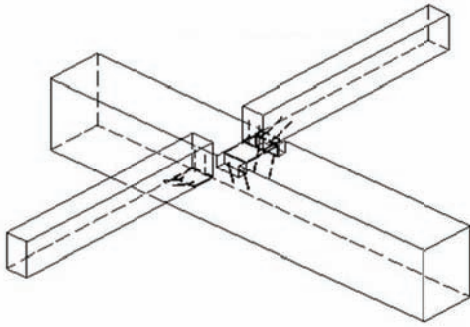
U tabeli 2. prikazane su varijante izvođenja za vezu između stuba i glavnog nosača i vrednosti kriterijumskih funkcija za varijantna rešenja [2], [3].

Tabela 2. Kriterijumske funkcije za VEZU 2

VEZA 2 - VEZA STUB - GLAVNI NOSAČ					
V - 2.1					
	f1 [din/spoj]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]	f5 [/]
	56.450	516.000	2.752	4.300	1.000
V - 2.2					
	f1 [din/spoj]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]	f5 [/]
	534.070	557.720	2.980	4.200	3.000
V - 2.3					
	f1 [din/spoj]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]	f5 [/]
	2885.300	559.240	2.885	4.100	2.000

U tabeli 3. prikazane su varijante izvođenja za vezu između glavnog nosača i rožnjače i vrednosti kriterijumskih funkcija za varijantna rešenja [2], [3].

Tabela 3. Kriterijumske funkcije za VEZU 3

VEZA 3 – VEZA GLAVNI NOSAČ - ROŽNJACA				
V - 3.1				
	f1 [din/spoj j]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]
	10.380	453.730	2.530	4.300
V - 3.2				
	f1 [din/spoj j]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]
	42.930	458.960	2.560	4.100
V - 3.3				
	f1 [din/spoj j]	f2 [din/spoj]	f3 [Nč/spoj]	f4 [/]
	486.324	457.330	2.530	4.200

3. VIŠEKITERIJUMSKA OPTIMIZACIJA I IZBOR VEZE

Problem izbora optimalnog spoja rešen je primenom metode višekriterijumske optimizacije (metoda kompromisnog programiranja i metoda kompromisnog rangiranja) [4]. Model optimizacije minimizira svih pet kriterijumskih funkcija i oblika je:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5) \quad (1)$$

Prilikom rešavanja zadatka VKO, određena su kompromisna rešenja za različite vrednosti parametara $p=1, 2, \infty$, pod uslovom da sve kriterijumske funkcije imaju iste kriterijumske koeficijente. Izborom parametara p , usvaja se strategija postizanja kompromisa u VKO:

- $p=1$, rešenje je najbolje po svim kriterijumima zajedno,
- $p=2$, rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački,
- $p=\infty$, prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem.

Izlazni rezultati optimizacije, redosled varijantnih rešenja, za obe metode, prikazan je tabelarno (od tabele 4 do tabela 9).

Tabela 4. Metoda kompromisnog programiranja - VEZA 1

	V - 1.1	V - 1.2	V - 1.3
$p=1$	1	2	3
$p=2$	1	2	3
$p=\infty$	1	2	3

Tabela 5. Metoda kompromisnog rangiranja - isti težinski koeficijenti – VEZA 1

	V - 1.1	V - 1.2	V - 1.3
$v_1=0.0$	1	2	3
$v_1=0.3$	1	2	3
$v_1=0.6$	1	2	3
$v_1=0.9$	1	2	3
$v_1=1.0$	1	2	3

Tabela 6. Metoda kompromisnog programiranja – VEZA 2

	V - 2.1	V - 2.2	V - 2.3
$p=1$	1	3	2
$p=2$	1	3	2
$p=\infty$	1	3	2

Tabela 7. Metoda kompromisnog rangiranja-isti težinski koeficijenti – VEZA 2

	V - 2.1	V - 2.2	V - 2.3
$v_1=0.0$	1	3	2
$v_1=0.3$	1	3	2
$v_1=0.6$	1	3	2
$v_1=0.9$	1	3	2
$v_1=1.0$	1	3	2

Tabela 8. Metoda kompromisnog programiranja - VEZA 3

	V - 3.1	V - 3.2	V - 3.3
$p=1$	1	2	3
$p=2$	1	2	3
$p=\infty$	1	2	3

Tabela 9. Metoda kompromisnog rangiranja-isti težinski koeficijenti – VEZA 3

	V - 3.1	V - 3.2	V – 3.3
v1=0.0	1	2	3
v1=0.3	1	2	3
v1=0.6	1	2	3
v1=0.9	1	2	3
v1=1.0	1	2	3

Analizom i vrednovanjem predloženih varijanti izvođenja spojeva konstrukcijskih elemenata izabrana su optimalna rešenja.

VEZA 1 - Spoj temelj - stub

Analizirajući tri načina izvođenja spoja temelj – stub, došlo se do zaključka da je optimalna prva varijanta, (V-1.1), po svih pet kriterijuma (što je metoda potvrdila). Najveću prednost ove varijante u odnosu na druge dve je u ukupnim troškovima osnovnog materijala i u utrošku vremena izvođenja spoja.

VEZA 2 - Spoj stub - glavni krovni nosač

Analiza spoja stuba i glavnog krovnog nosača pokazala je da je optimalan način izvođenja spoja varijanta (V-2.1). Sve tri varijante su bliske po troškovima radne snage i utrošku vremena izvođenja, dok je po kriterijumu tačnosti izrade elementa najpovoljnija varijanta V – 2.3. Izabrana varijanta po pitanju troškova osnovnog materijala i stepena komplikovanosti montaže ima prednost u odnosu na druge dve, a obe metode su je rangirale kao najpovoljnije rešenje spoja između stuba i glavnog krovnog nosača.

VEZA 3 - Spoj glavni krovni nosač - rožnjača

Analiza izvođenja spoja glavnog krovnog nosača i rožnjače je pokazala da je optimalna varijanta (V-3.1). Ova varijanta ima najveću prednost u odnosu na druge dve varijante u troškovima osnovnog materijala i stepenu komplikovanosti montaže. Što se tiče troškova radne snage i utroška vremena izvođenja spoja, sve tri varijante su bliske, dok je po kriterijumu stepena tačnosti izvođenja elementa najpovoljnija V-3.3.varijanta. Na osnovu dobijenih rezultata analize, redosleda varijantnih rešenja u postupku optimizacije, usvojeno je da se spoj između glavnog krovnog nosača i rožnjače izvodi kao varijanta V-3.1.

4. DINAMIČKI PLANOV IZGRADNJE

Za usvojene načine spajanja montažnih elemenata (optimalna rešenja), planirana je izgradnja kompletnog objekta. Planiranje izgradnje objekta obuhvata izradu modela procesa izgradnje i njihovu vremensku analizu (dinamičke planove izgradnje).

Proces izgradnje objekta je složen sa nizom tehnoloških međuzavisnosti, tehničkih i lokacionih ograničenja, pa uzimajući u obzir organizacione zahteve, izrada dinamičkog plana sprovedena je u više koraka, čime su predstavljeni pojedini delovi procesa, kao i čitav proces (ciklogram montaže konstrukcije hale, mrežni plan i gantogram izgradnje objekta) [5].

Obrada mrežnog plana sa svim potrebnim ulaznim podacima urađena je pomoću računarskog programa MS Project for Windows. Usvojen je radni kalendar sa

desetočasovnim radnim vremenom. Dinamički planovi su pokazali da je za realizaciju objekta potrebno 59 radnih dana u periodu od 6.10.2015. do 14.12.2015. godine.

5. ZAKLJUČAK

U radu je analizirana izvodljivost spojeva montažnih betonskih elemenata, sa ciljem da se izaberu najpovoljnija rešenja koja će biti primenjena pri izgradnji objekta, Podnog skladišta crnih cevi i limova u Šimanovcima.

Analizirana su tri spoja primarnih konstrukcijskih elemenata, spoj temelja i stuba, spoj stuba i glavnog krovnog nosača i spoj glavnog krovnog nosača i rožnjače. Za svaki spoj varirana su tri rešenja. Varijantna rešenja su vrednovana prema usvojenim kriterijumima, troškovima osnovnog materijala, troškovima radne snage, utrošku vremena, stepenu tačnosti izrade elemenata i stepenu komplikovanosti montaže.

Analizom više mogućih varijanti za spojeve montažnih elemenata hale i primenom metode višekriterijumske optimizacije predložena su rešenja koja su se pokazala najpovoljnijim sa izvođačkog aspekta (niži troškovi, brže i lakše izvođenje).

Za usvojenu optimalnu varijantu spajanja montažnih elemenata konstrukcije, planirana je izgradnja objekta i izračunato je ukupno vreme, rok izgradnje u trajanju od 59 dana.

6. LITERATURA

- [1] Trivunić, M., Dražić, J.: "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", *Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2009.*
- [2] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu visokogradnja, građevinski radovi-1", *Građevinska knjiga, Beograd, 2004.*
- [3] Milotić, M. : "Priručnik za zavarivanje", *Saobraćajni fakultet Doboj, 2008.*
- [4] Opricović, S. : "Optimizacija sistema", *Građevinski fakultet, Beograd, 1992.*
- [5] Trivunić, M. , Matijević, Z. : "Tehnologija i organizacija građenja", praktikum, *Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2004.*

Kratka biografija:



Igor Raić rođen je u Novom Sadu 1986. godl. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Organizacija i tehnologija građenja – Teorija sistema i sistemska analiza odbranio je 2015.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 i arhitektonske konstrukcije.

ANALIZA RIZIKA, NAČIN PLAĆANJA I REŠAVANJE SPOROVA PRI UGOVARANJU GRAĐEVINSKIH RADOVA PREMA FIDIC-U**RISK ANALYSIS, METHOD OF PAYMENT AND SETTLEMENT OF DISPUTES IN CONTRACTING CONSTRUCTION WORKS ACCORDING TO FIDIC**

Sonja Tornjanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet rada jeste da se analizira Fidic, načini ugovaranja sa aspekta rizika, načina plaćanja i rešavanje sporova prema različitim uslovima (knjigama-Crvena, Žuta i Zelena knjiga). Analizirana je i paralelizacija zakonodavstva u Srbiji u odnosu na Fidic. Osnovni cilj je utvrđivanje najboljeg načina ugovaranja.

Abstract – The subject of this thesis is to analyze the Fidic, ways to contracting with regard to risks, methods of payment settlement of disputes under different conditions (books-Red, Yellow and Green). Analysed and parallelization of legislation in Serbia in relation to the Fidic. The main objective is to determine the best ways of contracting.

Ključne reči: Fidic, rizik, način plaćanja i rešavanje sporova

1. UVOD

Upravljanje projektnom predstavlja celokupno planiranje, rukovođenje, kontrolu i koordinaciju. Da bi se neki projekat uspešno realizovao potrebno je tačno definisati tehnologiju izvođenja radova, organizaciju gradilišta kroz planirane faze kao i neophodne resurse u vidu materijala, radne snage i mehanizacije. Međutim pored ovih tehničkih karakteristika potrebno je definisati i pravnu osnovu koja prati neki projekat. Konkretno tu se podrazumeva formiranje ugovora koji precizno definiše kompletan proces, od potpisivanja, do završetka radova na objektu.

Fidic-ovi opšti uslovi omogućavaju tačno definisane prava i obaveze između ugovorenih strana, način plaćanja, rizik, kao i mnoge druge važne stvari koje utiču na tok projekta. Jasno formulisani tipski dokumenti predstavljaju glavni alat za vođenje investicija u svetu. Prednosti ugovaranja na ovakav način su: razumljivost, doslednost, pravičnost, obuhvatanje treće strane u projektu, sveobuhvatljivost i fleksibilnost.

2. FIDIC

FIDIC predstavlja međunarodnu federaciju nacionalnih udruženja inženjera, konsultanata koji su je osnovali 1913. godine u Belgiji. Od samog osnivanja ove međunarodne asocijacije, FIDIC-ovi opšti uslovi ostvaruju značajan uticaj na rešavanje inženjerskih (pravnih, ekonomskih) i ostalih problema formirajući način za

stvaranje standardnih uslova ugovora i procedura u vezi izgradnje investicionih objekata. Ovi uslovi ugovaranja su veoma brzo ušli u praksu u svim razvijenim zemljama sveta pošto su se pokazali kao odličan alat za vođenja investicija, precizno definišu sve finansijske i druge odnose, za vreme i nakon završetka projekta. FIDIC se razvijao i izdao je nekoliko izdanja svojih Generalnih uslova, tako da su sada na snazi Generalni uslovi izdati 1999. godine. Ovi uslovi su izdati u šest knjiga, koje razlikujemo po "boji" i koje građevinske projekte dele na šest različitih vrsta. U okviru master rada analizirane su tri knjige.

2.1. Uslovi ugovaranja za izvođenje radova

Crvena knjiga je najčešće i najviše korišćena FIDIC knjiga uslova ugovora. Namenjena je za projekte visokogradnje i niskogradnje. Osnovna karakteristika ove knjige je da svu projektnu dokumentaciju izrađuje Investitor ili Projektant za Investitora. Investitor ugovara sa izvođačem radova da izvede projektovani objekat, po detaljnom predmeru i predračunu, za ugovoreno vreme. Naplata se vrši na osnovu jediničnih cena i stvarno izvedenih količina. U ovakvom ugovoru se sve količine radova mere i naplaćuju kroz mesečne situacije. Inženjer obračunava privremene i mesečne situacije. Cena radova mora biti veća od 500.000\$ kako bismo koristili ovu formu ugovora. Izvođač radova snosi svu izvođačku odgovornost i daje ugovoreni garantni rok.

2.2. Uslovi ugovaranja za postrojenja i projektovanje-izvođenje radova

Žuta knjiga je takođe jedna od najčešće primenjenih FIDIC uslova ugovora, ali u našoj zemlji se veoma retko primenjuju. Namenjena je za projekte visokogradnje i niskogradnje, ali i za obezbeđivanje elektro i/ili mašinskih postrojenja. Tehničku dokumentaciju obezbeđuje Izvođač, koji i izvodi radove, prema ovako izrađenoj dokumentaciji. Odgovoran je za građevinske, elektro i mašinske radove. Izvođač radova mora biti odgovorna i srtačna firma koja poznaje sve aspekte građevinske struke, te mora da razreši sve problem projekta. Cena radova na osnovu ove knjige je jedinstvena, ukupna (paušalna), a bilo kakav predmer i predračun služi samo za kao alat izračunavanje i naplaćivanje mesečnih situacija za vreme trajanja projekta. Količine radova se ne mere jer nemaju uticaj na konačnu cenu. Inženjer odobrava plaćanje koje se vrši prema napretku radova i vrši reviziju Izvođačkog projekta. Izvođač radova je odgovoran za rezultat i mora proveriti zahteve Investitora da ne sadrže greške. Investitori se danas u razvijem svetu

NAPOMENA:

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

često odlučuju za ovaj tip ugovora, pošto njime skraćuju postupak tendera time što je sve ugovoreno odjednom, pa samim tim se brže dolazi do cilja.

2.3. Kratka forma ugovora

Ugovor za male projekte, poznat kao Zelena knjiga, koristi se za relativno jednostavne radove, sa malim brojem aktivnosti, ili radove koji se ponavljaju dosta puta. Ova knjiga sadrži značajno manje članova-svega 15 članova, nego ostale i primenjuje se za projekte čije trajanje ne prelazi 6 meseci. Kod ove vrste ugovora tipično je da Izvođač radova izvodi prema tehničkoj dokumentaciji dobijenoj od Investitora ili da projekat radi Izvođač radova. Projekti izvedeni po ovoj knjizi su male finansijske vrednosti, tj. manje od 500.000\$. Inženjer po ovoj knjizi nije obavezan ali Investitor može da ga angažuje. Cena kod ovakvog ugovora ugovara se kao paušalna ili ukupna cena.

3. RIZIK PREMA FIDIC-U

Rizik predstavlja stanje u kojem postoji mogućnost negativnog odstupanja od poželjnog ishoda koji očekujemo ili kome se nadamo. Angažovanje građevinskih usluga je rizičan poduhvat za Investitora, projekatnata i Izvođača radova. Sve ove strane su izložene nepredviđenim rizicima i ekonomskim gubicima. Rizik ne može biti eliminisan ali ukoliko adekvatno upravljamo rizikom možemo dovesti do lakšeg i jednostavnijeg izvođenja radova, do smanjenja ukupne cene projekta kao i smanjenje nastalih sporova.

3.1. Analiza rizika prema Crvenoj i Žutoj knjizi

Izvođač je dužan da obešteti i oslobodi odgovornosti Investitora i njegove zastupnike u slučaju potraživanja štete, gubitaka i troškova u slučaju: telesne povrede, bolesti, oboljenja ili smrti bilo koje osobe koji proisteknu iz, ili za, ili usled projektovanja i izvođenja radova od strane Izvođača, i otklanjanju eventualnih nedostataka osim kada se takav slučaj može prepisati nepažnji ili kršenju ugovora od strane Investitora.

Investitor je dužan da obešteti i oslobodi odgovornosti Izvođača i njegove zastupnike u slučaju potraživanja štete, gubitaka i troškova koji se odnosi na: telesne povrede, bolesti, oboljenja ili smrti bilo koje osobe koji se mogu pripisati nepažnji ili kršenja ugovora od strane Investitora, a takođe i pitanja za koja se odgovornost može isključiti iz polise osiguranja.

Izvođač preuzima punu odgovornost za staranje o radovima i dobrima od dana početka radova do izdavanja potvrde o preuzimanju radova kada odgovornost prelazi na Investitora. Izvođač je odgovoran za sve gubitke ili štetu koja nastane nakon izdavanja potvrde o preuzimanju, a koja proistekne iz nekog prethodnog događaja za koji je Izvođač bio ogovoran, takođe i za sve radove koji su nedovršeni na dan naveden u potvrdi o preuzimanju, do momenta završetka tih radova. Svi nastali troškovi u tom periodu kada je Izvođač ogovoran mora ih nadoknaditi Investitoru.

Rizici Investitora obuhvataju: rat, invazija, delovanje stranih neprijatelja, pobuna, terorizam, revolucija, meteži, eksplozivni materijali, svako delovanje prirodnih sila koje se ne može predvideti radi preduzimanja adekvatne zaštite. Ukoliko usled saniranja takvih gubitaka Izvođač

kasni ili bude izložen povećanju troškova ima pravo na produženje roka za svako kašnjenje i na naplatu svih prouzrokovanih troškova koji će biti uključeni u cenu. U slučaju da dođe do povrede autorskih prava, zaštitnog žiga, poslovne tajne ili bilo kog drugog prava industrijske ili intelektualne svojine koje se odnose na radove pokreće se postupak u kojem se tvrdi da je došlo do povrede. U slučaju da jedna ugovorna strana ne obavesti drugu u roku od 28 dana od datuma prijave zahteva, smatra se da je prvopomenuta strana odrekla svakog prava na naknadu štete po ovom članu. Nijedna ugovorna strana nije odgovorna drugoj ugovornoj strani za nemogućnost korišćenja radova, izmaklu dobit, gubitka drugog ugovora ili za indirektan ili posledičan gubitak ili štetu koju pretrpi druga ugovorna strana. Ukupna odgovornost Izvođača prema Investitoru po ovom ugovoru ne može da premaši sumu navedenu u posebnim uslovima ili prihvaćenu ugovorenu cenu.

3.2. Analiza rizika prema Zelenoj knjizi

Izvođač radova snosi potpunu odgovornost za staranje o radovima od datuma početka do datuma investitorovog obaveštenja o primopredaji, nakon toga odgovornost prelazi na Investitora. Ukoliko tokom navedenog perioda dođe do štete u radovima Izvođač je dužan da nadomesti takav gubitak.

Ako bilo koja strana bude onemogućena višom silom da izvršava svoje obaveze, dotična strana je obavezna da odmah obavesti drugu stranu. Po potrebi Izvođač obustavlja izvođenje radova i vrši demobilizaciju svoje opreme u obimu koji je dogovoren sa Investitorom. Ako dejstvo više sile traje duže od 84 dana, bilo koja strana ima pravo da raskine ugovor sa otkaznim rokom od 28 dana. Po raskidu, Izvođač radova ima pravo na isplatu razlike u vrednosti izvedenih radova, materijala i postrojenja isporučenih na gradilištu.

Obaveze Investitora su: obezbeđenje gradilišta (sav material i postrojenja koja se nalaze na gradilištu su vlasništvo Investitora), obavezivanje u pomaganju Izvođaču radova da pribavi neophodne licence i odobrenja za izvođenje radova. Odgovornosti Investitora su: rat, invazija, pobuna, terorizam, sve prirodne i više sile. Neke obaveze Izvođača radova su: obavezuje se da radove izvede dobro i u skladu sa ugovorom. Obavezuje se takođe da obezbedi nadzor, radnu snagu, materijale, postrojenja i neophodnu opremu. Izvođač deo radova može da ustupi podizvođačima ali nikako radove u celini. U slučaju da Izvođač radova je i odgovoran da projektuje tj. projektant u tom slučaju prihvata kompletan rizik na sebe za projektovanje i izvođenje radova. Investitor je tada odgovoran za specifikacije i crteže.

4. NAČIN PLAĆANJA PREMA FIDIC-U

4.1. Način plaćanja prema Crvenoj i Žutoj knjizi

Isplata radova vrši se na račun koji navede Izvođač u zemlji plaćanja (za odgovarajuću valutu) koja je naznačena u ugovoru. Izvođač je dužan da plati sve poreze, takse i naknade za koje je obavezan po ugovoru, a ugovorna cena ne može da se koriguje za ove troškove. Ugovorna cena se ugovara ili određuje i može da se koriguje u skladu sa ugovorom.

Sve količine navedene u predmeru ili u drugim tabelama predstavljaju procenjene količine i ne uzimaju se kao stvarne i tačne količine koje treba Izvođač da izvede. Kada Izvođač dostavi garanciju Investitor isplaćuje avans u vidu beskamratne pozajmice za pripremne radove i podršku novčanim tokovima. U skladu sa ugovorom definisan je ukupan iznos avansa, broj i termini rata za isplatu i valute plaćanja. Nijedan iznos ne može biti potvrđen ili plaćen sve dok Nadzorni organ ne primi i odobri garanciju za valjano izvršenje posla. Investitor nije odgovoran Izvođaču po bilo kom pitanju u vezi ugovora ili izvođenja radova osim kada je Izvođač izričito utvrdio iznos u te svrhe u završnom obračunu ili u obračunu na završetku radova. Ugovorna cena isplaćuje se u valuti ili valutama navedenim u tabeli valuta plaćanja.

4.2. Način plaćanja prema Zelenoj knjizi

Izvođač radova ima pravo na mesečno plaćanje na osnovu vrednosti izvedenih radova i procenta vrednosti materijala i postrojenja isporučenih na gradilištu u razumnom roku. Svakog meseca Izvođač radova podnosi Investitoru izveštaj navodeći iznose na koje ima pravo po sopstvenom mišljenju. Izvođač ima pravo na zateznu kamatu po stopi navedenoj u prilogu za svaki dan Investitorovog kašnjenja u plaćanju po isteku predviđenog roka za plaćanje. Ukoliko dođe do raskida ugovora Izvođač radova ima pravo na isplatu neisplaćenog dela vrednosti izvedenih radova, materijala. Neto dospelaz razlika se isplaćuje ili vraća u roku od 28 dana od podnošenja otkaza.

5. REŠAVANJE SPOROVA PREMA FIDIC-U

5.1. Rešavanje sporova prema Crvenoj i Žutoj knjizi

Sporove rešava komisija za rešavanje sporova koja se sastoji od jednog ili tri adekvatna kvalifikovana člana. Ugovorne strane su dužne da zajednički imenuju komisiju do datima naznačenog u ugovoru. Svaka strana postavlja po jednog člana, a zajednički određuju trećeg člana koji se postavlja za predsednika. Do spora može doći između ugovorenih strana koji proizilazi u vezi sa ugovorom ili izvođenjem radova, uključujući i svaki spor koji se odnosi na potvrde, odluke, naloge, mišljenja i procene Nadzornog organa. Svaka ugovorna strana ima pravo da u pisanoj formi uputi spor na rešavanje od strane komisije za rešavanje sporova uz dostavljanje kopije drugoj ugovornoj strani i Nadležnom organu. Uput se smatra primljen kad ga primi predsednik komisije. Obe ugovorne strane su dužne da na zahtev komisije obezbede sve dodatne podatke, pristup gradilištu i odgovarajuća sredstva koja su potrebna komisiji radi lakšeg rešavanja spora. Smatra se da komisija ne deluje kao arbitar. Arbitražu vrši, po pravilima arbitraže Međunarodne privredne komore, jedan arbitar i svi sporovi ili potraživanja biće konačno rešeni u ovom postupku.

5.2. Rešavanje sporova prema Zelenoj knjizi

Pre početka radova, još u fazi formiranja tendera ili zaključivanja ugovora, potrebno je angažovati presuđivača, iako možda ne bude potrebno da presuđivač bilo šta učini pre nego što mu se spor podnese na rešavanje. Odugovlačenje bi bilo neminovno ako bi strane

pokrenule postupak postavljanja presuđivača tek po nastanku spora kako bi se postigao sporazum što pre. Presuđivač bi trebalo da bude nepristrasan. Arbitraži se ne može pristupiti pre podnošenja spora presuđivaču na rešavanje. U Prilogu bi trebalo da se odrede primenljiva pravila arbitraže. Arbitražni tribunal u Parizu postavlja i smenjuje arbitre, kontroliše nadležnosti i odluke i uopšte prate rad arbitra..

6. ANALIZA RIZIKA, NAČINA PLAĆANJA I REŠAVANJE SPOROVA PREMA FIDIC-U

Nakon analize rizika, načina plaćanja i rešavanje sporova u Fidic-ovim knjigama data je tabelarna papalelizacija (Tabela 1.) razmatranih knjiga po analiziranim stavkama radi lakšeg pregleda i uočene razlike među knjigama.

Tabela 1.

	RED BOOK FIDIC (Crvena knjiga)	YELLOW BOOK FIDIC (Žuta knjiga)	GREEN BOOK FIDIC (Zelena knjiga)
TIPIKALNA	Projekti visokogradnje i niskogradnje	Projekti visokogradnje i niskogradnje električna i mašinska postrojenja	Za građevinske, elektro, mašinske Projekti koji su jednostavni
PROJEKATNA DOKUMENTACIJA	Izdružuje Investitor ili Investitor obezbeđuje projektanta	Obezbeđuje Izvođač	Najčešće obezbeđuje Investitor, a može i Izvođač radova
INŽENJER (NAZORNI ORGAN)	Overava izvedene količine za naplatu na temelju merenja	Odobrava projektnu dokumentaciju i overava izvedene količine za naplatu na temelju procene	Nije neophodan, Investitor ga može angažovati
IZVOĐAČ RADOVA	Može predložiti jednostavnije ili jeftinije izvođenje i tada dobija 50% uštede cene	Može predložiti jednostavnije ili jeftinije izvođenje, a ušteda ulazi u konačnu cenu	-----
CENA	Promenljiva	Jedinstvena-zajednička	Paušalna-ukupna P.S. nema avansa
NAPLATA	Vrši se na osnovu jediničnih cena i stvarno izvedenih radova	Vrši se prema napretku radova ili kao ukupna suma	Na osnovu izvedenih radova, na osnovu isporučenog materijala i postrojenje
RASPODELA RIZIKA	U ravnotežna	U ravnotežna	U ravnotežna
RIZIK INVESTITORA	Visok	Nizak	Visok/Nizak
RIZIK IZVOĐAČA	Nizak	Visok	Nizak/Visok
REŠAVANJE SPORA	Mirim putem ili arbitražom	Mirim putem ili arbitražom	Prijateljsko poravnavanje ili lokalna arbitraža imenovana na početku
ADMINISTRACIJA UGOVORA	Velika	Velika	Velika
CENA UGOVORA	Niska-lako pravno uređen dokument	Srednja	Mala
POTRAŽIVANJA	Visoka	Srednja	Visoka

7. OSNOVNE RAZLIKE IZMEĐU NAŠIH I MEĐUNARODNIH PROPISA

Zakonsku direktivu u našoj zemlji regulišu sledeći zakoni: zakon o planiranju i izgradnji, zakon o obligacionim odnosima i posebne uzanse o građenju.

8. ZAKLJUČAK

Fidic-ovi uslovi ugovaranja su najviše primenljivi set uslova ugovaranja u međunarodnom građevinarstvu.

Rizik Investitora je veći u Crvenoj knjizi nego u Žutoj jer je on taj koji obezbeđuje kompletnu tehničku dokumentaciju, a Izvođač izvodi po njoj, zato je njegov rizik manji. Način plaćanja je bolje primenjivati prema Žutoj knjizi, jer se cena ugovara kao ukupna, dok kod Crvene knjige cena je promenljivog karaktera na osnovu predmera radova i jediničnih cena. U Zelenoj knjizi cena se formira na osnovu isporučenog materijala, ugrađene opreme i izvedenih radova i to bez avansa.

Rešavanje sporova se rešava mirnim putem ili arbitražom u svim knjigama.

Tabela 2.

	MEĐUNARODNI PROPISI (FIDIC)	PROPISI U NAŠOJ ZEMLJI
KOMUNIKACIJA	Na službenom jeziku, u pisanoj formi	Nedostatak komunikacije
POVEĆANJE CENE ILI ROKA	Jasno je definisano šta može biti osnov za potraživanje	Nema preciznog definisanja
INŽENJER	Upravlja projektom u svim tehničkim, finansijskim i ugovornim aspektima	Nadzire radove i overava mesečne situacije
	Vodi svu dokumentaciju	Izvođač radova vodi građevinski dnevnik i knjigu
	Ne sme nametati nikakva metodološka, tehničko- tehnološka rešenja (samo savet)	Sarađuje sa Izvođačem radova i projektantom da nametne izmene detalja u projektu
UGOVARANJE CENE	- lump sum contracts - bill of quantities contracts - schedule contracts - cost reimbursement contracts	- po jed. mere, ugrad. mater. - po m ² izgrađenog prostora - sistem "ključ u ruke" - parcijalno ugovaranje
TEHNIČKI PREGLED	Inženjer	Komisija za tehnički prijem
ZAVRŠETAK RADOVA	Izvođač radova dostavlja uputstva za upotrebu završnog objekta (upotrebe, opreme, održavanja)	Izvođač daje uputstva za opremu koja je ugrađena u sam objekat, ali ne i uputstvo za upotrebu samog objekta
REŠAVANJE SPOROVA	Dvostepena arbitraža	Trgovinski Sud
	Gradilište radi nesmetano	Obustava radova do razrešenja situacije

9. LITERATURA

1. Uslovi ugovaranja za građevinske radove (Crvena knjiga), 2008. god. preveo: Milutin Dovijanić;
2. Uslovi ugovaranja za postrojenje i projektovanje-igradnju (Žuta knjiga), 2008 god. prevela: Inženjerska komora Srbije;
3. Kratka forma ugovora (Zelena knjiga), 2008 god. preveo: Milutin Dovijanić;

Kratka biografija:



Sonja Tornjanski rođena je u Zrenjaninu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2015.god.

**PROCENA STANJA, SANACIJA I POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI
ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE „BRATSTVO I JEDINSTVO“ U VRBASU****ASSESSMENT, REPAIR AND ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT OF THE
BUILDING OF ELEMENTARY SCHOOL “BRATSTVO I JEDINSTVO” IN VRBAS**

Nataša Drinčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad obuhvata detaljnu procenu stanja postojećeg objekta vizuelnim pregledom, kao i proračun energetske efikasnosti. Na osnovu analize uočenih oštećenja i proračuna energetske efikasnosti dat je opis sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti i unapređenja energetske efikasnosti objekta.

Abstract - This paper includes a detailed assessment of the current state of the building by visual inspection, as well as its calculation of energy efficiency. Based on analysis of observed damage and calculation of energy efficiency a description of the repair measures in order to increase the service life of structures and energy efficiency improvements is given.

Ključne reči – prirodni energetski efikasni materijali, oštećenja, sanacija, energetska efikasnost

UVOD

Rad se sastoji iz teorijsko-istraživačkog i praktičnog dela. Teorijski deo je na temu “Prirodni energetski efikasni materijali” gde se govori o izolacionim materijalima na bazi prirodnih sirovina. Praktični deo je vezan za procenu stanja i sanaciju Osnovne škole “Bratstvo i jedinstvo” u Vrbasu. U sklopu praktičnog dela je urađen elaborat energetske efikasnosti postojećeg stanja objekta. Nakon preduzetih mera za poboljšanje energetskih svojstava urađen je i elaborat energetske efikasnosti saniranog objekta.

**1. PRIRODNI ENERGETSKI EFIKASNI
MATERIJALI****1.1 Primena prirodnih energetski efikasnih materijala
u građevinarstvu**

Energetska efikasnost u zgradarstvu predstavlja minimiziranje potrošnje energije za rad termotehničkih sistema zgrade uz obezbeđenje svih zahtevanih uslova komfora. Najveći uticaj na potrošnju energije u objektu ima konstrukcija termičkog omotača zgrade.

Osnovna prednost primene prirodnih materijala za termoizolaciju u zgradarstvu je višestruka ušteda energije (kako energije koja se koristi za grejanje ili hlađenje objekata, tako i energije koja se troši za industrijsku proizvodnju materijala). Neki od izolacionih materijala od prirodnih sirovina su:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, redovni profesor

Prirodna mineralna vuna - proizvodi se od sirovina koje se nalaze u prirodi ili od recikliranih sirovina. U osnovi veziva se nalazi biljni skrob. Posедуje dobru termičku i zvučnu izolaciju, ekološki je materijal, ima dobre mehaničke karakteristike, otporna je na požar i dugovečna je.



Slika 1. Prirodna mineralna vuna

Drvene strugotine - ovi izolacioni materijali se dobijaju očvršćavanjem mešavine drvenih strugotina i mineralnog veziva. Ekološki je materijal, otporan na požar, poseduje dobru termičku i zvučnu izolaciju i ima dobru adheziju sa podlogom.



Slika 2. Drvene strugotine i drvena vuna

Pluta - ovi izolacioni materijali nastaju tako što se sirovine plute melju do oblika granulata i vezuju pomoću smole. Imaju dobra termoizolaciona i zvučnoizolaciona svojstva, otporni su na truljenje, imaju dobru otpornost na vibracije, teško sagorevaju i otporni su na vodu.



Slika 3. Pluta

Konoplja- Ovi izolacioni materijali se proizvode od strugotina, niti i usitnjenih komadića kore konopljinе stabljike. Otporni su na stvaranje plesni, ne privlače glodare.



Slika 4. Konoplja

Celulozne pahuljice- nastaju usitnjavanjem starog papira. Primenuju se uduvavanjem, nasipanjem, ili se od njih, pomoću vezivnog sredstva, formiraju ploče. Otporni su na plesni, imaju dobra termozolaciona i zvučnoizolaciona svojstva, dobro provode vodenu paru.



Slika 5. Celuloza

Kokosov filc- osnovu izolacionih materijala od kokosovog filca čine vlakna sa ljuske kokosovog oraha. Pojavljuju se na tržištu u obliku ploča, rolni i traka.

Ovi materijali se odlikuju odličnom zvučnom izolacijom, otpornošću na vlagu, plesni, ne trunu, ne napadaju ih insekti, propuštaju vazduh, vodenu paru i vodu.



Slika 6. Kokosov filc

Kao sirovine za izolacione materijale koristi se još i drvena vuna, trska, ovčja vuna, slama, lan, pamuk, morska trava, pelet, granulati žitarica itd.

1.2. Zaključak

Osim fizičkih karakteristika materijala, na izbor izolacionih materijala utiče i lokacija objekta koji se sanira, kako zbog klime, tako i zbog dostupnosti i isplativosti nabavke pojedinih materijala.

Tabela 1. Karakteristike materijala

	ρ (kg/m ³)	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
Drvena vuna	350-600	2100	0,090-0,110	2-5
D.strugotine	70-140	2100	0,045-0,055	1-2
Pluta	100-220	1800	0,042-0,050	5-10
Konoplja	24-42	1600	0,040-0,050	1-2
Celuloza	35-60	2200	0,040-0,045	1-1,5
Kokosov filc	70-120	1600	0,040-0,050	1-2
Trska	120-225	1200	0,055-0,090	2-5
Slama	90-110	/	0,038-0,072	/
Ovčja vuna	18-30	1700	0,040-0,045	1-5
Lan	20-80	1600	0,040	1-2
Pamuk	20-60	1300	0,040	1-2
Žitarice	105-115	1950	0,050	2-3
Morska trava	75	/	0,043-0,050	/

2. PROCENA STANJA OŠ „BRATSTVO I JEDINSTVO” U VRBASU

2.1. Uvod

Osnovna škola „Bratstvo jedinstvo“ se nalazi u Ulici Palih boraca br.2 u Vrbasu. Sastoji se iz starijeg dela, izgrađenog 1887.godine, i novijeg dela izgrađenog 1975. god. Delovi objekta su konstruktivno odvojeni dilatacijom, ali su funkcionalno povezani.



Slika 7. OŠ „Bratstvo jedinstvo“ u Vrbasu

2.1.1. Stari deo objekta

Ovaj deo objekta je masivnog sistema gradnje. Zidovi su izvedeni opekama starog formata, debljine 30cm i 45cm, malterisani krečnim malterom sa spoljašnje i sa unutrašnje strane. Međuspratna tavanica iznad prizemlja je pruski svod, a iznad prvog sprata karatavan. On je podastan sa donje i sa gornje strane. Iznad gornjih dasaka postavljen je blatni malter, a ispod donjih dasaka štukatur. Temeljna konstrukcija je izvedena od opeke. Krovna konstrukcija je drvena, viševodna, a krovni pokrivač je žljebasti crep.

2.1.2. Novi deo objekta

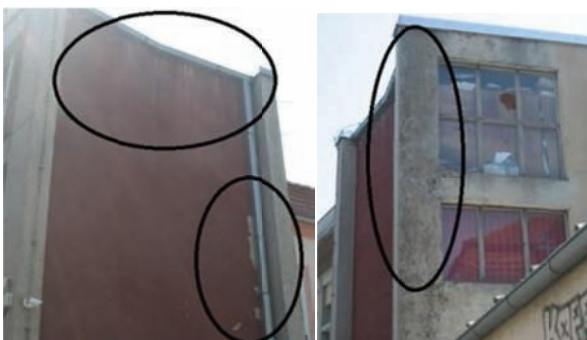
Dograđeni deo objekta je skeletnog sistema gradnje. Konstruktivni elementi su armiranobetonski stubovi, armiranobetonske grede, kontinualne ploče. Zidovi su debljine 25cm i 38cm. Upotrebljene su marke betona MB200 i MB300. Međuspratne ploče su debljine 12cm. Temeljnu konstrukciju čine kontragrede. Krovna konstrukcija na jednom delu novog objekta je drvena, četvorovodna, oblika zarubljene piramide, a na drugom delu krov je ravan.

2.2. Procena stanja konstrukcije

S obzirom da je objekat u upotrebi i da svaki element ima završnu obradu, makroskopskim pregledom je teško uočiti defekte kao posledicu grešaka prilikom izgradnje. Najzastupljenija oštećenja su pukotine, ljuskanje, raslojavanje, otpadanje završnog sloja fasade, biološka korozija i mrlje na fasadi. Analizom rezultata dobijenih vizuelnim pregledom elemenata konstrukcije, došlo se do zaključka da je glavni uzrok uočenih oštećenja slivanje vode, prisustvo vlage u zidovima, dejstvo mraza i drugi atmosferski uticaji. Zaključeno je da su registrovani defekti i oštećenja na konstrukciji lokalnog karaktera i ne narušavaju nosivost, stabilnost i upotrebljivost konstrukcije, dok je trajnost lokalno smanjena.



Slika 8. Biološka korozija, raslojavanje i otpadanje završne obrade fasadnog zida usled slivanja vode na mestu prekinutog vertikalnog oluka



Slika 9. Raslojavanje i otpadanje završne obrade fasadnog zida i mrlje na fasadi usled slivanja vode, dejstva mraza i starenja materijala



Slika 10. Pukotine i ljuštenje završne obrade unutrašnjeg zidana na mestu dilatacije



Slika 11. Pukotina kao posledica skupljanja usled sušenja



Slika 12. Vlažne mrlje i otpadanje završnog sloja unutrašnjeg dela fasadnog zida zbog prisustva vlage

3. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKASNOSTI

3.1. Građevinska fizika

Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun toplotne provodljivosti građevinskih elemenata koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, te proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje.

3.2. Mere za unapređenje energetske efikasnosti objekta

U cilju poboljšanja energetske svojstava zgrade uradiće se energetska sanacija spoljašnjih zidova objekta „Multipor“ pločama i kamenom vunom, krovne tavanice starog dela zgrade pomoću spuštene plafona i međuspratne tavanice iznad podruma takođe „Multipor“ pločama. Čelični prozori i vrata će se zameniti odgovarajućim PVC profilima.

Tabela 2.- Pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta pre i posle energetske sanacije

	Up [W/m ² K]	Us [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]	p	s
SZ1	0,846	0,293	0,40	ne	da
SZ2	1,056	0,315	0,40	ne	da
SZ3	1,197	0,234	0,40	ne	da
SZ4	1,582	0,326	0,40	ne	da
SZ5	1,976	0,350	0,40	ne	da
SZ6	1,597	0,252	0,40	ne	da
SZ7	2,331	0,366	0,40	ne	da
SZ8	0,964	0,351	0,55	ne	da
SZ9	1,246	0,266	0,55	ne	da
SZ10	1,391	0,306	0,55	ne	da
MT1	1,642	0,330	0,40	ne	da
MT2	1,145	0,339	0,40	ne	da
MT3	0,763	0,353	0,40	ne	da
MT4	0,716	0,323	0,40	ne	da
MT5	0,673	0,243	0,20	ne	da
MT6	3,861	0,716	0,40	ne	ne
MT7	1,395	0,673	0,40	ne	ne
PP1	3,876	3,861	0,40	ne	ne
PP2	4,032	1,395	0,40	ne	ne
P1	1,442	3,876	1,5	da	ne
P2	1,392	4,032	1,5	da	ne
P3	1,409	1,442	1,5	da	da
P4	1,448	1,392	1,5	da	da
P5	1,438	1,409	1,5	da	da
P6	1,400	1,448	1,5	da	da
P7	5,824	1,438	1,5	ne	da
P8	1,410	1,400	1,5	da	da
P9	1,449	1,431	1,5	da	da
P10	5,830	1,410	1,5	ne	da
P11	1,453	1,449	1,5	da	da
P12	5,836	1,411	1,5	ne	da
P13	5,837	1,453	1,5	ne	da
P14	5,835	1,482	1,5	ne	da
P15	5,823	1,472	1,5	ne	da
V1	1,427	1,487	1,6	da	da
V2	1,470	1,447	1,6	da	da
V3	5,825	1,427	1,6	ne	da
V4	5,000	1,470	1,6	ne	da
V5	5,000	1,412	1,6	ne	da

Legenda:

- Up-koeficijent prolaza toplote pre sanacije
- Us-koeficijent prolaza toplote nakon sanacije
- U_{max}-max dozvoljeni koeficijent prolaza toplote
- p- zadovoljenje uslova pre sanacije
- s- zadovoljenje uslova nakon sanacije
- SZ-spoljašnji zid
- MT-međuspratna tavanica
- PP-podna ploča
- P-prozori
- V-vrata

3.3. Zaključak

Na osnovu sprovedenih proračuna dobijene su vrednosti godišnje potrošnje finalne energije za grejanje, koja su pokazatelj energetske svojstava zgrade.

Tabela3. Pregled potrebne energije za grejanje objekta

	GP [kWh/a]	SGPE [kWh/m ² a]	RGPE [%]	R
p	304576,4	171,74	228,987	F
s	199448,5	114,908	153,211	E

Legenda:

- GP- Godišnja potrebna energija za grejanje
- SGPE- Specifična godišnja potrebna energija
- RGPE- Relativna godišnja potrebna energija
- R- Razred
- p- objekat pre sanacije
- s- objekat nakon sanacije

Proračunom energetske efikasnosti sanirane zgrade postignuto je poboljšanje energetske svojstava objekta, time je ispunjen uslov da energetski razred za postojeće zgrade sanacijom mora biti poboljšan za najmanje jedan razred.

4. SANACIONE MERE ZA POBOLJŠANJE TRAJNOSTI KONSTRUKCIJE

Energetskom sanacijom, osim što je postignuto poboljšanje energetske svojstava objekta, delom je poboljšana i trajnost konstrukcije. Ostale sanacione mere koje se primenjuju:

- Pukotine se premazuju mikroarmirnim bojama,
- Menja se dotrajali veštački kamen na sokli,
- Dotrajali olučni sistemi se menjaju,
- Radi se reprofiliacija fasade gde je to potrebno,
- Na mestu konstrukcijske dilatacije se postavlja opšivka,
- Prodor vlage iz tla se rešava injektiranjem pastom koja blokira vlagu,
- Na mestu ispucalog štruktura se postavljaju bandaž trake.

5. LITERATURA

- [1] Matthew R. Hall: *Materials for energy efficiency and thermal comfort in buildings*– Woodhead publishing series in energy, 2010.
- [2] Inženjerska komora Srbije: *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada*, "Sl. glasnik RS", br. 61/2011, Beograd.
- [3] Inženjerska komora Srbije: *Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada*, Beograd.
- [4] M. Radeka: *Materijal sa predavanja- Materijali u građevinarstvu I*, Departman za građevinarstvo, Novi Sad.
- [5] M. Malešev i V. Radonjanin: *Materijal sa predavanja- Materijali u građevinarstvu II*, Departman za građevinarstvo, Novi Sad.

Kratka biografija:



Nataša Drinčić rođena je u Vrbasu 1990. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Procena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranila je 2015. godine.

TESTFRAME – LABORATORISJKI OKVIR ZA ISPITIVANJE KONSTRUKCIJSKIH ELEMENATA PROBNIM OPTEREĆENJEM

TESTFRAME - LABORATORY FRAME FOR LOAD TEST OF STRUCTURAL ELEMENTS

Vladimir Živaljević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje laboratorijski okvir za eksperimentalno ispitivanje konstrukcijskih elemenata probnim opterećenjem. Konstrukcija okvira je koncipirana kao montažno-demontažna, slobodno-stojeća i višenamenska po kriterijumu mogućnosti ispitivanja linijskih (grede i stubovi) i površinskih (ploče, zidovi, ljuske) konstrukcijskih elemenata od različitih građevinskih materijala. Razvoj ove verzije TestFrame rađen je paralelno u dve varijante MKE modela: sa linijskim i površinskim konačnim elementima. Veze su modelirane kao krute, primenom specijalnih KE veze.

Abstract – This paper deal with the laboratory frame for experimental research of structural elements by test load. Structure of the frame is designed as assembly-disassembly, free-standing and multipurpose, according to criterion of ability of testing of line (beam, column) and surface (plate, wall, shell) structural elements made by various building materials. Development of this version of TestFrame was made simultaneously in two variants of FEM model: with line FE and with shell FE. Connections are modeled as rigid by use of special link FEs.

Ključne reči: TestFrame, AxisVM, MKE model, probno opterećenje

1. INTRODUCTION

This paper describes purpose, topology and modeling of structural behaviour of laboratory test frame for load testing of various structural elements.

For modeling, a design software AxisVM® Ver 13.1e was used. Geometry and topology were carefully defined bearing in mind that test frame structure needs to satisfy requirement such as easy everyday use and manipulation and to have sufficient stiffness in order to ensure safe and proper load tests.

In that sense, frame is constructed as assembly-disassembly, with a few elements that change their position depending on the element being tested, which allow a great variety of structural elements to be tested. The frame is built out of steel S355 quality, while all connectors are bolts class 10.9. At the most loaded joints, bolts are preloaded.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Kovačević, red.prof.

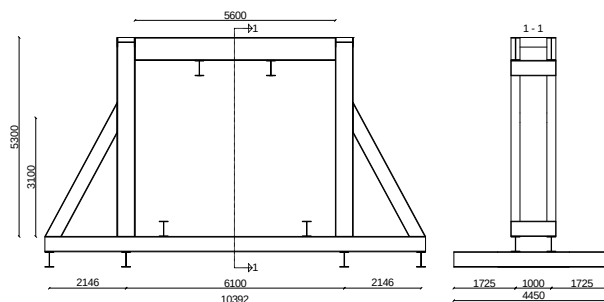


Figure 1 – General disposition with main dimensions of the test frame

2. TESTFRAME: PURPOSE, GEOMETRY, TOPOLOGY AND DESIGN

Test frame is designed for laboratory tests of different structural elements. Being an assembly-disassembly frame, it is designed with two different types of elements:

- Elements that are present the whole time during tests, no matter which type and size of structural element is tested
- Elements whose existence and position depend on the test configuration.

Elements that are supposed to be tested are:

- Beams (max 5.0m long)
- Columns (max 2.5m high)
- Slabs (max dimensions 4.2x4.2m)
- Walls (max dimensions 4.0x3.0m)

In consideration of aforementioned, five frame configurations are set apart: two configurations for beam tests and one configuration for each of the remaining test elements. Two configurations for beam test differ in a way that one configuration represents load test with one hydraulic jack and the other configuration represents load test with two hydraulic jacks. Some of these frame configurations are shown in figures below.

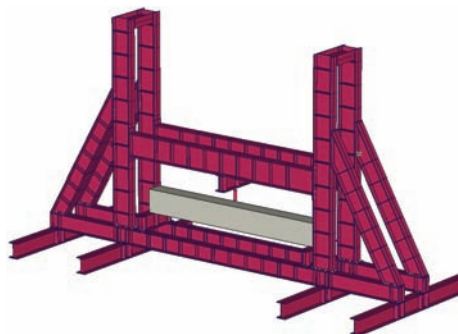


Figure 2 – Beam load test with one hydraulic jack

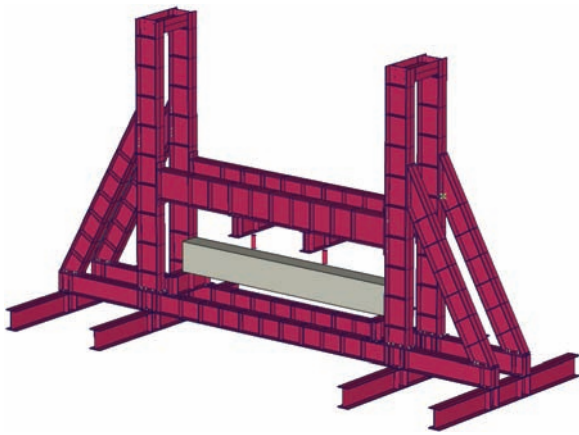


Figure 3 – Beam load test with two hydraulic jacks

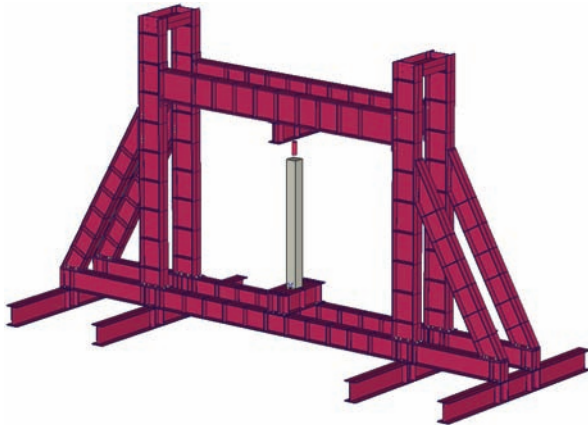


Figure 4 – Column load test

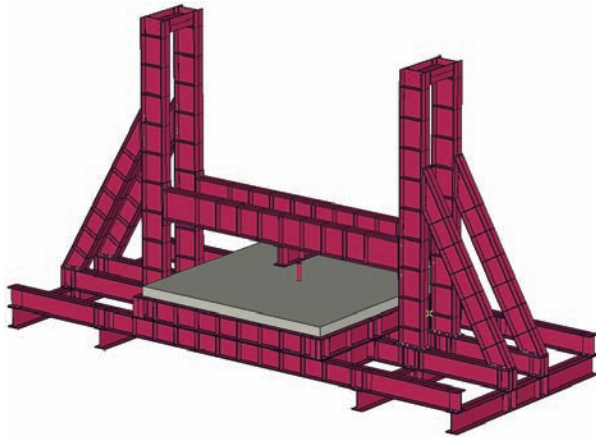


Figure 5 – Slab load test

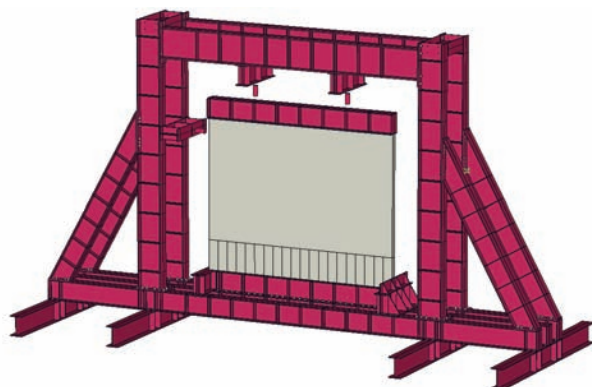


Figure 6 – Wall load test

3. MODELING OF STRUCTURAL BEHAVIOR: AXISVM®

Test frame was modelled in AxisVM® Ver 13.1e FEM software. Building material that was used for modelling is steel material of S355 quality with yield/ultimate strengths $f_y/f_u=355/510$ MPa, modulus of elasticity of $E=210$ GPa and mass density $\rho=7850$ kg/m³.

The structural analysis was first conducted in a variant where all structural elements are presented as line FE. Purpose of this variant was to preliminary define cross-section properties of structural elements. Moreover, internal forces at end points of line FE provided needful information for joint calculation.

Considering the eccentricity of joints, link FE were used to connect nodes of different structural elements. Values of stiffness components of link FE within the frame structure were defined as $1E+10$ kN/m. This means that all joints were considered as perfectly rigid. Instead of link FE, rigid FE could be used, but considering the flexibility of modelling of various interface conditions, link FE were found to be an optimal choice.

In the second variant all structural elements were modelled as shell FE. This model was used to determine stress values in structural elements more accurately. At some points, values up to 1300MPa had been registered, which are a few times greater values than the corresponding values of the line FE model. For comparison, values in the line FE model reach 285MPa. Stress concentrations in shell FE model were reduced by various constructive measures. These constructive measures include placing vertical web stiffeners along elements, enlarging the value of thickness of webs and stiffeners, as well as shaping structural elements and joints in a way that was not possible in the variant with line FE. As a result, stress concentrations were cut down to 423MPa. Although the value of 423MPa exceeds the material yield strength $f_y=355$ MPa of the steel S355, ultimate strength $f_u=510$ MPa is not reached. Moreover, values of 420MPa occur at a few points in the most stressed test configuration, in zones of 20mm around the nodes. In nearby nodes, stress values decrease rapidly, below the yield strength. This is completely justified in structural engineering sense because probability of appearance of unfavourable combination of stresses is negligible according to real interface conditions in the contact zones between specimens and test frame.

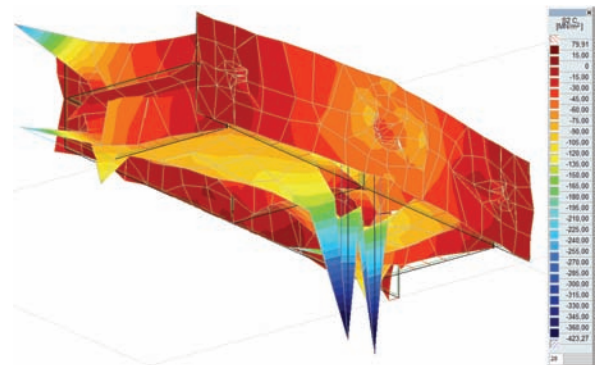


Figure 7 – 3D view of stress distribution - Stress concentration points where hydraulic jack is connected to the frame

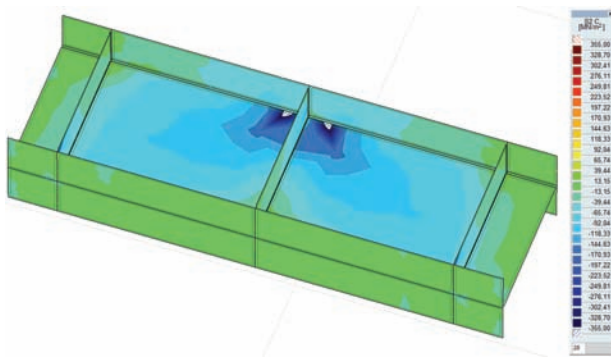


Figure 8 – Stress concentration points – Values that exceed material yield strength

In a line FE variant, supports were modelled as line supports with stiffness characteristics that simulate simply supported beam along the entire length. Furthermore, nonlinear parameters which allow supports to be active only in compression were assigned to each direction. As a consequence, nonlinear analysis had proved that regardless of the test load and frame configuration, support reactions due to test load would always be equal to zero. The same treatment of supports was applied in a surface FE variant, with only difference that supports were modelled as surface supports.

Hydraulic jacks were modelled as beam FE with hinges around y and z local axes at both ends. In the line FE variant, hydraulic jack is connected with the frame in one node. However, in shell FE variant hydraulic jack is connected with frame in four nodes with four rigid link elements. Therefore, stress concentration is from one node distributed to four nodes. The load which simulates the test load of hydraulic jack was introduced as a fault in length of the beam FE. The fault in length was determined iteratively in the following way: Firstly, test samples were defined for each configuration. Secondly, the deflection and internal forces of the test elements due to failure were determined. The above mentioned deflection (hereinafter: critical deflection) was a start fault in length of the "hydraulic jack" in the iterative process. The fault in length was increased with every iteration until the deflection of the test element in the model coincided with the critical deflection of the element.

In figures 10 and 11 model information and analysis parameters of line FE variant is given.

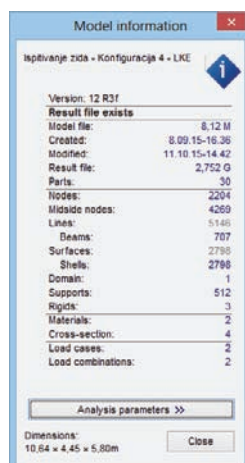


Figure 9 – Model information (line FE variant)

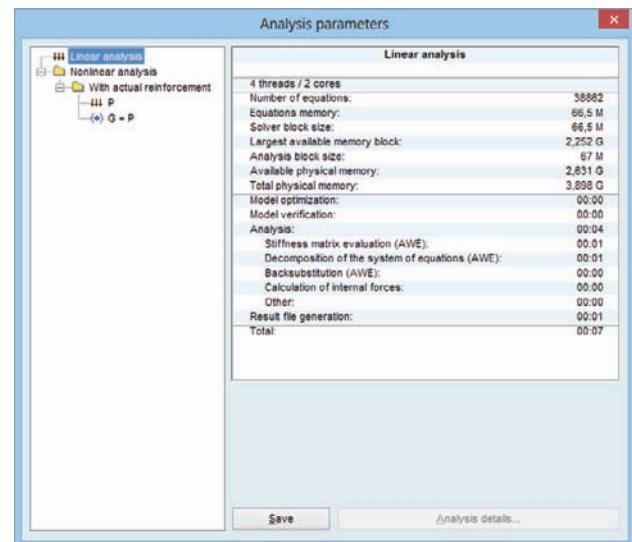


Figure 10 – FEM model dat (line FE variant)

For comparison, in figures 11 and 12 model information and analysis parameters of shell FE variant is given.

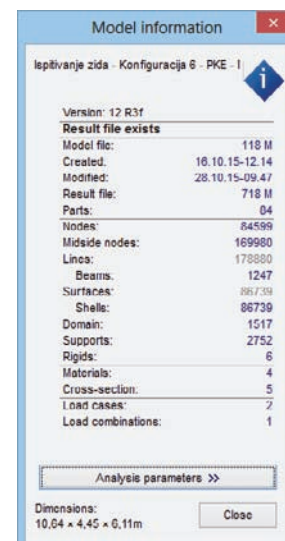


Figure 11 – Model information (shell FE variant)

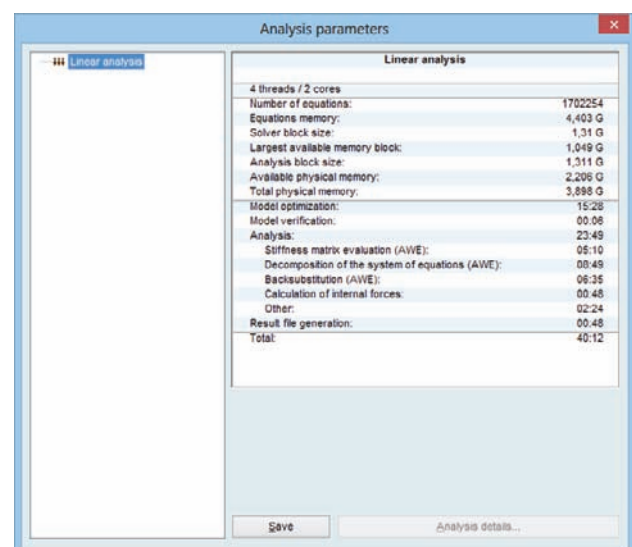


Figure 12 - FEM model data (shell FE variant)

4. CONCLUSION

A comprehensive numerical comparison between the line and shell FE variant has been carried out. Results of the line FE variant suggest that yield strength of the steel is not reached. However, results of the shell FE variant confirm that not only values of yield, but also ultimate strength are almost three times smaller than the highest value in the model. Therefore, shell FE model should be used for numerical analysis, because it offers a possibility to introduce minor changes to the model that affect a great deal in results.

Because of the fact that in reality structural elements are often connected in a way that their system axes do not intersect within the physical boundaries of the elements, internal forces due to eccentricity must be taken into account. For this purpose, link FE should be used.

One of the assumptions defined before the numerical analysis was that vertical reactions during the load test will remain the same as the reactions due to self weight of the frame and element being tested. This assumption could only be proven by the use of nonlinear analysis, where nonlinear characteristics were assigned to each support direction. Supports were supposed to be active only in compression.

After a certain number of increments in nonlinear analysis, value of vertical reaction due to the load test converge to the value due to self weight of the frame and specimen.

5. REFERENCES

- [1] AxisVM[®] 13 (2015): User's manual, InterCAD, Budapest
- [2] Kovačević, D. (2006): FEM Modeling in Structural Analysis (in Serbian), Belgrade: Građevinska knjiga
- [3] Kovačević, D. (2007): Some aspects of FEM modeling of nonlinear behavior of civil engineering structures (in Serbian), Invited lecture, Belgrade: Mathematical Institute of SASA
- [4] EN 1992 – Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: general rules and rules for buildings
- [5] EN 1993 – Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: general rules and rules for buildings

Biography/Kratka biografija:



Vladimir Živaljević rođen je u Novom Sadu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije odbranio je 2015.god.

**ANALIZA UTICAJA PROMENE INTENZITETA ZEMLJOTRESA NA SEIZMIČKU
OTPORNOST ZGRADA****ANALYSIS OF THE IMPACT OF CHANGES IN INTENSITY OF THE EARTHQUAKE
ON THE SEISMIC RESISTANCE OF BUILDINGS**

Peter Benka, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je analizirano ponašanje armiranobetonske zgrade S+Pr+11 pod dejstvom projektnih seizmičkih sila koje variraju usled promene projektnog seizmičkog ubrzanja a_g . Prilikom analize, projektno seizmičko ubrzanje je varirano od vrednosti $a_g=0,1g$ do $a_g=0,4g$ sa korakom od $\Delta a_g=0,1$. Za svaku od ovih vrednosti izračunate su odgovarajuće seizmičke sile metodom bočnih sila, a zatim je na osnovu dobijenih uticaja u konstrukciji izvršeno dimenzionisanje svih konstrukcijskih elemenata.

Abstract – This paper analyses the behaviour of reinforced concrete building B+Gf+11 under the influences of seismic forces that vary due to the changes in the seismic acceleration a_g . In the analysis, values of the seismic acceleration were varied from $a_g=0.1g$ to $a_g=0.4g$ with a step of $\Delta a_g=0.1$. Appropriate seismic forces were calculated for each of these values and then all structural calculations of structural elements were carried out.

Ključne reči: Seizmičko opterećenje, DCM, Evrokod, seizmičko ubrzanje, odgovor konstrukcije

1. UVOD

Zemljotresi predstavljaju veoma složene prirodne pojave koje izazivaju oštećenja građevinskih konstrukcija a često i njihova razaranja. Prema dosadašnjem nivou naučnih saznanja moguće je teritorijalno odrediti i proceniti rušilačku snagu zemljotresa, ali nije moguće odrediti vreme kada će se zemljotres dogoditi. Takođe je poznato da postoji veza između intenziteta zemljotresa i njegovog povratnog perioda.

Jači, razorniji zemljotresi se javljaju ređe, dok slabiji zemljotresi, manje rušilačke snage se događaju češće. Vibraciono kretanje tla je uvek drugačije, nepredvidivo i potpuno neregularno. Sa inženjerskog stanovišta najvažnija pojava do koje dolazi usled zemljotresa je upravo vibraciono kretanje površinskog sloja tla u kome je konstrukcija temeljena. Usled vibracionog kretanja temeljnog tla dolazi do pojave inercijalnih sila u konstrukciji koje često po svome intenzitetu bude i najveće dejstvo na konstrukciju u njenom "životnom" veku.

Takođe, bitno je naglasiti da dejstvo zemljotresa na konstrukciju ne zavisi samo od kretanja tla, nego i od dinamičkih karakteristika same konstrukcije, na koje možemo kao inženjeri da utičemo.

S obzirom da se ponašanje konstrukcije usled zemljotresa ne može dovoljno tačno odrediti i da je verovatnoća pojave razornih zemljotresa mala, bilo bi nerealno graditi konstrukcije koje bi izdržale i dejstva najvećih zemljotresa bez oštećenja, kao i što je neekonomično projektovati konstrukciju na dejstvo koje se za eksploatacionog veka objekta neće desiti. S druge strane, zemljotresi slabijeg intenziteta su učestali, i trebalo bi konstrukcije projektovati da takva dejstva prime bez oštećenja, jer bi česte popravke sitnijih oštećenja bile veće od cene kvalitetnije isprojektovane konstrukcije.

2. OSNOVNI ZAHTEVI

Glavni cilj inženjera je da u slučaju zemljotresa:

- ljudski životi budu zaštićeni
- oštećenja budu ograničena
- objekti značajni za zaštitu ljudi ostanu u upotrebljivom stanju

Evrokod 8 [5] daje određene smernice pri projektovanju seizmički otpornih objekata:

- pojednostavljenje oblika konstrukcije
- upotreba programiranog ponašanja konstrukcije
- tretiranje spojnih elemenata kao kritičnih za prenos opterećenja i disipacije energije
- analizom obuhvatiti kako noseće, tako i nenoseće elemente, uticaj deformacije tla, kao i ostale aspekte, kao naprimer prisustvo susednih objekata

Da bi se moglo govoriti o jačim i slabijim zemljotresima, potrebno je njihovu snagu nekako normirati. Kao referentni podatak za opisivanje efekata zemljotresa usvaja se maksimalno ubrzanje tla a_g na nivou osnovne stene (tlo tipa A) i ono odgovara referentnom povratnom periodu T_{NCR} za zahtev da se objekat ne sruši. Zemljotres pri kome se dostigne maksimalno ubrzanje tla se naziva projektni zemljotres. Na osnovu prethodnih razmatranja je i određen koncept projektovanja konstrukcija u seizmički aktivnim područjima. Ideja je da konstrukcija tokom delovanja zemljotresa može da pretrpi oštećenja, ali ne sme da dođe do lokalnog ili globalnog rušenja. Korišćenjem programiranog ponašanja svesno se dopušta da određeni delovi konstrukcije prekorače dozvoljenu nosivost i da konstrukcija dispira unetu energiju kroz elasto-plastično ponašanje, tj. uz kontrolisanu pojavu oštećenja.

NAPOMENA:

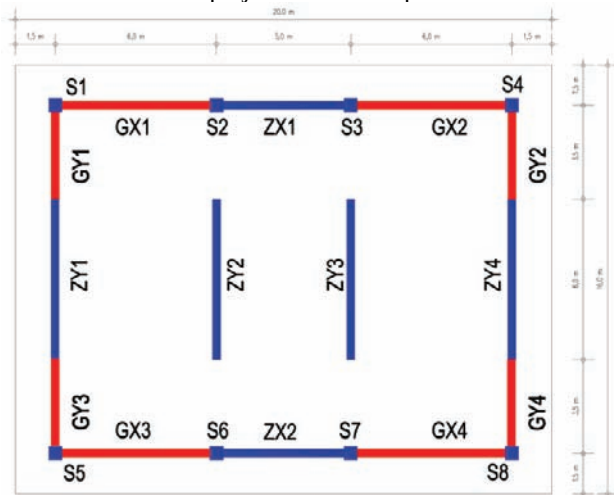
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Ladinović.

S obzirom da se konstrukcija sada suprotstavlja dejstvima zemljotresa u nelinearnom domenu, to načelno omogućava njeno projektovanje na sile koje su višestruko manje od stvarnih koje mogu da se pojave za vreme projektnog zemljotresa. Naravno, preterano smanjivanje nosivosti nije na mestu, jer bi konstrukcija tada trpela oštećenja i prilikom zemljotresa manjih intenziteta. Da bi se konstrukcija mogla projektovati na smanjeno seizmičko opterećenje, odnosno sa smanjenom nosivošću, potrebno je da poseduje sposobnost deformisanja a mera te sposobnosti je duktilnost. Duktilnost se definiše faktorom duktiliteta preseka, kao količnik krivine pri lomu i krivine pri kojoj počinje plastična deformacija čelika. Duktilnost je veličina koju je jako teško precizno numerički odrediti, ali za inženjerske potrebe je dovoljna i njena procena. Globalna duktilnost konstrukcije se postiže adekvatnom dispozicijom objekta, izborom materijala, pravilnim oblikovanjem detalja i pravilnim rasporedom armature. Kod konstrukcija koje imaju veću obezbeđenu duktilnost moguće je veće smanjenje seizmičkog opterećenja.

U Evrokodu 8 [5] su propisane tri klase duktilnosti a saglasno sa klasom duktilnosti i vrednost smanjenja seizmičkog opterećenja preko faktora ponašanja q . Za svaku klasu duktilnosti se propisuje i niz konstrukcijskih zahteva koje treba ispuniti da bi se obezbedila potrebna duktilnost konstrukcije.

3. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

Osnova konstrukcije je prikazana na slici 1. gde se vidi da je glavni konstrukcijski sistem X pravca sistem nevezanih zidova, dok u Y pravcu se konstrukcija sastoji od dva okvira ukručena sa po jednim zidnim platnom.



Slika 1. Osnova tipskog sprata

Model konstrukcije je prikazan na slici 2. i rađen je u programskom paketu Tower 7, koji je program za statičku i dinamičku analizu konstrukcija i baziran je na metodi konačnih elemenata. Elementi konstrukcije su modelirani kao linijski ili površinski. Svim elementima su pridružene odgovarajuće geometrijske i mehaničke karakteristike, odnosno, poprečni presek, čvrstoća betona na pritisak, poasonov koeficijent, modul elastičnosti, zapreminska težina i koeficijent termičkog širenja.

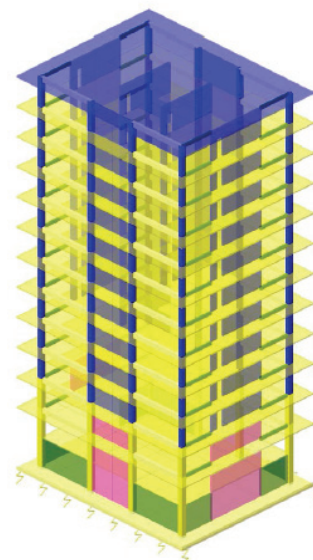
Sve mehaničke i geometrijske karakteristike su određene klasom betona i dimenzijama poprečnog preseka. Grede i stubovi su modelirani kao linijski elementi dok su ploče i zidovi modelirani kao površinski elementi.

4. ANALIZA OPTEREĆENJA

Celokupna analiza opterećenja je rađena u skladu sa Evropskim normama [2], [3].

4.1. Stalno opterećenje

Stalno opterećenje potiče od sopstvene težine svih elemenata koji su na konstrukciji tokom celog eksploatacionog veka konstrukcije. Težina podova i plafona se nanosi kao površinsko opterećenje po tavanici, dok se težina zidova nanosi kao linijsko opterećenje [2]. Opterećenje od tla je uzeto kao bočni pritisak u podrumskoj etaži u stanju mirovanja.



Slika 2. Prostorni model konstrukcije

4.2. Korisno opterećenje

Prema Evrokodu korisna opterećenja u poslovnim zgradama iznose : za međuspratne tavanice $3,0 \text{ kN/m}^2$, za balkone $4,0 \text{ kN/m}^2$, za prizemlje $5,0 \text{ kN/m}^2$, a za krov $0,45 \text{ kN/m}^2$ [2].

4.3. Opterećenje snegom

Opterećenje snegom se uzima $1,0 \text{ kN/m}^2$ po površini krovne ploče [3].

4.4. Seizmičko dejstvo

Seizmička dejstva su određena prema Evrokodu 8 [5]. Usvajena kategorija tla je C, pri čemu je korišćen tip 1 elastičnog spektra odgovora, sa vrednostima parametara iz tabele 1.

Tabela 1. Vrednosti parametara koji opisuju preporučeni tip 1 elastičnog spektra

Kategorija 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

Za horizontalne komponente seizmičkog dejstva, u zavisnosti od perioda vibracija konstrukcije i faktora ponašanja q , projektni spektar $S_d(T)$ se određuje prema sledećem izrazu:

$$T_c \leq T \leq T_D \rightarrow S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

Faktor ponašanja se određuje izrazom:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

Faktor q se određuje posebno za oba proračunska pravca i u navedenom slučaju za X pravac iznosi 3,9, dok za Y pravac iznosi 3,0.

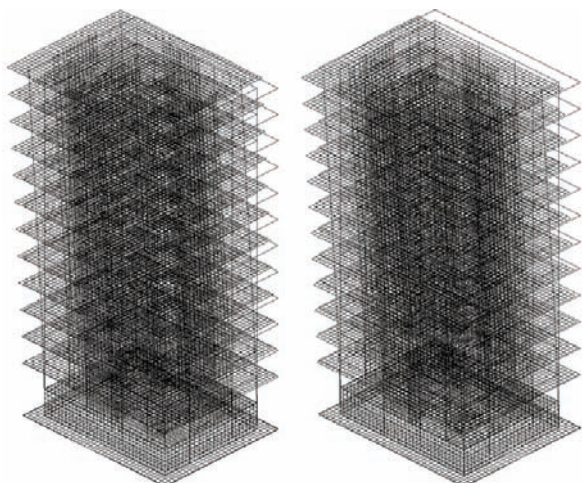
4.4.1. Modalna analiza

Dinamičke karakteristike konstrukcije su određene modalnom analizom. Za modalnu analizu izabran je diskretni model sa koncentrisanim masama u nivou tavanica. U modalnoj analizi se stalno opterećenje i opterećenje od snega uzima u punom iznosu, dok se korisno opterećenje uzima sa verovatnoćom da neće biti celo prisutno na konstrukciji u trenutku zemljotresa. Dinamičke karakteristike konstrukcije zavise i od njene krutosti, te je pri modeliranju fleksiona i smičuća krutost smanjena na 50% preko modula elastičnosti betona E . Ovim se opisuje realnije stanje isprskalih armirano-betonskih elemenata.

Periodi koji su dobijeni u analizi su prikazani u tabeli 2, a forme oscilovanja za prva dva tona su prikazane na sl. 3.

Tabela 2. Periodi oscilovanja za prva dva tona

	T [s]	f [Hz]
1	1,7708	0,5647
2	1,6852	0,5934



Slika 3. Forme oscilovanja za prva dva tona

Nakon što su određene dinamičke karakteristike konstrukcije i definisan faktor ponašanja mogu se odrediti seizmička dejstva na konstrukciju. Prema Evrokodu 8 [5], referentni metod za određivanje seizmičkog dejstva je modalna analiza u kombinaciji sa metodom spektra odgovora. Metoda ekvivalentnih bočnih sila može da se primeni kod zgrada čiji odgovor ne zavisi bitno od uticaja viših tonova oscilovanja, upravo kakva je i analizirana konstrukcija.

4.4.2. Smičuća sila u osnovi

Seizmičke sile se određuju za dva analizirana pravca i ukupna seizmička sila se određuje prema izrazu:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

Vrednosti ordinata projektnog spektra su prikazane u tabeli 3, dok su vrednosti bazne smičuće sile prikazane u tabeli 4.

Tabela 3. Vrednost ordinata projektnog spektra $S_d(T_1)$

	Ordinata projektnog spektra			
	$a_g=0,1g$	$a_g=0,2g$	$a_g=0,3g$	$a_g=0,4g$
X pravac	0,02498 g	0,04996 g	0,07493 g	0,09991 g
Y pravac	0,03412 g	0,06824 g	0,10236 g	0,13648 g

Tabela 4. Vrednosti bazne smičuće sile F_b

	Bazna smičuća sila [kN]			
	$a_g=0,1g$	$a_g=0,2g$	$a_g=0,3g$	$a_g=0,4g$
X pravac	768,46	1536,91	2305,06	3073,52
Y pravac	1049,63	2099,26	3148,89	4198,52

4.4.3. Raspodela horizontalnih seizmičkih sila

Kada se osnovni svojstveni oblik aproksimira sa horizontalnim pomeranjima koja se linearno povećavaju po visini zgrade, horizontalne sile F_i se određuju prema izrazu:

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_j}{\sum z_j \cdot m_j}$$

4.4.4. Dokaz sigurnosti

Sljedeća relacija mora biti zadovoljena za sve konstrukcijske elemente:

$$E_d \leq R_d$$

gde je :

E_d - proračunska vrednost uticaja od projektnog seizmičkog dejstva

R_d - proračunska vrednost nosivosti elementa

4.4.5. Koncept programiranog ponašanja

Ideja projektovanja konstrukcija sa smanjenim seizmičkim silama ima i svoje mane. Smanjenje seizmičkih sila je definisano preko jednog faktora (faktora ponašanja), te je pri određivanju nosivosti pojedinih elemenata svuda uzeta u obzir jednaka redukcija nosivosti. To znači da će granica elastičnosti biti dostignuta približno istovremeno kod svih elemenata.

Zbog toga se razvila metoda programiranog ponašanja na kojoj je zasnovan i Evrokod 8 [5]. Glavna ideja ove metode je da se u konstrukciji odaberu mesta koja mogu razviti mehanizme sa velikom sposobnošću disipacije energije, a da se pri tome ne ugrozi vertikalna nosivost konstrukcije i njena stabilnost. To su mesta na kojima će se prvo formirati plastični zglobovi. Preseci u kojima se formiraju plastični zglobovi treba da se odlikuju velikom sposobnošću postelastičnog deformisanja. Tipični primer elementa u kojem je poželjno formiranje plastičnih zglobova je greda, gde se plastični zglobovi formiraju na krajevima. Formiranje plastičnih zglobova u stubovima nije poželjno, jer bi se tako ugrozila vertikalna nosivost konstrukcije i vrlo je izvesno da bi došlo do kolapsa.

5. PROJEKTOVANJE ZA SREDNJU KLASU DUKTILNOSTI (DCM)

Da bi se obezbedila zahtevana duktilnost na nivou cele konstrukcije i tako opravdao koncept aseizmičkog projektovanja, potrebno je da se na nivou preseka elemenata obezbedi odgovarajuća duktilnost krivine.

Zavisno od klase duktilnosti Evrokod 8 [5] postavlja određene zahteve u vezi sa oblikovanjem elemenata konstrukcije, armiranja preseka, min. i max procenata armiranja, utezanja preseka uzengijama, nastavljanja armature i drugih konstrukcijskih detalja.

6. DIMENZIONISANJE LINIJSKIH ELEMENATA

Kod dimenzionisanja linijskih elemenata je posebnu pažnju trebalo voditi oko min. i max. koeficijenta armiranja, kao i oko utezanja preseka usled smicanja. U tabelama 5 i 6 su date količine armature greda i stubova za seizmičko ubrzanje $a_g=0,4g$.

Tabela 5. Usvojena armatura greda

a_g	Čvor	Armatura u gornjoj zoni	Armatura u donjoj zoni	Uzengije u kritičnoj zoni	Uzengije van kritične zone
0,4 g	Spoj grede sa un. stubom	6RØ19+2RØ16	4RØ19+2RØ16	uØ10/10	uØ10/20
		21,02 cm ²	15,36 cm ²		
	Spoj grede sa sp. stubom	6RØ19	4RØ19+2RØ16	uØ10/10	uØ10/20
		17,00 cm ²	15,36 cm ²		

Tabela 6. Usvojena armatura stubova

a_g	Presek	Armatura u gornjoj zoni	Uzengije u kritičnoj zoni	Uzengije izvan kritične zone
0,4 g	50 x 50 cm	12RØ22	uØ10/10	uØ10/20
		45,59 cm ²		
	45 x 45 cm	8RØ22	uØ10/10	uØ10/20
		30,40 cm ²		

7. DIMENZIONISANJE ZIDOVA Y PRAVCA

Usvojena armatura zidova Y pravca u kritičnoj zoni je prikazana u tabeli 7 za sva četiri slučaja projektnog ubrzanja.

Tabela 7. Usvojena armatura u kritičnoj zoni

a_g	Ivična armatura zida	Vertikalna armatura zida	Horizontalna armatura zida	Uzengije
0,1 g	2 · 12RØ12	±RØ8/20	±RØ8/20	uØ8/7,5
	13,56 cm ²	±2,5 cm ² /m	±2,5 cm ² /m	
0,2 g	2 · 12RØ14	±RØ8/20	±RØ10/20	uØ10/7,5
	18,46 cm ²	±2,5 cm ² /m	±3,93 cm ² /m	
0,3 g	2 · 12RØ16	±RØ10/20	±RØ10/15	uØ10/7,5
	24,12 cm ²	±3,93 cm ² /m	±5,50 cm ² /m	
0,4 g	2 · 12RØ19	±RØ10/15	±RØ12/15	uØ10/7,5
	34,01 cm ²	±5,50 cm ² /m	±7,91 cm ² /m	

8. DIMENZIONISANJE ZIDOVA X PRAVCA

Usvojena armatura zidova X pravca u kritičnoj zoni je prikazana u tabeli 8 za sva četiri slučaja projektnog ubrzanja.

Tabela 8. Usvojena armatura u kritičnoj zoni

ag	Ivična armatura zida	Vertikalna armatura zida	Horizontalna armatura zida	Uzengije
0,1 g	2 · 12RØ14	±RØ8/20	±RØ8/20	uØ8/7,5
	18,46 cm ²	±2,5 cm ² /m	±2,5 cm ² /m	
0,2 g	2 · 12RØ14	±RØ8/20	±RØ10/20	uØ10/7,5
	18,46 cm ²	±2,5 cm ² /m	±3,93 cm ² /m	
0,3 g	2 · 12RØ16	±RØ10/20	±RØ10/15	uØ10/7,5
	24,12 cm ²	±3,93 cm ² /m	±5,50 cm ² /m	
0,4 g	2 · 12RØ19	±RØ10/15	±RØ12/15	uØ10/7,5
	34,01 cm ²	±5,50 cm ² /m	±7,91 cm ² /m	

9. ZAKLJUČAK

Projektovanje zgrade prema DCM obezbeđuje da se zgrade zemljotresima suprotstave svojom duktilnošću, tj. mogućnošću disipacije veće količine energije koja nastaje kao rezultat pomeranja tla.

Projektovanjem zgrade na ovaj način, konstrukciji se dopušta viši stepen plastifikacije, pa su samim tim i strože mere za oblikovanje konstrukcijskih elemenata i detalja.

S obzirom da je metoda bočnih sila linearna metoda, prema uticajima i usvojenoj armaturi se može primetiti da je i odgovor konstrukcije linearan, tj. potreba za armaturom je linearno rasla sa povećanjem spektralnog ubrzanja, kako kod greda i stubova, tako i kod zidova X i Y pravca.

10. LITERATURA

- [1] EN 1990:2002 Evrokod 0; Osnove proračuna konstrukcija, Beograd, februar 2006
- [2] EN 1991-1-1: 2002 Evrokod 1; Dejstva na konstrukcije, deo 1-1: Zapremine težine, Sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade, Beograd, novembar 2009
- [3] EN 1991-1-1:2002 Evrokod 1; Dejstva na konstrukcije, deo 1-3: Dejstva snega, Beograd, novembar 2009
- [4] EN 1992-1-1: 2004 Evrokod 2; Proračun betonskih konstrukcija, deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, Beograd, februar 2006
- [5] EN 1998-1:2004 Evrokod 8; Proračun seizmički otpornih konstrukcija, deo 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, Beograd, novembar 2009
- [6] Jure Radić i suradnici: Betonske konstrukcije - Priručnik, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu - Građevinski fakultet Andris, Zagreb, 2006
- [7] Jure Radić i suradnici: Betonske konstrukcije 2 - Riješeni primjeri, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu - Građevinski fakultet Andris, Zagreb, 2006
- [8] V. Alendar: Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primere, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2004.
- [9] P. Bisch, E. Carvalho, H. Degee, P. Fajfar, M. Fardis, P. Franchin, M. Kreslin, A. Pecker, P. Pinto, A. Plumier, H. Somja, G. Tsionis: EC 8: Seismic Design of Buildings, Worked examples, Lisbon, february 2011
- [10] <http://www.radimpex.rs> - upustvo za rad sa programom Tower 7
- [11] <http://www.radimpex.rs> - upustvo za rad sa programom ArmCAD 6

Kratka biografija:



Peter Benka rođen je u Novom Sadu 1986. godine. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Seizmičke analize konstrukcija odbranio je 2015. godine.

METODE PROCENE VREDNOSTI NEPOKRETNOSTI JAVNIH OBJEKATA**REAL ESTATE VALUE OF PUBLIC FACILITIES**Bojan Ristanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste procena vrednosti nepokretnosti, prikazana kroz troškovnu i komparativnu metodu, na primeru PU "Radosno detinjstvo"

Abstract – Subject of this thesis is to estimate real estate value, shown through the cost and comparative approach, for the example of PU "Radosno detinjstvo"

Ključne reči: procena vrednosti nepokretnosti, troškova metoda, komparativna metoda

1. UVOD

Predmet ovog master rada je analiza metoda zaprocenu vrednosti javnih objekata.

Proceni vrednosti nekretnina pristupamo iz potreba određivanja njene sadašnje vrednosti, ali istovremeno uzimajući u obzir moguće uticaje u budućem vremenu. Vrednost nekretnine predstavlja iznos svih prihoda koje ta nekretnina može doneti. Procenitelj vrednosti nekretnina ima zadatak da upotrebom raznih metodologija proceni (predvidi) vrednost nekretnine, ali takođe i da odredi koji su mogući probici, odnosno prihodi koje ta nekretnina može doneti u predviđenom vremenu i da sve to izrazi u novcu.

Svaka procena se temelji na predviđanju, odnosno procenitelj mora uzeti u obzir one uticaje koji se mogu pojaviti u budućnosti, pratiti promene propisa i zakona, privredna kretanja, promene socijalne politike itd. Sve to utiče na ponudu i potražnju gde je bitan faktor kupovna moć, slobodno tržište, razvijen bankarski sistem.

2. TRŽIŠNA VREDNOST NEPOKRETNOSTI

Tržišna vrednost je procenjeni iznos za koji bi imovina mogla da se razmeni na dan procene vrednosti, između voljnih strana kupca i prodavca, nepovezanim i nezavisnim stranama, posle odgovarajućeg marketinga, pri čemu su strane imale dovoljno saznanja, razuma i delovale bez prinude.

Procena tržišne vrednosti nepokretnosti predstavlja pažljivo određivanje (predviđanje) njene tržišne vrednosti na osnovu iskustva, standarda, prikupljenih podataka o lokaciji, pravnom statusu, stanju na tržištu i ostalim relevantnim karakteristikama.

2.1. Metode tržišne vrednosti nepokretnosti

Postoje tri metode koje se odnose na procenu tržišne vrednosti nepokretnosti. Uopšteno gledano one su nezavisne jedna od druge i ne znači da će imati iste rezultate.

NAPOMENA:

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

Ta tri pristupa su sledeća:

1. Pristup direktnog upoređivanja prodajnih cena
2. Prinosni pristup
3. Troškovni pristup

Pristup direktnog upoređivanja cena (Sales Comparison Approach) predstavlja poređenje prodajne cene predmetne imovine i cene ekvivalentne imovine na sličnoj lokaciji.

Prednost ove metode jeste to što omogućava direktan nagoveštaj tržišne vrednosti, a glavno ograničenje je što mu nedostaje dovoljan broj uporedivih transakcija.

Prinosni pristup (Income Capitalization Approach) daje naznaku vrednosti pretvarajući buduće novčane tokove u jednu trenutnu kapitalnu vrednost. Ovaj pristup podrazumeva da će se predmet generisati kroz period korisnosti i nagoveštava vrednost kroz proces kapitalizacije.

Kapitalizacija uključuje pretvaranje prihoda u kapitalnu sumu kroz upotrebu diskontnih stopa. Tok prihoda može biti izveden pod ugovorom ili ugovorima, ili bezugovorno, na primer predviđiv profit generisan ili kroz korišćenje ili državinu predmeta.

Troškovni pristup (Cost Approach) je baziran na sistemu zamene, odnosno troškova zamene odgovarajuće nepokretnosti, uključujući sve troškove odnosno da investitor neće za nepokretnost platiti veću cenu, nego što bi ga koštalo da kupi zemljište i izgradi objekat.

Potpuni troškovi sticanja i nove izgradnje uključujući vremenske troškove finansijskog sektora bi takođe trebali da budu uzeti u obzir u upoređivanju. Troškovi zamene koji formiraju bazu osiguranja koja onda ne uključuje sticanje zemlje.

2.2. Troškovni pristup

Ako A_n , označava vrednost zemljišta sa identičnim karakteristikama kao zemljište na kojoj se nalazi obdanište, a B_n vrednost izgradnje objekta, takođe sa karakteristikama kao predmetni objekat, tada će vrednost nepokretnosti C_n prema troškovnoj metodi biti:

$$C_n = A_n + B_n$$

zato što je objekat već izgrađen na predmetnom zemljištu i procenitelj mora da proceni vrednost nepokretnosti prema metodi direktnog upoređivanja cene (sales comparison approach).

Troškovi izgradnje objekta sa identičnim karakteristikama se procenjuje tako što se prvo izračuna vrednost troškova

izgradnje novog objekta i gubitci u vidu troškova amortizacije objekta.

Prema opštoj formulaciji tržišne procene nepokretnosti,

$$\text{Indicated value} = VA(Fn, t)$$

gde je indicated value- procenjena vrednosti nepokretnosti, a $VA(Fn, t)$ karakteristike pristupa procene, odnosno sve informacije o nepokretnosti koja se procenjuje, u troškovnom pristupu su karakteristike nepokretnosti koje su neophodne da bi se utvrdili troškovi rekonstrukcije objekta kao i informacije o zemljištu.

Posle utvrđivanja procenje vrednosti nepokretnosti C_n , procenitelj mora da prilagodi cenu vrednosti nepokretnosti korekcionim faktorom M_n prema uslovima na tržištu.

$$V_n = M_n * C_n$$

gde je V_n realna vrednost nepokretnosti usklađena sa tržištem, a M_n korekcionim faktor, koji obuhvata neslaganje stvarnih cena sa cenama koje su propisane, vezano za dostupnost zemljišta za izgradnju objekata.

2.3. Komparativni pristup

Pristup direktnog upoređivanja prodajnih cena zasniva se na informacijama sa tržišta o prodajnim transakcijama ili cena iz ponuda, za imovinu koja je uporediva sa imovinom čija se vrednost procenjuje.

Pored toga, potrebno je da budu ispunjeni i sledeći uslovi:

- Transakcije moraju biti između nepovezanih lica;
- Transakcije moraju biti pod normalnim tržišnim okolnostima

U postupku procene, potrebno je izvršiti i određeno korigovanje vrednosti, za sva bitna odstupanja imovine koja se vrednuje od imovine sa kojom se vrši poređenje, po osnovu:

- lokacije i blizine saobraćajnica,
- prateće infrastrukture,
- veličine parcele i urbanističkih parametara,
- vremenskom periodu od obavljene transakcije do dana procene

Tabela ili matrica komparativa sadrži poređenje predmetne nepokretnosti sa sličnim nepokretnostima. Usklađivanje (korekcija) može biti kvalitativna ili kvantitativna.

Kvalitativna: *bolje, gore, malo bolje, dosta bolje...*,
kvantitativno: $\pm$ (%).

3. PRIKAZ PRIMENE METODA TRŽIŠNE VREDNOSTI

3.1. Primena troškovne metode

Na Slici 1. prikazan je predmet procene, predškolska ustanova u Novom Sadu u ulici Radnička br. 20, k.p. br. 772/4 u KO Novi Sad II, namenjenju programu vaspitno - obrazovnog rada za decu uzrasta od 6 meseci do 7 godina.



Slika 1. Lokacija parcele 772/4 na K.O. Novi Sad II

Tabela 1. Procena vrednosti na osnovu troškovne metode

	DIN.	€	%
Parcela	142.422.000,00	1.186.850,00	58,34
Porez na promet	3.560.550,00	29.671,25	1,46
Rušenje	0,00	0,00	0,00
Provizija agenta	4.272.660,00	35.605,50	1,75
Kamata	93.827.613,60	781.896,78	38,45
Troškovi parcele	244.082.823,00	2.034.023,53	100
Troškovi parcele / m ² NKP	71.979,59	600,00	
Troškovi gradnje	160.332.225,50	1.571.884,56	95,24
Rezerva	8.016.611,27	78.594,23	4,76
Ukupni troškovi gradnje	168.348.836,80	1.650.478,79	100
UTG/m ² NKP	58.056,73	569,183	
Ukupni troškovi projekta	412.431.659,80	3.684.502	
UTP / m ² NKP	142.231,05	1.270,63	

Umanjenje građevinske vrednosti objekata koje još nisu prešle svoje verovatno trajanje, računa se na način da se nova građevinska vrednost pomnoži sa izrazom:

$$s = 0,80 \cdot \frac{t}{T} \cdot \frac{t+T}{2T}$$

Uobičajene greške u primeni ovog pristupa su:

- Loše procenjena amortizacija objekta,
- Procenjena ili podcenjena vrednost zemljišta,
- Procenjen ili podcenjen kvalitet i vrednost zemljišta.

Mnogi procenitelji, koji nisu tehničke struke, izbegavaju upotrebu ove metode za procenu vrednosti nepokretnosti jer ona zahteva znanja o samim konstrukcijama objekata i cene izvođenja radova u građevinarstvu.

3.2. Primena komparativne metode

Elementi građevinskog zemljišta koje treba imati u vidu, prilikom procene građevinskog zemljišta, jesu:

- povezanost sa objektima infrastrukture,
- potrebe nasipanja odnosno otklanjanja viška materijala,
- rušenje postojećih objekata, drveća i drugih smetnji,
- daljina priključaka za vodu, kanalizaciju i
- drugi elementi.

Tab 2. Procena vrednosti na osnovu komparativne metode

	Predmetna nekretnina		Komparativ 1	
Adresa	Ul. Radnička 20		Stevana Musića 16	
Prodajna cena				€ 3.600.000,00
Prava na nekretnini	vlasništvo		vlasništvo	€ 0,00
Međuzbir				€ 3.600.000,00
Transakcija	cash		cash	€ 0,00
Međuzbir				€ 3.600.000,00
Uslovi prodaje	nezavisne stranke		nezavisne stranke	€ 0,00
Međuzbir				€ 3.600.000,00
Ulaganje nakon kupovine	ne		ne	
Međuzbir				€ 3.600.000,00
Vreme prodaje	Sada		pre 2 mes.	0,30%
Ekvivalentna vrednost u gotovom				€ 3.610.800,00
Zemljište	€ 1.186.850,00		€ 900.000,00	€ 286.850,00
Korigovana cena				€ 3.897.650,00
Spratnost	1. sprat		4. sprat	€ 0,00
Kvalitet gradnje	prosek		prosek	€ 0,00
Godine	2		14	20%
Održavanje	prosek		prosek	€ 0,00
Bruto nadzemna površina	3.450,90		5.000,00	-3,09%
Ostalo			ne	€ 0,00
Ukupno usklađivanje				16,91%
Usklađena cena				€ 4.556.742,61
Usklađena cena po m2				€ 911,00
Procenjena vrednost po m2		€ 1.004,00		

Ako za objekat ne postoje zainteresovani kupci, svaka proračunom izvršena procena vrednosti ovakvog objekta nema potvrdu na tržištu.

4. TROŠKOVI OBJEKTA U FAZAMA IZGRADNJE

Sagledavanje finansijske vrednosti izgradnje objekta od posebnog je značaja za svaki investicioni projekat, kako sagledavanje cene pojedinih komponenata strukture, tako i sagledavanje ukupne cene projekta.

Investicioni program, kojim se praktično analizira i sračunava cena jednog projekta, po aktuelnim propisima ne mora biti sastavni deo investiciono-tehničke dokumentacije, ali je ključni dokument za upravljanje investicijom u finansijskom pogledu. Struktura investicionog programa zavisi od tehničko-tehnoloških karakteristika objekta, lokacije na kojoj se gradi i propisa koji obavezuju na regulisanje naknade za: pribavljanje lokacije, gradsko građevinsko zemljište, obezbeđenje električne energije, daljinskog grejanja i telefonskog priključka. Vrednosti pojedinih komponenti zavise od tržišnih uslova i veličine participacija koje propisuje lokalna uprava.

Osim formiranja ukupne cene koštanja, korisno je da se vrednost projekta izrazi i preko reprezentativne jedinice mere izgrađenog objekta. U našim uslovima uobičajeno je da se kao reprezent usvoji m2 korisnog prostora izgrađenog objekta.

Obim i dužina trajanja radova na izgradnji građevinskog objekta uslovljavaju i zahtevaju angažovanje velikog broja učesnika raznih struka, veliku količinu raznovrsnih materijala i sklopova, kao i odgovarajuću mehanizaciju.

Zbog ovako razgranate strukture aktivnosti, pri izvođenju radova (često može biti i po nekoliko hiljada aktivnosti), za sagledavanje cene koštanja radova potrebno je

sprovesti detaljnu analizu. Kada se uzme u obzir da je cena izvođenja radova samo jedna komponenta, u skupu komponenata koje utiču na finalnu cenu građevinskog objekta, može se sagledati složenost postupka formiranja cene građevinskog objekta.

Osim cene izvođenja radova, u cenu izgrađenog objekta ulaze i troškovi:

- naknada za pribavljanje lokacije,
- naknade za uređenje gradskog građevinskog zemljišta,
- naknade za obezbeđenje električne energije, daljinskog grejanja i telefonskog saobraćaja,
- troškovi pripremanja lokacije,
- troškovi opremanja lokacije,
- troškovi izrade i overe tehničke dokumentacije, i
- ostali prateći troškovi.

4.1. Računanje troškova izgradnje objekta

Cena pozicija izvođenja radova određuje se putem analize cena-kalkulacija na sledeći način:

$$C_p = E_{MAT+MEH} + E_{RS} \times F,$$

gde su C_p - cena pozicije (radova)

$E_{MAT+MEH}$ - troškovi materijala sa troškovima mehanizacije

E_{RS} - troškovi radne snage

F - kalkulatívni faktor na troškove radne snage (bruto zarade proizvodnih radnika)

Za aktivno i efikasnu kontrolu realizacije investicije, neophodno je u određenom vremenskom preseku znati sve aktuelne troškove.

Sagledavanje finansijske vrednosti izgradnje objekta od posebnog je značaja za svaki investicioni projekat, kako sagledavanje cene pojedinih komponenata strukture, tako i sagledavanje ukupne cene projekta.

4.2. Troškovi objekta u 2 faze izgradnje

Za aktivno i efikasnu kontrolu realizacije investicije, neophodno je u određenom vremenskom preseku znati sve aktuelne troškove.

Sagledavanje finansijske vrednosti izgradnje objekta od posebnog je značaja za svaki investicioni projekat, kako sagledavanje cene pojedinih komponenata strukture, tako i sagledavanje ukupne cene projekta.

U formiranju i prikazivanju informacija o troškovima treba poznavati i pratiti troškove na samom izvoru podataka - mestu nastajanja troška.

Ovo je omogućeno korišćenjem savremene računarske tehnologije u prikupljanju i obradi podataka.

5. ZAKLJUČAK

Procene vrednosti nepokretnosti od posebnog su značaja za banke, fondove za nepokretnost, investiture, računovođe, državne organe i korisnike nepokretnosti. Ako za neki objekat ne postoje zainteresovani kupci, svaka proračunom izvršena procena nema potvrdu na tržištu.

Razvijene države Evropske unije imaju jasno definisane zakone i propise u pogledu vrednovanja nekretnina. U Republici Srbiji se još nije došlo do tog nivoa, međutim, za očekivati je da će se približavanjem Evropskoj uniji takva praksa usvojiti i kod nas.

Samom procenom ne može se utvrditi tačna vrednost nepokretnosti, jer će ona zavisiti u najvećoj meri od sposobnosti prodavca da proda, odnosno kupca da kupi samu nepokretnost i od vremenskog okvira u kom se procenjuje, već može da posluži kao polazna osnova prilikom formiranja vrednosti.

U okviru ovog rada primenjene su tržišne metode (troškovna i komparativna). Pored ove dve metode postoji i prinosna metoda koja nije imala naročitu primenu s obzirom na to da se radi o objektu predškolske ustanove. Na osnovu rezultata troškovne metode usvojena je vrednost objekta po kvadratu 1.270,00 eur, dok na osnovu rezultata komparativne metode 1000 eur po m².

Kao konkretan zaključak ovog rada, a vezano za predmetni objekat navodi se da je metoda koja će najvernije prikazati vrednost objekta troškovna metoda s obzirom na to da je u pitanju objekat koji ne daje prihode i da je objekat završen.

Na osnovu investicionog plana, tj. proizvodne vrednosti objekta usvojena je njegova vrednost koja iznosi 1.432.225,15 eur. Ova vrednost ne mora biti merodavna za konkretan objekat jer, kako je investitor grad Novi Sad, nisu uključeni troškovi zemljišta kao ni troškovi participacije za uređenje magistralne, primarne i sekundarne mreže.

U toku faze izgradnje objekta, troškovi posle 40% izgrađenog objekta su 65.815.969,50 din, dok posle 70% su 51.115.255,40 din. Kao mogući problemi koji se mogu javiti kod procene vrednosti u fazama izgradnje, jesu ti da je moguće, što i jeste slučaj vrlo često, dođe do promene cene materijala, radova ili nečeg trećeg, u toku same izgradnje s obzirom na veoma dug proces izgradnje objekta od prikupljanja dozvola da završnih radova.

Iako su ciljevi subjekata koji utiču na investiciju isti - izgradnja objekta, interesi su im uglavnom suprotstavljeni.

6. LITERATURA

- [1] Vujičić D., Petrović S., Metodologija za procenu vrednosti imovine i kapitala, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2010.
- [2] Ćirović G., Upravljanje investicijama, Visoka građevinsko-geodetska škola u Beogradu, Beograd 2009.
- [3] Božić B., Mihajlović R., Analiza postojećeg stanja i potreba razvoja infrastrukture za državnu procenu vrednosti nepokretnosti u Republici Srbiji, Građevinski fakultet u Beogradu, Beograd 2014.

Kratka biografija:

Bojan Ristanović rođen je u Novom Sadu 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Procene vrednosti nepokretnosti je odbranio 2015.god.

PROJEKAT REKONSTRUKCIJE KANALA VRBAS-BEZDAN OD km 6+000 DO km 80+332**VRBAS-BEZDAN CHANNEL RECONSTRUCTION PROJECT, FROM km 6+000 TO km 80+332**

Jelena Dafinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj - U master radu je predstavljena rekonstrukcija kanala Bezdan – Vrbas povećanjem proticaja kanala zbog povećanih potreba za vodom u cilju navodnjavanja područja koje kanal snabdeva. To iziskuju novi zahtevi u oblasti poljoprivrede kao i izgradnja novih sistema za navodnjavanje. Povećanje kapaciteta kanala se postiglo dovođenjem profila kanala u projektovano stanje, povećanjem poprečnog preseka kanala, tj. uklanjanjem nataloženog sedimenta kao i iskopom materijala po dnu korita i kosinama kanala. Hidraulički proračun je urađen u programskom paketu HEC-RAS.

Ključne reči: rekonstrukcija kanala, izmuljenje, protok.

Abstract – The paper contains the reconstruction of a channel Bezdan-Vrbas with increased flow of the channel caused by the increased need for water due to irrigation of the area which is supplied by the channel. That requires a new requests in the area of agriculture, as well as construction of the new systems for irrigation. Increased capacity of a channel was achieved by bringing the channel profile in desired state, increasing cross-section of a channel, removing piled sediment, and excavation of the material on the bottom of the channel and the sides of a channel. Hydraulic calculation was conducted in software package HEC-RAS.

1. UVOD

Veliki Bački kanal ili Kišov kanal je deo sistema Dunav-Tisa-Dunav. Dugačak je 118 km i povezuje Dunav (kod Bezdana) sa Tisom (kod Bečeja). Između dva spomenuta mesta skraćuje put za više od 200 km, a koristi se i za vodosnabdevanje ovog dela Bačke u doba suše. Prosečna dubina je 3 m. Na obalama kanala se nalaze naselja Vrbas, Kula i Crvenka. Zbog zagađenja i taloženja mulja, kanal je danas suviše plitak za rečna plovila i brodove, opasan je za kupanje zbog čega ga je Ministarstvo zaštite životne sredine Srbije ga svrstalo među 3 „crne tačke“ Srbije.

Dno korita Velikog bačkog kanala je široko 17 m, a širina vodenog ogledala kanala je oko 25 m.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kolaković, red. prof.

Do zagađenja kanala došlo je u drugoj polovini 20. veka zbog naglog razvoja industrije, i neodgovarajućeg tretmana industrijskih voda koje su se izlivala u kanal.

Kanal Bezdan-Vrbas uliva se u kanal DTD 6 km nizvodno od prevodnice u Vrbasu, gde je određena stacionaža 0+000 za predmetni kanal. U budućnosti će se javiti nove potrebe za vodom iznad onih na koje je računato u dokumentaciji iz šezdesetih godina, tako da se kapacitet kanala mora povećati sa sadašnjih 18 m³/s na 34.5 m³/s [1].

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Sa stanovišta vodnog režima hidrosistema DTD u Bačkoj je sačinjen od osam vodnih stepenica-bazena. Redni broj bazena određuje visinski položaj bazena unutar hidrosistema. Predmetna deonica kanala Vrbas-Bezdan koju treba rekonstruisati se nalazi u bazenima broj I i broj II, prikazano na sl.1. Maksimalni uzvodni nivo u bazenu I javlja se kod Bezdana i iznosi 85,27 mm, a maksimalni nizvodni iznosi 84,85 mm i javlja se kod Malog Stapara.

Za bazen II maksimalni vodostaj javlja se kod Malog Stapara i iznosi 84,46 mm, a maksimalni nizvodni nivo javlja se kod ustave Vrbas i iznosi 83,40 mm [4]. Kanal Vrbas-Bezdan danas uglavnom služi za odvodnjavanje područja, iako je projektovan kao višenamenski.



Slika 1. Prikaz bazena na teritorije Bačke

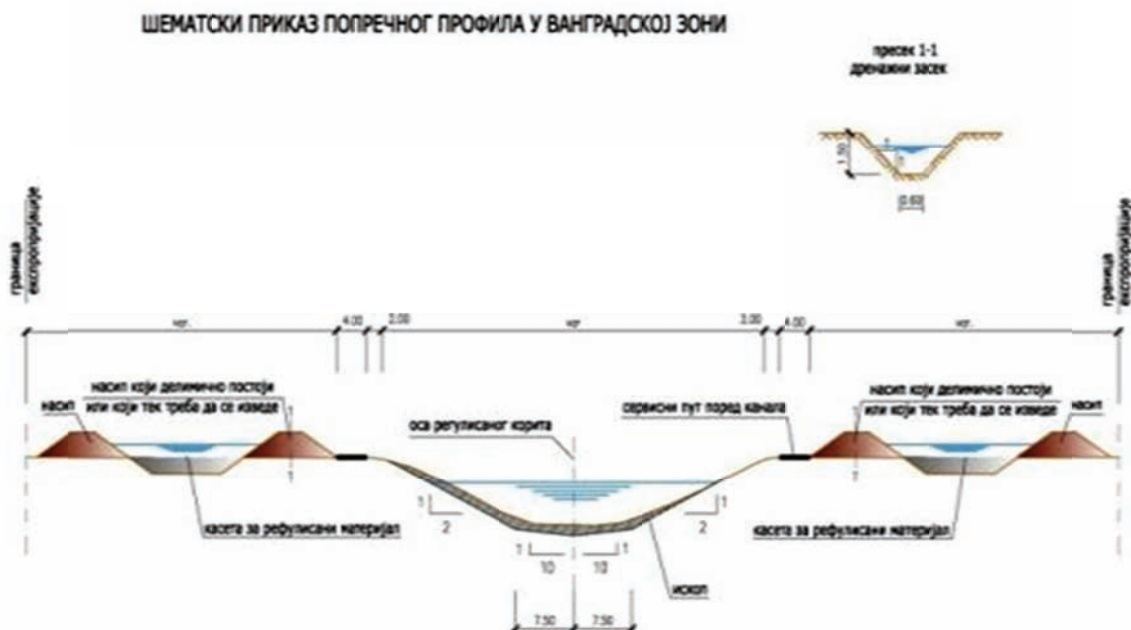
Usled nedovoljnog korišćenja, ali i neredovnog održavanja, kanal je zarastao u trsku, tako da je tečenje u njemu jako otežano, sa Manningovim koeficijentom trenja od oko 0,06 m^{-1/3}s [3].

Tokom 2008. godine izvršeno je izmuljenje kanala na deonici od stacionaže km 71+163 do stacionaže km 80+332, odnosno od sigurnosne ustave „Češka Čuprija“ do brodske prevodnice u Bezdanu.

3. USVOJEN BUDUĆI IZGLED KANALA

Da bi se obezbedila zahtevana propusna sposobnost kanala, potrebno je da se poveća površina poprečnog

preseka, usvojena je kombinacija trougaone kinete nagiba kosina 1 :10 koje se nastavljaju u nagibu 1 : 2, širine osnovnog korita 15,0 m. To je prikazano na sl. 2.



Slika 2. Poprečni presek rekonstruisanog korita

4. HIDRAULIČKI MODEL SOFTVERSKOG PAKETA HEC-RAS 4.1.0

U matematičkom modelu HEC–RAS (US Army Corps of Engineers), koji je namenjen proračunu linija nivoa vode u otvorenim tokovima za stacionarne uslove tečenja, proračun linija nivoa vode baziran je na rešavanju jednodimenzionalne energetske jednačine između dva susedna profila iterativnim postupkom, takozvanom standardnom metodom koraka (standard step metod). Poredi se proračunata vrednost nizvodnog nivoa vode sa pretpostavljenom vrednošću i procedura se ponavlja dok se ove dve vrednosti ne slože u okviru granica tolerancije tačnosti proračuna (naprimer 2 cm)

Osnovna energetska jednačina glasi [2]:

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta E \quad (1)$$

Gde je z_i energija položaja po jedinici težine tečnosti, h_i energija pritiska po jedinici težine tečnosti, $\frac{v_i^2}{2g}$ kinetička energija po jedinici težine tečnosti, ΔE izgubljena strujna energija od preseka 1 do preseka 2.

5. HIDRAULIČKI PRORAČUN

5.1. Hidraulički proračun trenutnog stanja kanala

Osnovne pretpostavke pri hidrauličkim proračunima bile su da je tečenje u kanalu **stacionarno sporopromenljivo u mirnom režimu**. Manningov koeficijent rapavosti je $0,03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, što podrazumeva da je kanal očišćen od trske.

Rešenje je uslovljeno minimalnim i maksimalnim kotama vode u bazenima I i II. Merodavni slučaj za dimenzionisanje kanala je za fazu navodnjavanja.

Ulazni podaci sa kojima je urađen hidraulički proračun za postojeće stanje su u tabeli 1:

Tabela 1: *Trenutno stanje u kanalu Vrbas-Bezdan*

prevodnica	Bezdan	Mali Stapar		Vrbas
stacionaža (km)	80+253	33+814,40		6+070
Kota vode (mm)	84,80	GV=8 4,26	DV=8 3,48	GV=83, 28
Q (m3/s)	4,10	1,54		0,56

Posle hidrauličkog proračuna u HEC-RAS-u, data je tabela 2 sa uporednim nivoima vode prema proračunu i izmerenih vrednosti.

Tabela 2: *Uporedni podaci nivoa vode prema hidrauličkom proračunu i izmerenih nivoa vode*

prevodnica	Bezdan	Mali Stapar		Vrbas
stacionaža (km)	80+253	33+814		6+070
br.profila	857	379	370	65
Izmerene kote vode (mm)	84,80	GV=84,26	DV=83,48	GV=83,28
Proračunate kote vode (mm)	84,90	GV=84,26	DV=83,38	GV=83,28

Iterativnim postupkom došlo se do toga da je maksimalni proticaj koji može da se propusti u postojećim uslovima 6,0 m³/s za minimalni nizvodni granični uslov od 83,00 mm u Vrbasu. To je znatno manja propustnost od zahtevane za navodnjavanje kao merodavan slučaj.

5.2. Hidraulički proračun budućeg stanja rekonstruisanog korita

5.2.1. Faza snabdevanja vodom

Ovo je merodavan slučaj za dimenzionisanje kanala. Hidraulički proračun za navodnjavanje rađen je na osnovu ulaznih podataka datih u tabeli 3 [1].

Tabela 3: Preraspodela proticaja duž kanala za navodnjavanje

stacionaža (km)	Q (m ³ /s)
80+253.53	34.57
75+536.50	24.04
70+085.82	23.05
56+973.50	21.85
53+022.57	21.50
47+204.42	21.10
42+223.50	18.00
33+830.00	15.00
12+017.65	10.54

Na osnovu hidrauličkog proračuna potvrđeno je da data varijanta zadovoljava zahtevane uslove propusnosti, a kote vode ne prelaze ni minimalne ni maksimalne dozvoljene kote u oba bazena, prikazano u tabeli 4.

Tabela 4: Kote vode na karakterističnim mestima za fazu navodnjavanja

prevodnica	Bezdan	Mali Stapar		Vrbas
stacionaža (km)	80+253	33+814		6+070
br.profila	857	379	370	65
Kote vode (mm)	85,20	GV=8 4,02	DV=8 3,46	GV=83, 00

5.2.2. Faza odvodnjavanja

Hidraulički proračun za fazu odvodnjavanja rađen je za ulazne podatke iz tabele 5.

Tabela 5: Preraspodela proticaja duž kanala za odvodnjavanje

Stacionaža (km)	Q (m ³ /s)
80+253,53	16,90
77+102,41	22,90
33+929,87	12,74

Na osnovu proračuna potvrđeno je da data varijanta zadovoljava zahtevane uslove propusnosti, a kote vode ne prelaze ni minimalne ni maksimalne dozvoljene kote u oba bazena, prikazano u tabeli 6.

Tabela 6: Kote vode na karakterističnim mestima za fazu odvodnjavanja

prevodnica	Bezdan	Mali Stapar		Vrbas
stacionaža (km)	80+253	33+814		6+070
br. profila	857	379	370	65
Kote vode (mm)	85,07	GV=8 4,00	DV=8 3,39	GV=83, 00

5.2.3. Faza tranzita vode

Radi održavanja kvaliteta vode u kanalu, potrebno je da se propušta 20,0 m³/s. U tabeli 7 prikazani su nivoi vode izračunati putem HEC-RAS-a.

Tabela 7: Kote vode na karakterističnim mestima za fazu tranzita

prevodnica	Bezdan	Mali Stapar		Vrbas
stacionaža (km)	80+253	33+814		6+070
br.profila	857	379	370	65
Kote vode (mm)	85,05	GV=8 4,26	DV=8 3,75	GV=83, 00

Proračunom je potvrđena propusnost kanala za fazu tranzita vode.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljena rekonstrukcija kanala Bezdan – Vrbas. Rekonstrukcija bi se vršila u cilju povećanja proticaja kanala na delu kod Bezdana sa 18,0 m³/s na 34,5m³/s, usled povećanja poteba u vodi za navodnjavanje, na potezu do Vrbasa. Rekonstrukcija kanala je urađena od stacionaže km 6+000 do stacionaže km 80+332 (što iznosi 74,33 km).

Usvojen je poprečni presek kombinacija trougaone kinete nagiba strana 1 :10 koje se nastavljaju u nagibu 1 : 2, širine osnovnog korita 15,0 m.

Nakon izbora trase i gabarita kanala urađenjen je niz hidrauličkih proračuna tečenja u kanalu, pri čemu su varirane kote dna kanala i širina glavnog korita budućeg kanala.

Osnovne pretpostavke pri hidrauličkim proračunima bile su da je tečenje u kanalu stacionarno sporopromenljivo u mirnom režimu.

Hidraulička analiza je urađena pomoću softverskog paketa HEC-RAS 4.1.0.

7. LITERATURA

- [1] Glavni projekat rekonstrukcije kanala Vrbas-Bezdan od km 6+000 do km 80+332, 2012.
- [2] Salvai A. : Hidraulika, FTN, Novi Sad, 2008.
- [3] Kolaković S., Trajković S. : Hidrotehničke melioracije - Odvodnjavanje, FTN Izdavaštvo, Novi Sad – Građevinsko – arhitektonski fakultet, Niš , 1998
- [4] Dimitrije Milovanov, monografija, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, Novi Sad 1972.

Kratka biografija:

Jelena Dafinić rođena je u Vukovaru 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih Nauka iz oblasti Građevinarstva-Hidrotehnika odbranila je 2015. god.

**PROCENA STANJA, SANACIJA I REVITALIZACIJA ZGRADE NEKADAŠNJE
VELIKOBEČKEREČKE ŠTEDIONICE U ZRENJANINU****ASSESSMENT, REHABILITATION AND REVITALISATION OF FORMER BUILDING
OF VELIKOBEČKEREČKA SAVING BANK IN ZRENJANIN**

Mirjana Ćurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj– U ovom radu je prikazana procena stanja i rekonstrukcija dela zidane zgrade "Velikobečkerečke štedionice" u Zrenjaninu.

a) U prvom (manjem) delu rada je obrađen teorijski deo u vezi sa metodama naknadnog izvođenja horizontalne hidroizolacije zidanih zidova.

b) U drugom delu rada prikazani su rezultati detaljnog vizuelnog pregleda objekta i data je ocena stanja sa aspekta: nosivosti, stabilnosti, trajnosti i funkcionalnosti. Analizom uočenih oštećenja konstrukcije, zaključeno je da je: funkcionalnost zgrade ugražena, trajnost objekta je značajno smanjena, stabilnost je ugrožena u međuspratnoj konstrukciji južnog dela objekta, stubu u prizemlju, terasama zapadnog i istočnog krila, a nosivost je smanjena u zidovima u osama B i C. Projektom sanacije su predviđene mere za revitalizaciju: zidova sprata, stuba, zidova podruma, međuspratne konstrukcije.

Abstract – This paper presents an assessment and the reconstruction of the part of masonry building in Zrenjanin.

a) Methods of subsekvant installation of horizontal waterproofing in masonry walls is first (smaller) part of the paper, but it contains a lot of examples from practice.

b) The second part of the paper presents the results of detailed visual inspection of the building, and the assessment that was made in terms of: carrying capacity, stability, durability and functionality. It can be concluded that the functionality and durability of the building has been compromised. Carrying capacity of walls in axis B and C has been jeopardized, but global carrying capacity is not compromised. Stability of column in axis A in the ground floor has been compromised, as well as stability of terrace of western and eastern part and stability of ceiling above the floor. Ceiling above the floor as well as ceiling above ground floor was collapsed in one part of the southern part of object. Repairing measures include revitalization of: walls on the first floor, column in the ground floor, walls in the basemen and ceilings.

Ključne reči: procena stanja, revitalizacija, horizontalna hidroizolacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila Prof. dr Mirjana Malešev

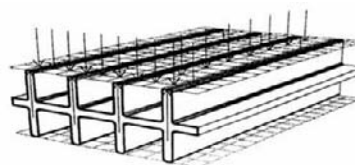
TEORIJSKI DEO**1. METODE NAKNADNOG IZVOĐENJA
HORIZONTALNE HIDROIZOLACIJE
ZIDANIH ZIDOVA**

Za sanaciju, odnosno sprečavanje prodora kapilarne vlage u kapilarno porozne zidove, danas se u praksi koriste sledeće tehnike:

1.1. HIO tehnologija (presecanje zidova)

HIO - tehnologija je metoda trajne zaštite od kapilarne vlage, koja potpunim presecanjem zidova ne ugrožava njihovu stabilnost (Slika 1). Prednosti ove tehnologije su:

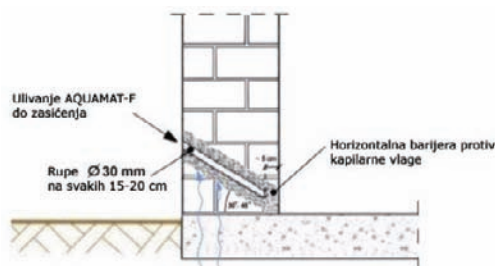
- nema ograničenja u pogledu vrste građevinskih materijala i debljine zidova;
- HIO - master šina je jedini izolacioni materijal čija se visina adaptira visini reza;
- rezanje se izvodi dijamantskim alatima sa minimumom vibracija i buke;
- specijalna masa za injektiranje koja se ubrizgava u rez pod visokim pritiskom ima odličnu adheziju i sa šinom formira novu spojnicu u zidu;
- zbog izuzetnih osobina HIO-master šine i očvrstle injektirane mase nova spojnica je višestruko jača od postojećih spojnica;
- vreme izvođenja je kraće od svih drugih metoda;



Slika 1. HIO-master šina

1.2. Hidrofobizacija zidova

Ova tehnika se zasniva na formiranju vodonepropusne barijere u zidu injektiranjem hemijskih sredstava (slika 2)



Slika 2. Injektiranje zidova nalivanjem

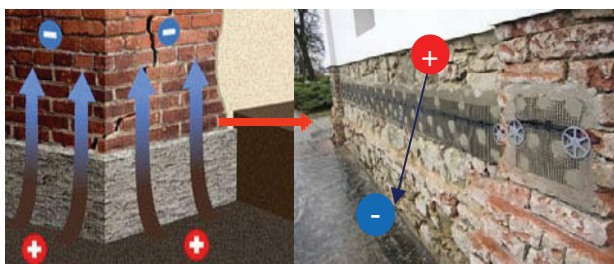
1.3. Isušivi paropropusni sanacioni malteri

Isušivi malter dozvoljava konstantno isparavanje kapilarne vlage u obliku pare, a da pri tome soli ostanu rastvorene u zidu, bez mogućnosti kristalizacije, a samim tim su i bezopasne po materijal i objekat.

1.4. Elektroosmoza

U sistemu zid-voda, molekuli vode su pozitivno naelektrisani i pokretljivi, pa će oni migrirati prema katodi. Taj proces se naziva elektroosmoza (Slika 3).

Smer toka vode u vlažnim zidovima se može ugradnjom električnog polja u području vlaženja promeniti, čime se postiže isušenje zida. Potrebno je da se anode ugrade uz gornju ivicu zone vlaženja, a katode uz donju ivicu zidova ili temelja. Time će se tok vode promeniti odozgo na dole.



Slika 3. Šematski prikaz elektroosmotičkog šoka

1.5. Zaključak

Kapilarna vlaga je najgori neprijatelj svih starih građevinskih objekata, bilo gde u svetu. Stari objekti, po pravilu, u svojim temeljima i temeljnim zidovima nemaju horizontalnu hidroizolaciju ili, ako je nekada postojala, ona je danas potpuno dotrajala.

Voda iz tla, ničim neometana, kapilarno se penje u gornje delove objekta pri čemu rastvorene soli u zoni isparavanja prilikom dehidracije i kristalizacije, razaraju materijal od koga je objekat zidan - ugrožavajući njegovu stabilnost i konstrukciju. Da bi se neki stari objekat trajno sanirao od vlage neophodno je **otклонiti uzroke a ne samo sanirati posledice**.

PRAKTIČNI DEO

2. UVOD

Zgrada nekadašnje Velikobečkerečke štedionice, izgrađena je sedamdesetih godina 19.-og veka. Ova zgrada predstavlja važan spomenik kulture vremena u kom je nastala i nalazi se u okviru Prostorne kulturno-istorijske celine „Staro jezgro Zrenjanina” (Slika 4). Zgrada Velikobečkerečke štedionice pripada stilu akademizma.



Slika 4. Velikobečkerečka štedionica 1901.god

3. OPIS OBJEKTA

Objekat je lociran u ulici Trg Dr. Zorana Đinđića br.1 u Zrenjaninu. U odnosu na strane sveta, ulični deo objekta se dužom osom pruža u pravcu Istok-Zapad. Objekat je dužom osom paralelan sa Regulacionom linijom ulice i nalazi se na njoj. Objekat je atrijumskog tipa.

3.1. Spoljašnji izgled

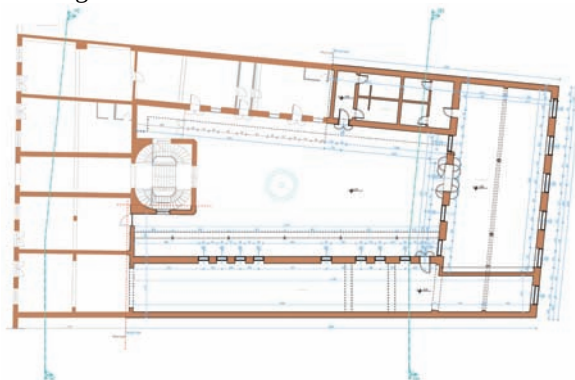
Posmatrani objekat je pod režimom zaštite, koji obuhvata zabranu menjanja spoljašnjeg izgleda fasade (Slika 5.).



Slika 5. Spoljašnji izgled fasade

3.2. Osnove i presezi

Na slikama 6, 7 i 8 prikazani su osnova i karakteristični presezi zgrade.



Slika 6. Osnova prizemlja



Slika 7. Vertikalni presek južnog dela A-A



Slika 8. Vertikalni presek B-B zapadnog i istočnog krila, izgled severnog dela

3.3. Lukovi, svodovi, stubovi i zidovi

U okviru podruma konstrukciju čini sistem zidanih stubova, zidova, lukova i svodova (Slika 9.). U okviru prizemlja konstrukcija je rešena primenom nosećih zidova, lukova i drvenih međuspratnih tavanica. U prizemlju je izvedena i Ajnfort kapija iznad koje je izvedena konstrukcija u vidu zidanog svoda i lukova (Slika 10.).



Slika 9. Stubovi, zidovi, lukovi i svodovi podruma

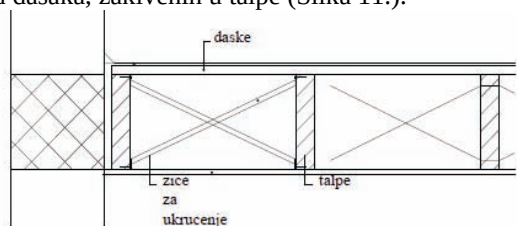


Slika 10. Ajnfort kapija u prizemlju

U okviru sprata konstrukcija je rešena primenom nosećih zidova i drvenih međuspratnih tavanica.

3.4. Međuspratna tavanica

U južnom (uličnom) delu objekta drvenu međuspratnu tavanicu čini sistem greda postavljenih jedna uz drugu (na dodir). Dok je u preostalom delu objekta drvena međuspratna tavanica rešena konstrukcijom od talpi. Talpe 5/25cm se raspoređuju na razmaku od 50cm i međusobno povezuju čeličnim profilima ili žicama u vidu sprega. Pod je od dasaka, zakivenih u talpe (Slika 11.).

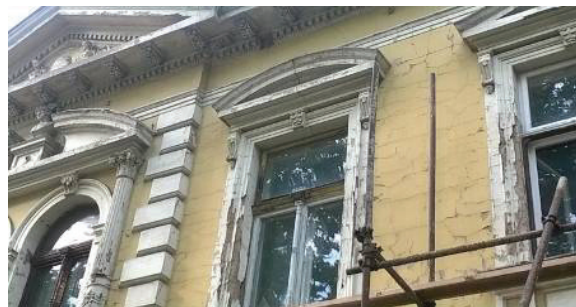


Slika 11. Međuspratna konstrukcija od talpi

4. PROCENA STANJA

4.1. Noseći zidovi

Detaljnim vizuelnim pregledom nosećih zidova sa poljašnje strane evidentirana su sledeća oštećenja: pucanje ukrasne plastike i mrežaste prslina na fasadi, ljuskanje i spiranje završnog sloja, biološka korozija, otpadanje maltera (Slika 12). Nakon analize svih oštećenja na nosećim zidovima zaključeno je da su sva oštećenja posledica atmosferske vlage zbog dotrajalih olučnih instalacija i oštećenog krovnog pokrivača.



Slika 12. Oštećenja fasadnog zida

Kapilarna vlaga je takođe uzročnik velikog broja oštećenja (Slika 13):



Slika 13. Oštećenja obodnih nosećih zidova

4.2. Stubovi, lukovi, svodovi

Na stubovima podruma primećena su sledeća karakteristična oštećenja: bele mrlje od iscvetavanja soli, ljuskanje opeke (Slika 14.). Jednom od stubova prizemlja redukovani poprečni presek.



Slika 14. Oštećeni podrumski elementi

4.3. Međuspratna konstrukcija

U južnom delu objekta je delimično urušena međuspratna konstrukcija-slika 15, a na preostalom delu koji se nije urušio, ugrožena je stabilnost zbog uklanjanja nosećih zidova.



Slika 15. Urušena međuspratna konstrukcija

4.4. Ocena stanja objekta

Analizom registrovanih oštećenja nosećih elemenata zidane zgrade, zaključeno je:

- Vrste i intenzitet uočenih oštećenja su takvi da je potpuno ugrožena trajnost i dobrim delom funkcionalnost čitavog objekta.
- Što se tiče globalne nosivosti objekta ona nije narušena, međutim nosivost pojedinih elemenata je smanjena. Najoštećeniji je zid sprata u osi C i B, kao i stub prizemlja u osi A- kome je smanjena nosivost.
- Sa stanovišta globalne i lokalne stabilnosti zidovi nisu ugroženi osim zida u osi C i B. Sa stanovišta stabilnosti ugrožene su terase zapadnog i istočnog krila, kao i međuspratna konstrukcija prvog dela objekta od ose 2 do ose 4.

Nakon detaljne procene stanja objekta i analize uočenih oštećenja, zaključujem da su uzrok ugrožene trajnosti, funkcionalnosti, nosivosti i stabilnosti objekta:

- Neadekvatna promena statičkog sistema i
- Uticaj atmosferske i kapilarne vlage.

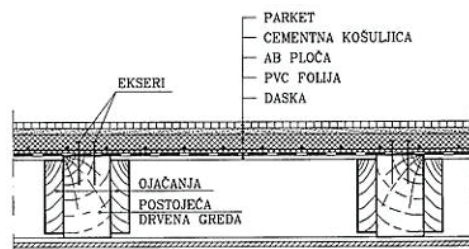
5. PREDLOG SANACIONIH MERA

U cilju vraćanja funkcionalnosti i prvobitnog izgleda ovom objektu, predložene su sledeće sanacione mere:

- Izvođenje nove podne konstrukcije podruma;
- Uvođenje horizontalne bitumenske hidroizolacije poda podruma;
- Izrada horizontalne hidroizolacije presecanjem zidova podruma;
- Izrada vertikalne hidroizolacije na svim spoljašnjim podzemnim delovima zidova objekta;
- Poboljšanje vodonepropustljivosti podrumskih delova zidova uz susedni objekat penetratima;
- Ojačanje drvenih međuspratnih tavanica:
- Izvođenje horizontalnih AB serklaža u visini međuspratnih tavanica;
- Izvođenje novih AB međuspratnih konstrukcija na mestima urušenih;
- Preziđivanje stuba prizemlja u osi A, kome je redukovao poprečni presek i time smanjena nosivost;
- Ponovno malterisanje fasade i vraćanje plastike fasade u prvobitno stanje;
- Zamena krovnog pokrivača novim autentičnim biber crepom;
- Postavljanje novih olučnih instalacija;

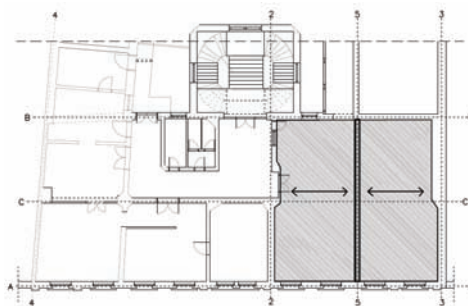
Na obodne zidove podruma, koji su dostupni sa spoljašnje strane, postavlja se horizontalna hidroizolacija-HIO tehnologijom i vertikalna spoljašnja hidroizolacija, dok se zidovi do susednog objekta tretiraju penetratima sa unutrašnje strane.

Ojačanje postojećih međuspratnih tavanica vrši se postupkom sprežanja postojećih drvenih greda, uz vađenje suvišnih, tako da se ostave na osnovu rastojanja od 50cm, sa novom AB pločom, uz istovremeno izvođenje horizontalnih serklaža, u visini AB tavanice (Slika 16).



Slika 16. Spregnuta tavanica "drvo-beton"

U prizemlju, kao i na spratu, se izvodi novi zid u osi 5. Nova AB ploča, koja se izvodi iznad prizemlja kao i iznad sprata, oslanja se u sredini svog raspona na ovaj zid, a na svojim krajevima oslanja se na obodne zidove u osama 2 i 3 (Slika 17). Istovremeno se izvode horizontalni serklaži u obodnim zidovima i iznad novog zida takođe.



Slika 17. Nova AB ploča i zid u osi 5

6. LITERATURA

- [1] Muravljov M., Stevanović B.: Zidane i drvene konstrukcije zgrada, Univerzitetska štampa, Beograd 1999.
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: (autorizovana skripta) Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Novi Sad, 2014.
- [3] Malešev M., Radonjanin V.: (autorizovana skripta) Sanacije betonskih konstrukcija, Novi Sad, 2014.
- [4] Grupa autora: Beton i armirani beton, prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [5] Radosavljević Ž., Bajić D.: Armirani beton 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [6] Milan Gojković: Drvene konstrukcije
- [7] Internet adrese:
<http://www.zrenjaninheritage.com/>
<http://www.stevanoberknezev.com/index.php>
https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD
<https://sr.wikipedia.org/wiki/Elektroosmoza>

Kratka biografija:



Mirjana Čurić, rođena je u Zrenjaninu 8. aprila 1989. Godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstva – Modul konstrukcije – Procena stanja i sanacija konstrukcija, odbranila je u januaru 2016.god.

ČELIČNI MOST ZA KONVEJERSKI TRANSPORT RASUTOG OTPADA STEEL BRIDGE FOR CONVEYOR TRANSPORT OF BULK WASTE

Dejan Ristanović, Srđan Kisin, *Fakultet tehničkih nauka Novi Sad*

Oblast: GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj: Ovaj rad obuhvata projekat čeličnog mosta za konvejerski transport rasutog otpada, uz adekvatnu analizu i apliciranje svih statičkih i dinamičkih opterećenja koja djeluju na most. Nakon nanošenja svih tipova opterećenja izvršen je proračun, na osnovu kog smo došli do uticaja u svim elementima konstrukcije. Konstrukcija mosta dimenzionisana je prema teoriji dopuštenih napona, izvršena je provjera nosivosti i stabilnosti konstrukcije, kao i provjera otpornosti konstrukcije na zamor. Temelji mosta su dimenzionisani prema odgovarajućem standardu, prema teoriji graničnih stanja.

Abstract: This work includes the design of steel bridge for conveyor transport of bulk waste, with adequate analysis and application of static and dynamic loads acting on the bridge. After applying all types of loads calculation was performed, based on which we have come to influence all elements of construction. The bridge structure is dimensioned according to the theory of allowable stress, was carried out checks bearing capacity and stability of the construction as well as verification of structural resistance to fatigue. The foundations of the bridge are designed according to the appropriate standard, according to the theory of limit states.

Ključne riječi: Čelični most, Otpornost konstrukcije na zamor.

1.UVOD

Čelični mostovi za konvejerski transport rasutog otpada imaju veliku primjenu u industriji. Zbog same prirode korisnog opterećenja, koje je dinamičkog karaktera, ove konstrukcije spadaju u grupu konstrukcija čije se dimenzionisanje vrši preko kontrole otpornosti na zamor materijala. Prema našim standardima otpornost na zamor se kontroliše tako što se redukuje nosivost elementa pri statičkom opterećenju, sa određenim koeficijentom redukcije. Vrijednost koeficijenta redukcije zavisi od naponske razlike $\sigma_{\min}/\sigma_{\max}$ i srednjeg napona σ_m . Gredni nosač mosta je prostorna rešetka sistema kontinualne grede, stubovi su rešetkasti, statičkog sistema ram na 2 zgloba, a za temeljenje konstrukcije su predviđeni temelji samci.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Srđan Kisin, dipl.inž.grad.

2.MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

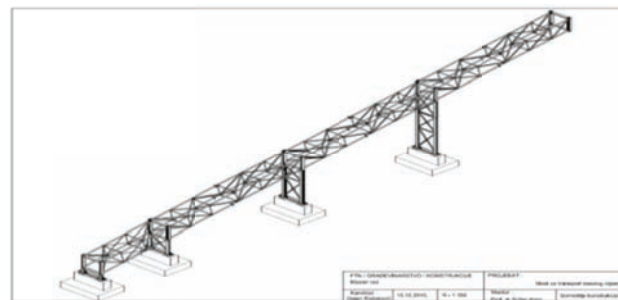
Konstrukcija je modelirana u programskom softveru Tower6 koji je baziran na metodi konačnih elemenata.

Svi uticaji u konstrukciji određeni su na osnovu proračunskog modela koji dovoljno realno predstavlja stvarnu konstrukciju i njeno ponašanje pod dejstvima. Radi izrade radioničke dokumentacije i dokumentacije za montažu urađen je i 3D model konstrukcije u programu Advance Steel-u, sa usvojenim elementima na osnovu proračuna u Tower-u.

Analizirana je konstrukcija raspona 9+18+18+18 metara. Gredni nosač – prostorna rešetka se sastoji od 9 montažnih sklopova približnih dimenzija 9x2,5x2m. Pojasni štapovi su kutijasti profili 160x100x6,5 (4) mm, podužni spregovi su L profili L 100x100x8 i L120x120x11, vertikalne ispune su kutijasti profili 80x5 a dijagonale su L profili L 100x100x8, nosači konvejera su kutijasti profili 120x80x5. Stubovi su rešetkaste konstrukcije visina 5,1m ; 8,6 m i 12,1m, sa pojasnim štapovima od profila HEB 280, i sa ispunom od dijagonala 2L 100x100x10 i horizontala HEB 120. Sve veze unutar sklopova su predviđene zavarivanjem. Čelik koji je korišten pri modeliranju elemenata je Č 0361. Temelji samci se sastoje od AB ploče dimenzija 5x3,5x1 m i temeljnog vrata dimenzija 4x1x1,4 m. Za temelje su korišteni beton MB30 i rebrasta armatura RA 400/500.



Slika 1. Prostorni model konstrukcije u Tower-u



Slika 2. Prostorni model konstrukcije u Advance Steel-u

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

1. Stalno i dodatno stalno opterećenje

Stalno opterećenje uključuje sopstvenu težinu konstruktivnih elemenata, koju je generisao program *Tower 6.0*. Dodatno stalno opterećenja predstavlja težinu nekonstruktivnih elemenata, gumena traka za transport, valjci, pogonski uređaji, oslonci konvejera itd.

2. Korisno opterećenje

Opterećenje od rasutog tereta koje se sa konvejera prenosi na konstrukciju je korisno opterećenje. To je opterećenje dinamičkog karaktera i po standardu se aplicira kao statičko opterećenje uvećano sa dinamičkim koeficijentom. S obzirom da je gredni nosač kontinualna greda razmatrani su najnepovoljniji slučajevi položaja korisnog opterećenja.

3. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom iznosi $1,0 \text{ kN/m}^2$ po osnovi krova, redukovano je na linijsko opterećenje prema pripadajućoj površini i aplicirano na pojasne štapove rešetke u gornjoj zoni.

4. Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom je izračunato prema standardu JUS U.C7.110/1991, nanošeno kao linijsko opterećenje, na pojasne štapove rešetkaste konstrukcije i na elemente rešetkastih stubova. U proračun je uvršteno 5 različitih slučajeva opterećenja vjetrom.

$$W = \frac{1}{2} \times p \times (v_{m,50,10} \times k_t \times k_T)^2 \times 10^{-3} \times S_z^2 \times K_z^2 \times G_z \times C \times A \text{ [kN]}$$

Osnovni pritisak vjetra

$$q_{m,T,10} = \frac{1}{2} \times p \times (v_{m,50,10} \times k_t \times k_T)^2 \times 10^{-3} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Osrednjeni aerodinamički pritisak vjetra

$$q_{m,T,z} = q_{m,T,10} \times S_z^2 \times K_z^2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Aerodinamički pritisak vjetra

$$q_{g,T,z} = q_{m,T,z} \times G_z \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Pritisak vjetra

$$q_w = q_{g,T,z} \times C \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Opterećenje vjetrom

$$W = q_{g,T,z} \times C \times A \text{ [kN]}$$

- p - gustina vazduha $[\text{kg/m}^3]$
- $v_{m,50,10}$ - osnovna brzina vjetra $[\text{m/s}]$
- k_t - faktor vremenskog osrednjavanja brzine vjetra
- k_T - faktor povratnog perioda osnovne brzine vjetra
- T - povratni period objekta u godinama
- S_z^2 - faktor topografije terena
- K_z^2 - faktor ekspozicije terena
- G_z - dinamički koeficijent
- C - koeficijent sile ili pritiska
- A - efektivna površina

5. Seizmičko opterećenje

Usvojena kategorija tla je B, kategorija značaja IV, pri čemu je korišćen *tip 1* elastičnog spektra odgovora, sa vrednostima parametara iz *tabele 1*.

Tabela 1. Parametari za *tip1* elastičnog spektra odgovora

Kategorija 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

U zavisnosti od perioda vibracija ordinate projektnog spektra odgovora $S_d(T_1)$ mogu se dobiti iz jednačine (2).

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) = \begin{cases} a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \times \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ > \beta \times a_g \end{cases} \quad (2)$$

Ovde je q faktor ponašanja za horizontalna seizmička dejstva i koristi se za smanjenje sila dobijenih linearnom analizom, u nameri da se uzme u obzir nelinearan odgovor konstrukcije, a u vezi sa materijalom, konstrukcijskim sistemom i postupcima projektovanja. Ovaj faktor se određuje prema jednačini (3).

$$q = q_0 \times k_w \geq 1.5 \quad (3)$$

3.5.1 Modalna analiza konstrukcije

Dinamička analiza vršena je modalnom analizom, u programskom paketu *Tower 6.0*. Pri dinamičkoj analizi, pored stalnog i opterećenja snijegom koje se uzima u punom iznosu, u obzir moramo uzeti i korisno opterećenje u iznosu od 50%.

Modalnom analizom konstrukcije dobijeni su periodi oscilovanja dati u tabeli 2.

Tabela 2.2 Periodi oscilovanja

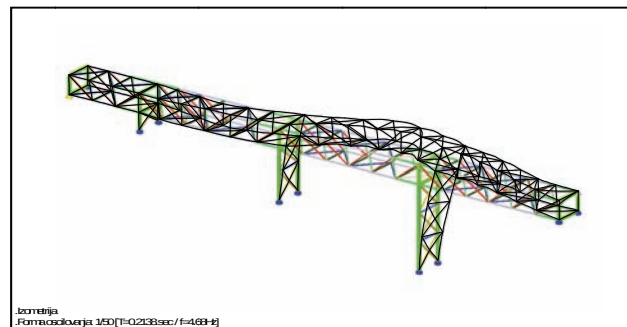
Periodi oscilovanja konstrukcije			
No	T (s)	f (Hz)	
1	0.2138	4.6769	
2	0.1882	5.3138	
3	0.1665	6.0099	

Kombinovanje uticaja za različite pravce:

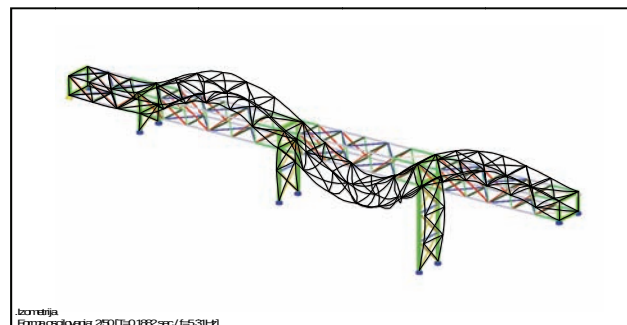
$$S_x = 100\%S_x + 30\%(S_z, S_y)$$

$$S_y = 100\%S_y + 30\%(S_z, S_x)$$

$$S_z = 100\%S_z + 30\%(S_x, S_y)$$



Slika 3. Prvi ton oscilovanja konstrukcije



Slika 4. Drugi ton oscilovanja konstrukcije

6. Proračun

Objekat je u cjelini modeliran u programskom paketu Tower 6.0. Statički i dinamički proračun sproveden je metodom konačnih elemenata na prostornom modelu konstrukcije. Svi elementi konstrukcije su od čelika Č0361. Koristeći se mogućnostima programskog paketa Tower6.0. urađen je veliki broj kombinacija opterećenja. Za dimezionisanje elementa kao pokazatelj mjerodavnih uticaja poslužile su anvelope iz kombinacija opterećenja statičkog i dinamičkog karaktera.

Osnovni slučajevi opterećenja čijim kombinovanjem je formirano 105 kombinacija.

1	stalno (g)
2	dodavno stalno
3	snijeg
4	Vjetar X+
5	Vjetar X-
6	Vjetar 60 st +
7	Vjetar 60 st -
8	Pokretno preko svih polja
9	Pokretno I i III polje
10	Pokretno I, II i IV polje
11	Pokretno II i III polje
12	Vjetar 0 stresakasti stub
13	Sx
14	Sy
15	Sz

7. Dimenzionisanje

Dimenzionisanje je izvršeno programskim paketom Tower 6.0, kojem su zadati ulazni podaci na osnovu kojih je program automatski dimenzionisao (na osnovu prostiranja naprezanja unutar konstrukcije) sve elemente konstrukcija po važećem JUS U.E7. 145. standardu.

Osnov za dimenzionisanje je opšti izraz:

$$\sigma_{\text{rač}} < \sigma_{\text{dop}}$$

Tabela I-12 JUS C.B0.500	Garantovana granica plastičnosti R_e kN/cm ² . (za dim. 3 ÷ 100 mm)
Č 0361	19.5 - 23.5
Č 0362	21.5 - 23.5
Č 0363	21.5 - 23.5
Č 0451	22.5 - 27.5
Č 0452	23.5 - 27.5
Č 0453	23.5 - 27.5
Č 0561	30.5 - 35.5
Č 0562	31.5 - 35.5
Č 0563	31.5 - 35.5

Dopuštena naprezanja se utvrđuju prema računskim stepenima sigurnosti. Osnovna klasifikacija dejstava je izvršena prema uporednom trajanju na osnovna i dopunska. U osnovna opterećenja spadaju: sopstvena težina konstrukcije, stalno opterećenje na njoj, korisno opterećenje, snijeg i druge kategorije čije prisustvo je višestruko trajnije od dopunskih uticaja. U dopunska opterećenja spadaju uticaji vjetra, uticaj inercijalnih sila, temperaturni uticaji i druga dejstva povremenog karaktera. Za osnovne materijale od kojih je napravljena konstrukcija naš standard propisuje tri osnovna slučaja opterećenja sa odgovarajućim koeficijentima sigurnosti za određivanje dopuštenih napona. Propisani koeficijenti sigurnosti su kod prvog slučaja 1.5; kod drugog slučaja 1.33 i kod trećeg slučaja (izuzetna opterećenja) $\kappa=1.2$. Dijeljenjem napona na granici razvlačenja koeficijentom sigurnosti dobija se dopušteni napon. Za Č 0361:

Tabela I-13a Vista napona	Prvi slučaj opterećenja	Drugi slučaj opterećenja	Treći slučaj opterećenja
σ_{dop} kN/cm ²	16	18	20
τ_{dop} kN/cm ²	9	10	11.50

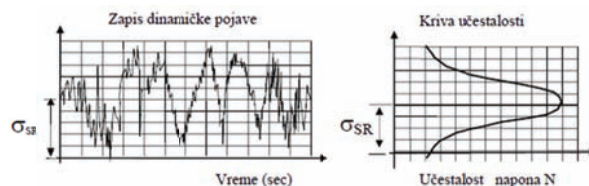
• Ponašanje čelika pri promjenjivom opterećenju

Ovo pitanje ima posebnu – osnovnu važnost jer je utvrđeno da se konstruktivni elementi mogu lomiti i pri nižim naponima od statičke jačine materijala. Naime ako se dovoljan broj puta izazove promjena napona u materijalu, nastaje zamor materijala i sniženje njegove jačine kidanja. To opasno opterećenje konstruktivnog elementa je promjenjivo opterećenje koje osciluje između gornje σ_g i donje granice napona σ_d . Karakteristično je da na lom direktno utiče promjena napona $\sigma_g - \sigma_d$ i srednji prednapon $\sigma_{sr} = (\sigma_g + \sigma_d)/2$. Pri tome je utvrđeno da što je viši srednji napon to je manja razlika gornjeg i donjeg graničnog napona potrebna za lom.

Dinamička opterećenja se prema karakteru promjene dijele na dvije osnovne grupe :

1. Promjenjiva opterećenja sa pravilnim zakonom
2. Promjenjiva opterećenja sa slučajnim zakonom promjene

Za ocjenu toka zamora kod ove kategorije opterećenja potreban je pokazatelj napona. Jedan takav parametar može biti učestalost prisustva pojedinih intenziteta naprezanja. Dobijanje učestalosti se vrši tako što se naprije odredi dužina eksploatacije i srednji normalni napon σ_{sr} . Analiza se vrši nad skupom eksperimentalnih podataka iz dinamičkog opterećenja konstrukcije. Dijagram se dobija selekcijom naponskih nivoa amplituda dinamičke pojave. To se operativno realizuje na osnovu eksperimentalnih zapisa, povlačenjem paralelnih linija jednakih napona dinamičke pojave. Time se dobija slučajaj niz presjeka linija jednakih napona sa krivom izmjerjenog napona. Iz tih dijagram utvrđuje se broj pojedinih napona na različitim nivoima. Iz pojedinačnog broja napona istog nivoa dobija se kriva zbirne učestalosti naprezanja. Napon koji materijal može da izdrži, pri stalno promjenjivom opterećenju, naziva se radna jačina zamora materijala.



Poznavanje radne jačine zamora materijala omogućava realnije dimenzionisanje. Mali broj ekstremnih uticaja nema značaja za dimenzionisanje i može da usljed plastične deformacije rastereti lokalnu zonu ekstremnog napona. Takođe mali naponi nemaju uticaj na vijek konstrukcije. Eliminacijom nisko prisutnih uticaja određuje se opseg napona mjerodavan za dimenzionisanje.

Uticaj zamora materijala praktično se obuhvata po jednoj metodologiji tako što se umanjuje dozvoljeni napon posredstvom koeficijenta zamora.

$$\sigma_{\text{Ddop}} = Z \cdot \sigma_{\text{dop}}$$

σ_{Ddop} – dopušteni napon za dijelove izložene zamaranju
 σ_{dop} - dopušteni napon za statički napregnut materijal za prvi slučaj opterećenja

Koeficijent zamora materijala se određuje prema tabeli :

Tabela I-11 Čelik	Koeficijent zamaranja z	
	$ \sigma > -\sigma$ zatezanje	$ \sigma < -\sigma$ pritisak
Č0361	$0.875 \cdot (1 + 0.300 \frac{A}{B})$	$0.875 \cdot (1 + 0.300 \frac{A}{B})$
Č0561	$0.750 \cdot (1 + 0.380 \frac{A}{B})$	$0.870 \cdot (1 + 0.465 \frac{A}{B})$
U slučaju da se dobije $z > 1$ uzima se $z = 1$		

A – po apsolutnoj vrijednosti najmanji iznos napona, sile ili momenta savijanja ;

B – po apsolutnoj vrijednosti najveći iznos napona, sile ili momenta savijanja ;

Redukcija napona zbog zamora – $Z = 0.9406$ -koeficijent kojim se redukuje dopušteni napon

8. PRORAČUN TEMELJA

Fundiranje objekta se vrši na temeljima samcima. Reakcije koje se prenose sa stuba na temelj su preuzete sa prostornog modela konstrukcije za mjerodavnu kombinaciju opterećenja, a zatim je izvršeno dimenzionisanje.

Kontrola napona u tlu je izvršena u odnosu na dozvoljenu vrijednost napona u tlu koja je dobijena projektnim zadatkom za datu lokaciju i iznosi $\sigma_{doz} = 300 \text{ kN/m}^2$ na dubini fundiranja $D_f = 2.4 \text{ m}$.

9. ZAKLJUČAK

Maksimalni napon $\sigma_g = \sigma_{MAX}$ koji materijal može da izdrži bezbroj puta pri promjenjivom opterećenju a da pri tome ne nastupi lom konstruktivnog elementa, naziva se napon jačine zamora (dinamička jačina) σ_d . Prirode statičkog i dinamičkog naprezanja materijala se razlikuju. Lom u konstrukciji nastao usljed zamora drugačijeg je izgleda od loma izazvanog statičkom silom kidanja. Lom izazvan zamorom materijala karakteriše se odsustvom plastične deformacije.

Mehanizam zamora je specifičan po nastanku na mjestu nekog diskontinuiteta u dinamički najnapregnutijoj zoni. Uzroci su mikro ili makro nepravilnosti koje dovode do prekoračenja čvrstoće materijala u lokalnoj zoni. Time se povećava prslina smanjujući površinu zdravog nosivog dijela. To je uzrok daljeg razvoja prsline koja ubrzano zahvata veliku površinu. Kada konstruktivni element više ne može da nosi ni srednji napon nastaje slom konstrukcije.

Na pojavu zamora materijala utiče kvalitet izrade, obrade i spoljni oblik elementa. Lom koji nastaje usljed zamora materijala je kruti lom i do njega dolazi bez najave. Zbog prirode samog loma i njegove opasnosti po konstrukciju, neophodno je sprovesti kontrolu na zamor za sve vrste objekata, kojim se data kontrola preporučuje pri projektovanju.

10. LITERATURA

- [1] Dragan Buđevac, Zlatko Marković, Dragana Bogavac, Dragoljub Tošić: "Metalne konstrukcije osnove proračuna i konstruisanja"
- [2] Srđan Kisin – "Stabilnost metalnih konstrukcija"
- [3] Miroslav Debeljković – "Čelične konstrukcije u industrijskim objektima"
- [4] BS-EN1993-1-9_E_2005: Evrokod 3/9 -Proračun konstrukcija na zamor materijala
- [5] Johan Sklena, Nataša Vujadinović – "Proračun temelja"
- [6] Sava Dedijer – "Transportni uređaji"

Kratka biografija:



Dejan Ristanović rođen je u Sarajevu 1990. godine. Bachelor rad iz oblasti Statika konstrukcija odbranio je 2013. godine, na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad, na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Čeličnih mostova odbranio je 2016. godine.



Srđan Kisin rođen je 11. novembra 1952. godine u Sarajevu. Diplomirao je na konstruktorskom odsjeku Građevinskog fakulteta u Sarajevu sa temom "Određivanje širine čeličnih željezničkih mostova iz uslova stabilnosti". Magistarski rad pod naslovom "Prilog statičkoj analizi metalnih ortotropnih konstrukcija" odbranio je 1980. godine na Fakultetu tehničkih znanosti u Zagrebu.

Doktorsku disertaciju pod naslovom "Prilog teorijskoj i eksperimentalnoj analizi bočnog izvijanja monosimetričnih čeličnih nosača deformabilnog poprečnog preseka" odbranio je 1985. godine na Građevinskom fakultetu u Sarajevu.

HIDRAULIČKA ANALIZA USLOVA TEČENJA NA DEONICI DUNAVA OD SMEDEREVA (KM 1116+000) DO BRANE HE ĐERDAP 1 (KM 943+000)**HYDRAULIC ANALYSIS OF FLOW ON THE SECTION OF THE DANUBE RIVER FROM SMEDEREVO (KM 1116+000) TO DAM HE ĐERDAP 1 (KM 943+000)**Bojan Stanižan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad treba da definiše hidrauličke uslove toka Dunava na deonici od Smedereva (km 1116+000) do brane HE Đerdap 1 (km 943+000). Da bi se ova analiza sproveda u delo, neophodno je bilo da se napravi 1D model neustaljenog tečenja na pomenutoj deonici, koristeći softverski paket HEC-RAS

Abstract – Document is supposed to represent hydraulic conditions of flow on the section of Danube river from Smederevo (km 1116+000) to dam HE Đerdap 1 (km 943+000).

Ključne reči: Hidraulička analiza, 1D neustaljeno tečenje, kalibracija, verifikacija, granični uslovi.

1. UVOD

Zadatak ovog rada jeste da se dokaže važenje zavisnosti nivoa od protoka na ušću Nere u Dunav, koje je ustanovljeno još davne 1974. godine.

Pre izgradnje brane, Dunav je duž celog svog toka kroz Srbiju imao prirodan režim tečenja, a kriva koja to oslikava na profilu na kom se Nera uliva u Dunav, je kriva 1 (slika 1). Nakon izgradnje brane, menja se u potpunosti režim toka reke, i sada je na istom tom profilu režim tečenja oslikan u krivoj 2 (slika 1).

Da bi se cela ova priča bolje razumela potrebno je da objasnimo krivu 3 (slika 1), koja predstavlja zavisnost nivoa od protoka na profilu na kome se nalazi brana (km 943+000). Do protoka od 11000 m³/s, ova kriva se ponaša kao padajuća kriva (sa povećanjem protoka, nivo opada, zato što se na tom mestu nalazi regulaciona građevina, na kojoj se sa povećanjem protoka sukcesivno otvaraju prelivna polja).

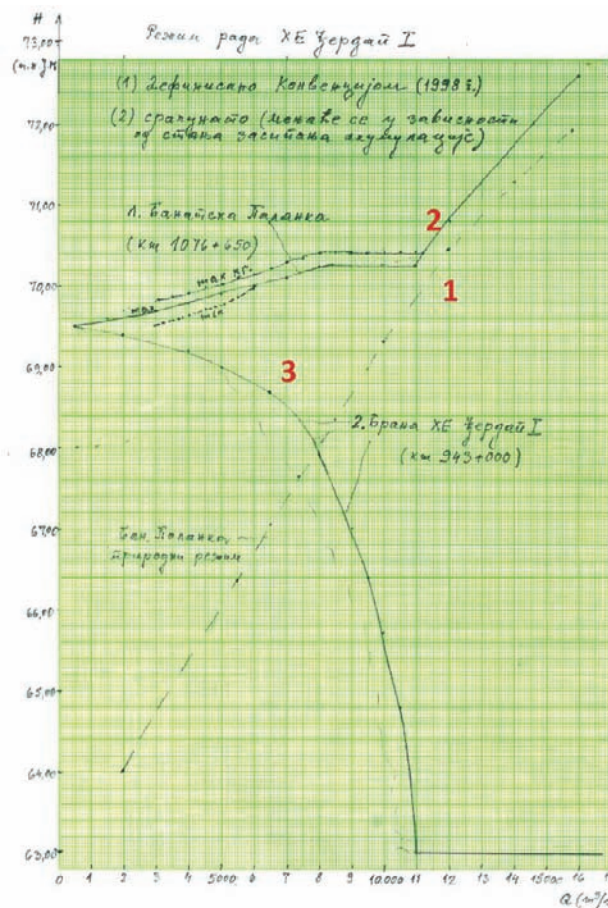
Nakon ovog protoka nivo na brani ostaje isti. Režim tečenja koji se javio nakon izgradnje brane rezultuje formiranjem akumulacionog jezera na posmatranoj deonici.

Kao posledica formiranja akumulacionog jezera, menjaju se i hidrološki uslovi na ušću Nere u Dunav, pa se sada na tom profilu za iste proticaje nivo znatno povećava (uporediti krivu 1 i krivu 2).

Nakon protoka od 11.000 m³/s uspostavlja se ponovo prirodan režim tečenja, koji je sada transliran za neku vrednost, a ta translacija se objašnjava kao uspor tečenja reke koji uzrokuje brana.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Matija Stipić.

Slika 1: $Q(h)$ kriva dobijena od Đerdapa**2. SOFTVERSKI PAKET**

U praksi se za hidrauličke proračune najčešće koriste gotovi softveri. Jedan od najpoznatijih softvera je HEC-RAS (HEC-RAS – River Analysis System – Steady Flow Water Profiles, US Army Corps of Engineering – Hydrologic Engineering Center), koji se može skinuti sa www.hec.usace.army.mil/software/hecras/. Detaljno uputstvo sa primerima se može naći na <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/hecras-document.html>.

Program se koristi za proračun ustaljenog ili neustaljenog tečenja u mreži otvorenih rečnih tokova nepravilne geometrije, sa velikim brojem različitih spoljašnjih i unutrašnjih graničnih uslova. Program računa ustaljeno tečenje u mirnom, burnom ili prelaznom režimu. Računska procedura je zasnovana na rešavanju linijske energetske

jednačine, u kojoj se gubici energije obuhvataju kroz gubitke na trenje (preko maningovog koeficijenta) i lokalne gubitke zbog širenja/sužavanja toka (preko koeficijenta kojim se množi brzinska visina).

Dinamička jednačina se koristi za deonice sa prelaznim režimom, na kojima se javlja hidraulički skok, kao i pri proračunu tečenja u zoni mostova.

Za neustaljeno tečenje koriste se Sen Venanove jednačine (jednačina kontinuiteta i dinamička jednačina).

3. FORMIRANJE MODELA



Slika 2: Pregledna situacija

Većim delom posmatrane deonice reka Dunav prolazi kroz Đerdapsku klisuru, najveću klisuru u Evropi, koju čine naizmenično četiri kotline i četiri klisure.

Trasa predmetne deonice počinje kod Smedereva, porlazi kroz Banatsku Palanku, Veliko Gradište i Donji Milanovac, a završava se kod brane HE Đerdap 1. Kao posledica postojanja brane formiralo se Đerdapsko jezero, koje je nastalo 1971. godine kada su Rumunija i Srbija izgradile hidrocentralu Đerdap 1.

Baš iz razloga što deonica prolazi kroz Đerdapsku klisuru, ne očekuje se izlivanje vode u inundacije pri pojavi poplavnih talasa, pa je ceo model ostao u okvirima 1D neustaljenog tečenja.

Na km 1091+000 od Ušća dunava, u deonicu se uliva reka Morava. Pored Morave, na posmatranoj deonici se ulivaju i Mlava, Nera, i kanal DTD. Obzirom da je njihov proticaj u odnosu na proticaj dunava zanemarljivo mali, ove reke se nisu uzele u obzir prilikom formiranja numeričkog modela.

U hidrauličkom smislu model je sa jedne strane ograničen Smederevom i uzvodnim graničnim uslovom koji se tu javlja u vidu hidrograma $Q(t)$, za period simulacije koji smo odabrali.

Sa druge strane model je ograničen nizvodnim graničnim uslovom na brani (nivogram $h(t)$), za isti period simulacije koji smo usvojili i za uzvodni granični uslov. Pored ova dva granična uslova, postoji i treći, unutrašnji granični uslov, u vidu lateralnog hidrograma $Q(t)$, koji opisuje dotok Morave u sistem.

Ovaj granični uslov nije presudan, za rad modela. Model može da radi i bez njega, ali daje realniju sliku nivoa vodenog ogledala na celoj deonici.

Još jedna interesantna stvar koja se javlja u modelu jeste denivelacija vodenog ogledala pri širokom dijapazonu protoka na posmatranoj deonici, a koja je predstavljena na slici 6.

datum	10/27/2006	10/28/2006	10/29/2006	10/30/2006	10/31/2006	11/1/2006	Q(средње)
проток	2170	2510	2490	2500	2150	2450	2378
datum	1/18/2006	1/19/2006	1/20/2006	1/21/2006	1/22/2006	1/23/2006	Q(средње)
проток	5070	4860	4560	4690	4560	4320	4677
datum	5/27/2006	5/28/2006	5/29/2006	5/30/2006	5/31/2006	6/1/2006	Q(средње)
проток	7260	7310	7370	7160	7150	6980	7250
datum	3/15/2006	3/16/2006	3/17/2006	3/18/2006	3/19/2006	3/20/2006	Q(средње)
проток	8410	8710	8910	9000	9070	9070	8862
datum	4/5/2006	4/6/2006	4/7/2006	4/8/2006	4/9/2006	4/10/2006	Q(средње)
проток	12100	12100	12100	12100	12100	12000	12083
datum	4/15/2006	4/16/2006	4/17/2006	4/18/2006	4/19/2006	4/20/2006	Q(средње)
проток	14500	14700	14800	14700	14600	14500	14633

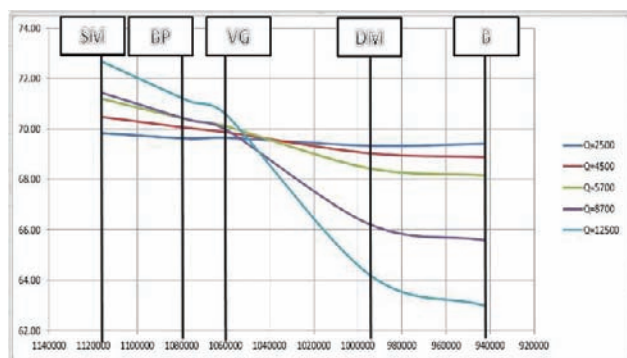
Slika 3: Uzvodni granični uslov

datum	10/27/2006	10/28/2006	10/29/2006	10/30/2006	10/31/2006	11/1/2006	Q(средње)
проток	108	103	95	94	93	97.6	98
datum	1/18/2006	1/19/2006	1/20/2006	1/21/2006	1/22/2006	1/23/2006	Q(средње)
проток	196	196	228	226	214	214	212
datum	5/27/2006	5/28/2006	5/29/2006	5/30/2006	5/31/2006	6/1/2006	Q(средње)
проток	244	237	242	232	219	212	231
datum	3/15/2006	3/16/2006	3/17/2006	3/18/2006	3/19/2006	3/20/2006	Q(средње)
проток	1310	1410	1420	1250	1160	1160	1285
datum	4/5/2006	4/6/2006	4/7/2006	4/8/2006	4/9/2006	4/10/2006	Q(средње)
проток	453	490	498	468	448	435	465
datum	4/15/2006	4/16/2006	4/17/2006	4/18/2006	4/19/2006	4/20/2006	Q(средње)
проток	1150	1210	1170	992	880	824	1038

Slika 4: Unutrašnji granični uslov

datum	10/27/2006	10/28/2006	10/29/2006	10/30/2006	10/31/2006	11/1/2006
ниво	69.41	69.45	69.51	69.5	69.35	69.29
datum	1/18/2006	1/19/2006	1/20/2006	1/21/2006	1/22/2006	1/23/2006
ниво	68.89	69.13	69.21	69.11	69.21	69.1
datum	5/27/2006	5/28/2006	5/29/2006	5/30/2006	5/31/2006	6/1/2006
ниво	68.16	68.17	68.23	68.27	68.41	68.42
datum	3/15/2006	3/16/2006	3/17/2006	3/18/2006	3/19/2006	3/20/2006
ниво	65.6	64.69	64.74	64.96	65.17	65.23
datum	4/5/2006	4/6/2006	4/7/2006	4/8/2006	4/9/2006	4/10/2006
ниво	63.01	63.02	63.01	63.02	63	63
datum	4/15/2006	4/16/2006	4/17/2006	4/18/2006	4/19/2006	4/20/2006
ниво	63	63	62.99	63	63	63

Slika 5: Nizvodni granični uslov



Slika 6: Karikirani nivoi vodenog ogledala

Na delu deonice na kome se oseća uticaj brane, sa porastom protoka nivo vode opada, dok na delu deonice gde se uticaj brane ne oseća, sa porastom protoka raste i nivo vodenog ogledala. Tako recimo kod Smedereva imamo prirodan režim, a kod Donjeg Milanovca, diktirani režim, te sa velikim protocima raste i pad vodenog ogledala na deonici. Ova pojava dodatno otežava proces kalibracije i verifikacije koji će biti objašnjeni kasnije.

4. ULAZNI PODACI

4.1 Podaci o geometriji korita

Ovi podaci su neizostavni u svakoj hidrauličkoj analizi. Oni uključuju podatke o topografiji osnovnog korita i inundacijama, trasi vodotoka, podatke o mostovima i građevinama u rečnom koritu, rapavosti korita, pomeni trase i poprečnih profila tokom vremena.

Ovi podaci se obezbeđuju terenskim snimanjima i prikupljanjem raspoloživih podataka, koji su na raspolaganju u koliko je predmetna reka već ranije istraživana.

Veliki značaj ima i adekvatan izbor poprečnih profila na istraživanoj deonici vodotoka. Oni moraju biti tako postavljeni da reprezentuju osnovno korito i inundacije u hidrauličkom modelu. Značajne greške se mogu javiti ukoliko su poprečni profili snimani na velikim rastojanjima. Sa druge strane, model zasnovan na gustim poprečnim profilima neće uvek dati bolje rezultate, ako profili nisu odgovarajuće postavljeni – tako da reprezentuju propusnu sposobnost deonice.

Geodetski podaci korišćeni u ovoj analizi spadaju u grupu onih u kojima su snimljeni poprečni profili na velikoj razdaljini (oko 800m). Ovo ima svoje opravdanje samo u ekonomskom aspektu projekta. Problem je prevaziđen proglašavanjem poprečnih profila u softverskom pakeetu HEC-RAS, što je rezultovalo maksimalnim udaljenjem jednog profila od njemu prvog susednog od 150m.

Važna napomena jeste da ovim postupkom nismo dobili stvaran izgled rečne deonice na toj stacionaži, već samo aritmetičku i numeričku interpolaciju između 2 profila. Ove nepravilnosti će se ogledati u odstupanju maningovog koeficijenta od prirodne vrednosti.

4.2 Hidrološki podaci

Objekat se obično projektuje tako da bude funkcionalan u uslovima određenog protoka. Međutim, on mora takođe da bude bezbedan u širokom dijapazonu mogućih hidroloških uslova. Projekti zaštite od poplava se vezuju za veliku vodu određene verovatnoće pojave, dok se regulacija osnovnog korita dimenzioniše za protok male vode nekog trajanja ili verovatnoće.

Podaci o protoku se dobijaju merenjem ili se računaju. Najčešće se hidraulička analiza zasniva na podacima merenja na hidrološkoj stanici ili podacima koji su dobijeni pomoću hidroloških modela, kao i podacima o istoriskim događajima – najčešće poplavama koje su zabeležene na terenu.

Rešavanje ovog projektnog zadatka ne bi bilo moguće bez podataka sa mernih stanica duž toka, o protoku i kotama. Ovi podaci predstavljaju sa jedne strane granične uslove sa uzvodne i nizvodne strane našeg modela, dok sa druge strane predstavljaju kontrolna mesta, na kojima će se vršiti proces verifikacije i kalibracije.

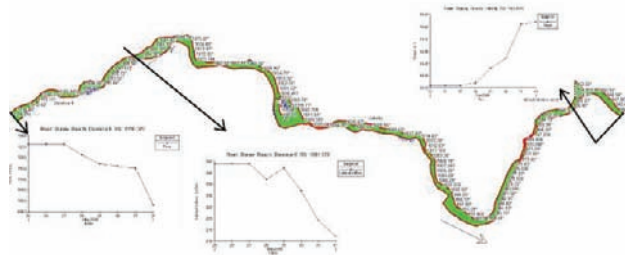
Pored podataka sa mernih stanica Smederevo, Banatska Palanka, Veliko Gradište i Donji Milanovac, u ovom modelu su bili neophodni podaci o nivoima na Brani h(t), koji nisu sastavni deo hidrološkog biltena Republičkog Hidro-Meteroološkog zavoda Srbije, već su dobijeni na upit od Preduzeća HE Đerdap 1, za 2005. godinu, 2006. godinu, 2008. godinu i 2014. godinu.

5. KALIBRACIJA

Tačnost rezultata hidrauličkog modeliranja bitno zavisi od sposobnosti i iskustva projektanta koji radi analizu, toga da li je izabrani model odgovarajući za situaciju koja je predmet analize, kao i od podataka koji se koriste za pripremu modela rečne deonice [1].

Kako bi se sve neizvesnosti svele na minimum, primenjuje se proces kalibracije modela, odnosno proces kojim se dokazuje da izlazni rezultati modela odgovaraju osmotrenim podacima. Proces kalibracije se vrši tako što se menjaju jedan ili više parametara modela (najčešće Maningov koeficijent rapavosti) dok se ne postigne zadovoljavajuće slaganje sa merenim podacima. Najčešće se upoređuju računski sa osmotrenim nivoima vode.

Prva iteracija postupka bila je takva da je duž cele deonice usvojena vrednost Maningovog koeficijenta bila 0,025, što je približno vrednost ovog koeficijenta u prirodi. Međutim ubrzo je bilo jasno da sistem neće funkcionisati na ovaj način (odstupanja modela od merenih vrednosti na stanicama su se razlikovala na nekim mernim mestima za jedan metar, čak se i za dve susedne stanice nivoi bili tako različiti da korigovanje Maningovog koeficijenta pozitivno deluje na vrednosti na jednoj mernoj stanici, a na susednoj uzrokuje odstupanja veća od onih koja su bila na predhodnom iteracionom nivou). Što je bio veći protok, to su i odstupanja od kontrolnih vrednosti bila izraženija. Iz ovog razloga deonica je podeljena na 4 etape, koje su nazvane po mernim nestima, a obuhvataju trasu od merne stanice po kojoj su dobile ime do prve nizvodne merne stanice. Pa tako poslednja deonica počinje kod Donjeg Milanovca, a završava se kod brane Đerdap 1. Na slici 7 je prikazan izgled modela, sa etapama.



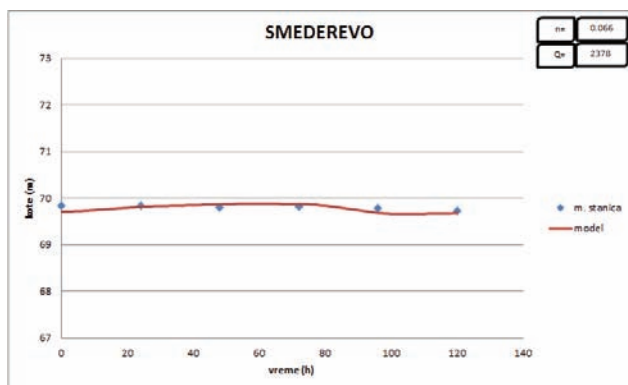
Slika 7: Izgled modela

Na ovaj način postignuto je da u svakoj iteraciji Maningov koeficijent može da se menja za svaku etapu ove deonice posebno i da u svakoj iteraciji mogu da se postave do 4 vrednosti ovog koeficijana (za svaku deonicu po jedan), za jedan isti protok kroz model.

Iako ovako postavljen Maningov koeficijent ne opisuje stvarno stanje hrapavosti na deonici, mora se uzeti u obzir da je ovaj koeficijent jedina promenljiva u sistemu, i da se u njoj obuhvataju sve nepravilnosti nastale prilikom unošenja geometrije sistema, geodetskih merenja, interpolacije profila... Te se ovaj način definisanja maningovog koeficijenta ispostavio kao jako koristan.

Jednom rečju, promenom Maningovog koeficijenta korigujemo sve greške nastale prilikom formiranja modela. Pretpostavlja se da bi dalje usitnjavanje ovog problema (recimo podela deonice na 8 ili čak 12 etapa) rezultovalo još boljim rezultatima, ali i ovo se ispostavilo dovoljno tačno.

Na ovaj način smo se udaljili od onoga kakav model u stvarnosti jeste, ali smo napravili model koji se ponaša kao prirodni vodotok. Koji verodostojno reprezentuje nivoe koji su se u prirodi nekada dogodili.



Slika 8: izgled jednog dijagrama kalibracije

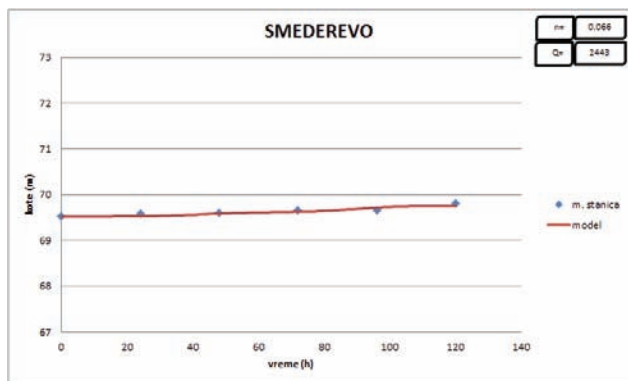
Plavim tačkama su označeni nivoi zabeleženi na mernim stanicama u određenim trenucima, a crvena linija predstavlja nivoje duž perioda simulacije na modelu.

6. VERIFIKACIJA

Verifikacija modela je poželjan korak, koji se zasniva na posebnoj setu podataka.

Hidraulički model (sa parametrima utvrđenim u procesu kalibracije) se koristi za proračun u novim uslovima. Ukoliko se utvrdi dobro slaganje rezultata proračuna i merenja u prirodi, smatra se da je model spreman za korišćenje.

Tek kada se za više poznatih uslova postigne dobro slaganje modela i prirode, hidraulički model može da se primeni na nepoznate uslove sa poverenjem da će izlaz iz modela dobro reprezentovati fizičke procese u tim uslovima.



Slika 9: izgled jednog dijagrama verifikacije

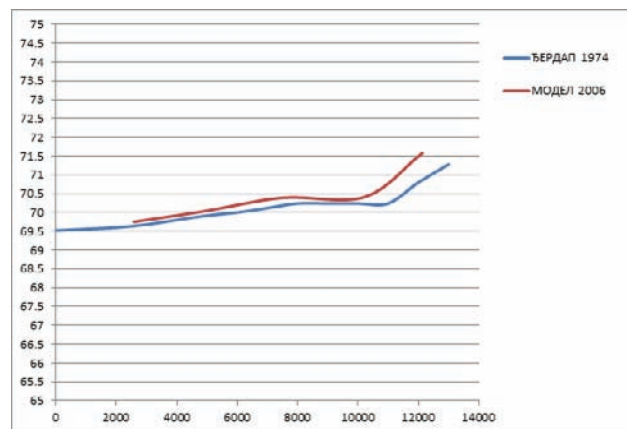
Verifikacija konkretnog problema rađena je kao simulacija neustaljenog tečenja tokom 2005. i 2008. godine, za geometriju i maningove koeficijente koji su usvojeni u procesu kalibracije 2006. godine.

S obzirom na to da 2008. nije bili većih poplavnih talasa, niti je protok na Dunavu prelazio $8000\text{m}^3/\text{s}$, verifikacijom su potvrđeni maningovi koeficijenti koji se odnose samo na protoke do $8000\text{m}^3/\text{s}$.

Protoci veći od $8000\text{m}^3/\text{s}$ su verifikovani za 2005. godinu.

7. ZAKLJUČAK

Rezultati ovako postavljenog modela predstavljeni su na slici 10, koja poredi nivoje na ušću Nere u Dunav koji su dobijeni empirijski 1974. godine sa nivoima na istom tom profilu koji su dobijeni modeliranjem za podatke iz 2006. godine.



Slika 10: Poređenje nivoa na ušću Nere u Dunav

Na slici se jasno vidi da je nivo koji se javlja 2006. veći od onog koji se javio 1974. godine. Kao potvrdu tačnosti nivo dobijenog na modelu, navodimo proces verifikacije i kalibracije. Takođe sama činjenica da nivoi imaju istu tendenciju može da se iskoristi kao argument tačnosti modeliranog nivoa. Razlika u nivoima je pri protocima manjim od $10.000\text{m}^3/\text{s}$ desetak santimetara, dok sa porastom protoka, naglo raste i ova razlika. Razlika se objašnjava vremenom koje je protekli između ova dva merenja. Naime u tih tridesetak godina, reka se promenila dosta u morfološkom smislu, akumulacija je smanjena zbog taloženja nanosa na uzvodnoj konturi brane. Sa druge strane model je pri velikim protocima dosta osetljiviji (male nepravilnosti pri velikim protocima daju velike greške), pa je moguće da ovo odstupanje pri velikim protocima ne predstavlja stvarno stanje stvari u prirodi.

Potrebno je ponovo uraditi kalibraciju modela, ali ovog puta deonicu podeliti na 8 ili 12 etapa, u procesu kalibracije svakoj etapi utvrditi maningov koeficijent, i kasnije potvrditi tako dobijene koeficijente procesom verifikacije. Nakon ovoga ponovo pustiti model i proveriti nivoje na predmetnom profilu pri širokom dijapazonu protoka.

8. LITERATURA

- [1] HEC-RAS User's manual, US Army Corps of Engineering, Hydrologic Engineering Center
- [2] Skripta, Hidraulika, HEC-RAS, dr Marina Babić Mladenović
- [3] MEHANIKA FLUIDA, knjiga prva, OSNOVE, Georgije Hajdin

Kratka biografija

Bojan Stanižan rođen je u Zrenjaninu 01.01.1989. godine, Master rad odbranio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2006. godine na katedri za hidrotehniku.

MEĐULJUDSKI ODNOSI I KOMUNIKACIJA ZAPOSLENIH U „JP POŠTA SRBIJE“

INTERPERSONAL RELATIONSHIP AND COMMUNICATION OF THE EMPLOYEES IN THE „PUBLIC COMPANIES OF POST SERBIA“

Milica Medić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj: U ovom radu se proučava komunikaciona atmosfera i komunikacioni stilovi radnika zaposlenih u JP ptt saobraćaja. Aspekti komunikacione atmosfere i dominantne komunikacione, svadljivost ljudi-želja da se stalno raspravljaju o svemu, obraćanje pažnje na drugu osobu prilikom komuniciranja.

Ključne reči: komunikaciona atmosfera, komunikacioni stilovi, aspekti dominantne komunikacije

Abstract: This study examines communication atmosphere and communication styles workers employees in public companies ptt traffic. Aspects communication atmosphere and dominant communication, strife people-desire to ever argue about everything, paying attention to another person while communicating.

Keywords: communication atmosphere, communication styles, aspects of dominant communications

1. UVOD

Sposobnost komunikacije i raznovrsne potrebe za komuniciranjem izražavaju se u različitim vidovima. Komunikacije ličnoj, grupnoj, masovnoj, poslovnoj, žargonskoj, stupanje u dijalog, razmena mišljenja koja uvažava sagovornike i njihova iskustva, znanja, kulturna pravila i obrasce ponašanja, može voditi konstruktivnom rešavanju problema i izbegavanju sukoba.

U uzburkanom svetu našeg doba, punom neizvesnosti i nesnalaženja velikog broja ljudi, komunikacija u kojoj se ljudi ne samo susreću već i istinski slušaju jedni druge, jedna je od najvažnijih pretpostavki za poslovni uspeh, ali i za uravnotežen svakodnevni život pojedinaca i društvenih grupa [1].

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

2.1. Predmet i problem istraživanja

Ljudski faktor odnosno resurs je jedan od najvažnijih faktora za preduzeće. Način na koji zaposleni rade nije faktor koji se tiče samo njih i njihovog rukovodioca već direktno utiče na poslovanje preduzeća. Posebno se to može sagledati u preduzećima gde je uslužna delatnost takva da su zaposleni u direktnom kontaktu sa korisnicima usluga. Prema tome nije svejedno da li će se zaposleni ponašati bilo kako.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Leposava Grubić-Nešić, vanredni profesor.

Ljudski faktor treba posmatrati kao resurs koji treba da se razvija i kome treba posvetiti pažnju obzirom da njegova aktivnost utiče direktno na efikasnost poslovanja preduzeća [2].

2.2. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja jeste da se utvrdi na kom je nivou komunikacija u preduzeću, kakva komunikaciona atmosfera vlada među zaposlenima, kakvi su komunikacioni stilovi zastupljeni među zaposlenima, takođe je utvrđeno kako zaposleni ocenjuju svoje komunikacione veštine. Takođe cilj istraživanja jeste da se utvrdi da li komunikacijom unutar organizacije može da se utiče na organizacionu posvećenost zaposlenih. U slučaju da može, potrebno je utvrditi koji su to faktori koji mogu izvršiti najveći uticaj. Pored toga, istraživanje za cilj ima i da utvrdi u kojoj meri su zaposleni u srpskim preduzećima posvećeni svojim organizacijama i zadovoljni organizacionom komunikacijom.

2.3. Instrumenti istraživanja

Kao instrument istraživanja je korišćen upitnik. Osnovna karakteristika ovakvog vida istraživanja jeste da ispitanik od ponuđenih odgovora treba da zaokruži onaj koji se slaže sa njegovim stavovima. Za potreba ovog istraživanja sastavljen je upitnik od 58 pitanja i 4 dela. U prvom delu su se tražili opšti podaci pol, godine starosti, godine staža, obrazovanje, i da li je ispitanik nekoj osobi rukovodilac. U drugom delu upitnika se nalaze 24 pitanja koja se tiču komunikacionih stilova koje zaposleni koriste u svojoj komunikaciji. Treći deo sa 5 pitanja čine pitanja kojima ispitanici ocenjuju svoje komunikacione veštine, i četvrti deo čine 24 pitanja koja ispitanici odgovaraju i ocenjuju komunikacionu atmosferu. Upitnik je formulisan tako da su zaposleni imali mogućnost da odaberu jedan od ponuđenih odgovora koji najviše odgovara njihovim stavovima.

2.4. Uzorak

Upitnik je prilagođen potrebama preduzeća jer nije svaki upitnik univerzalan za sva preduzeća. Zaposleni su bili informisani o cilju ovog istraživanja a sve to u cilju dobijanja što iskrenijih odgovora. Anketa je bila anonimna sa čime su ispitanici bili upoznati.

Uzorak istraživanja čine 63 zaposlenih iz JP ptt saobraćaja „Srbija“.

2.6. Hipoteze istraživanja

Hipoteze čija istinitost se proveravala u ovom istraživanju su:

1. Ispitani zaposleni su zadovoljni organizacionom komunikacijom
2. Ispitani zaposleni su zadovoljni interpersonalnom komunikacijom
3. Ispitani zaposleni su zadovoljni kakva komunikaciona atmosfera vlada u organizaciji
4. Ispitani zaposleni su zadovoljni komunikacionim veštinama i stilovima zaposlenih

2.7. Rezultati istraživanja

U Tabeli 1. Pol ispitanika

Valid	Frequency Percent	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Muški	41	65.1	65.1	65.1
Ženski	22	34.9	34.9	34.9
Total	63	100.0	100.0	100.0

Na osnovu tabele može se videti da 65,08% ispitanika čine muškarci, a 34,92% čine žene. Može se doći do zaključka da u ovom uzorku preovlađuje muška radna snaga.

U Tabeli 2. Školska sprema

Tabela 2. Obrazovanje

Valid	Frequency Percent	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Srednja	38	60.3	60.3	60.3
Visoka škola	10	15.9	15.9	15.9
Fakultet ili više	15	23.8	23.8	23.8
Total	63	100.0	100.0	100.0

Na osnovu tabele može se zaključiti da među ispitanim radnicima 60,32% čine oni koji imaju srednje školsko obrazovanje, a 23,81% ima višu školsku spremu a 15,87 ima visoku školsku spremu.

Zanimljivo je primetiti da među ispitanicima nema zaposlenih sa statusom kvalifikovanog radnika.

Najveći deo ispitanika predstavlja one sa srednjom stručnom smenom, dok nije zanemarljiv ni procenat onih koji imaju više i visoko obrazovanje.

U Tabeli 3. Godine starosti

Tabela 3. Godine starosti

Tabela 3. Starosna grupa

	N	Minimum	Maximum	Mean
Godine starosti	63	24	57	37.46
Valid	63			

Na osnovu grafičkog i tabelarnog prikaza može se videti da najmladji ispitanik ima 24 godine, a najstariji ispitanik ima 57 godina. Sa grafika se očitava da najviše ispitanika po godinama starostima 50,79% je u tridesetim godinama, u četrdesetim 25,40%, u dvadesetim godinama je 14,29% ispitanika, najmanje ispitanika je u pedesetim godinama 9,52%. Prosek godina starosti ispitanika je 37,46 godina.

U Tabeli 4. Godine staža

Tabela 4. Godine radnog staža

Valid	Frequency Percent	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Od 1 do 9	26	41.3	41.3	41.3
Od 10 do 19	24	38.1	38.1	38.1
Od 20 do 29	9	14.3	14.3	14.3
Od 30 do 39	4	6.3	6.3	6.3
Total	63	100.0	100.0	100.0

Na osnovu dobijenih rezultata, vidi se da je najveći broj ispitanika tačnije 41.3% zaposleno u od 1 do 9 godina, od 10 do 19 godina staža zaposleno je 38.1%. U preduzeću zaposleni od 20 do 29 čine 14.3%, a najmanji broj ispitanika čini grupa koji su zaposleni u preduzeću od 30 do 39 godina.

U Tabeli 5. Komunikaciona atmosfera

	N	Min	max	mean
Komunikaciona atmosfera	63	53.00	108.00	73.8577
Valid N (listwise)	63			

Komunikaciona atmosfera zaposlenih u preduzeću ocenjuju pozitivno kao dobru komunikacionu atmosferu gledajući na procenat to iznosi 73.86%, malo iznad proseka, prosek je 72

U Tabeli 6. Organizaciona komunikacija

	N	min	max	mean
Organizaciona komunikacija	63	22.00	56.00	37.3333
Valid N (listwise)	63			

Na osnovu tabelarnog prikaza može se zaključiti da ispitanici organizacionu komunikaciju ocenjuju kao dobru, malo iznad proseka 37.33%. Prosek je 36.

U Tabeli 7. Interpersonalna komunikacija

	N	min	max	mean
Interpersonalna komunikacija	63	26.00	52.00	36.5238
Valid N (listwise)	63			

Interpersonalnu komunikaciju zaposleni ocenjuju u procentima 36.52%. Prosek je 36.

Ispitanici ocenjuju komunikacionu atmosferu, organizacionu komunikaciju i interpersonalnu komunikaciju kao dobre odnosno gledajući kao procentni račun malo iznad proseka što je zadovoljavajuće.

U Tabeli 8. Komunikacioni stilovi

	N	min	max	mean
Ostavljanje utiska	63	8	20	13.51
Svadljivost	63	4	17	9.79
Pažljivost	63	8	19	14.65
Preciznost	63	8	20	15.84
Otvorenost	63	5	19	11.11
Dominantnost	63	6	18	11.73
Valid N	63			

3. DISKUSIJA O REZULTATIMA

Rezultati dobijeni ovim istraživanjem predstavljaju doprinos proučavanju organizacione posvećenosti i smernice za njeno dalje proučavanje.

Analizirajući dobijene rezultate vezano za H1, došlo se do podataka da zaposleni organizacionu komunikaciju ocenjuju kao dobru, malo iznad proseka a to je ostvareni skor u segmentu zadovoljstva komunikacijom u preduzeću. Naravno da postoje preduzeća koja su uspela da unaprede svoju komunikaciju, i ona ukupan rezultat i navode na pozitivnu stranu, ali ne treba zanemariti globalnu sliku i težnju da svi zaposleni imaju dobre uslove rada i samim tim efikasnu i prijatnu komunikaciju na radnom mestu.

Rezultati vezani za H2 kažu da zaposleni ispitanici svoju interpersonalnu komunikaciju ocenjuju kao dobru, sa vrednostima oko proseka. Razvijanje i unapređivanje komunikacije unutar organizacije, doprinosi poboljšanju poslovne uspešnosti kroz brojne dobrobiti.

Pored njenog uticaja na organizacionu posvećenost, manju fluktuaciju zaposlenih i veći radni učinak ona utiče i na samo zadovoljstvo zaposlenih i efikasnije funkcionisanje procesa u organizaciji. Anketirani ispitanici su zadovoljni kakva komunikaciona atmosfera vlada u organizaciji, dobijeni rezultati pokazuju da je

iznad proseka, što potvrđuje hipotezu H3. Vrlo je važno da u organizaciji vlada dobra i zdrava komunikaciona atmosfera. U korelaciji stilova koje posmatramo nije dobijena negativna korelacija i uglavnom se dobijena korelacija među stilovima može rangirati kao niska i umerena komunikacija.

Po dobijenim rezultatima koreliraju dominantnost i ostavljanje utiska, tu se javlja direktna i uska povezanost, jer ljudi prilikom ostavljanja utiska trude se da budu dominantni. Takođe se javlja korelacija dominantnosti i preciznosti.

Dolazi do korelacije između pažljivosti i ostavljanja prvog utiska trude se da budu što pažljiviji. Posmatrajući komunikacione veštine koje pojedinačno koreliraju sa stilovima izražavanja koji se koriste, ispitanici ocenjuju svoje veštine dosta visoko, i te komunikacione veštine koreliraju sa svim stilovima sem sa svadljivošću što je i logično, jer svadljivost nije nešto čime se ljudi mogu pohvaliti. Ispitanici su ocenili da su zadovoljni kakva komunikaciona atmosfera i stilovi vladaju među zaposlenima, što potvrđuje hipotezu H4.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Dugo vremena ljudski faktor se uzimao samo kao neophodna radna snaga koja je tu da odradi posao. Danas se na ljudski faktor gleda malo drugačije i daje se više značaja ljudskom faktoru u poslovnom uspehu. Danas se ljudski resursi čak i planiraju i razvijaju a sve opet u cilju poboljšanja poslovanja.

U rukovođenju ljudima sve veći značaj pridaje se komunikaciji među zaposlenima. Komunikacija treba da bude takva da podstiče ljude na rad i na interakciju sa odraslim kolegama.

Komunikacija treba da bude takva da omogućiti da se čuje svačije mišljenje i da bude u funkciji kreativnih rešenja, a ne u funkciji stvaranja konflikata ili još gore veoma slabe ili nikakve komunikacije

Cilj ovog istraživanja bio je da se ispita kvalitet komunikacija koja se odvijaju u preduzeću Jp ptt saobraćaja „Srbija“. Istraživanje se sastojalo iz upitnika koji je imao tematiku da se ispita komunikaciona atmosfera u preduzeću, komunikacioni stilovi zaposlenih i kakvim komunikacionim veštima vladaju zaposleni.

Pitanja koja su se odnosila na stav zaposlenih o kvalitetu komunikacija u preduzeću kao i komunikacionoj atmosferi, organizacionoj komunikaciji, interpersonalnoj komunikaciji zaposleni su se uglavnom pozitivno izjašnjavali.

Velika većina njih smatra da je komunikacija bitna za uspeh u poslovanju ali i da je veoma važna za obavljanje njihovih radnih zadataka. Kod pitanja koja se odnose na komunikacione stilove zaposleni su označili da kod sebe prepoznaju da u komunikaciji žele da ostave dobar utisak. Svadljivost kao jedan od stilova u komunikaciji ispitanici u manjoj meri prepoznaju kod sebe, u glavnom se javlja u granicama proseka i malo ispod proseka.

Prilikom bilo kog oblika komunikacije treba se potruditi da svako bude što pažljiviji, ispitanici u anketi svoju pažljivost ocenjuju dosta visoko.

Posmatrana grupa ispitanika svoju preciznost ocenjuje kao prosečnu. Otvorenost u bilo kom obliku komunikacije je jedan od važnih komunikacionih stilova, koji može

samo da doprinese razvoju dobre komunikacije, što su ispitanici prepoznali kod sebe i ocenili više od proseka. Anketirani ispitanici svoju dominantnost u komunikaciji ocenjuju kao prosečnu, odnosno uglavnom su rezultati oko proseka [3].

LITERATURA

- [1] Dobrojević, G. (2011.) "Poslovno komuniciranje i pregovaranje", Singidunum, Beograd
- [2] Čokorilo, R. (2008.) „Poslovne komunikacije“, Alfa-graf, Novi Sad.
- [3] Dikić, N. (2006.) "Poslovna komunikacija" Nauka i društvo Srbije, Beograd

Kratka biografija:



Milica Medić, rođena je u Novom Sadu 1985. godine. Gimnaziju je završila u Indiji. Na Fakultetu tehničkih nauka, smer Poštanski saobraćaj i telekomunikacije upisala je 2004. godine.

**KINEMATIČKE OSOBINE BICIKLA KAO FAKTORI
ANALIZE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA****KINEMATIC PROPERTIES OF BICYCLE AS A FACTORS
OF TRAFFIC ACCIDENTS ANALYSIS**Nebojša Marinković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U okviru rada izvršeno je istraživanje kinematičkih osobina bicikla kao faktora za analizu saobraćajnih nezgoda. Osnovni cilj rada je analiza funkcionisanja bicikla koja uključuje: održavanje ravnoteže, pogon i kočenje kao i utvrđivanje brzina koje bicikli postižu u realnim saobraćajnim uslovima.

Abstract – This paper includes research of kinematic properties of bicycle as a factors in the analysis of traffic accidents. The main objective of this paper is to analyze the functioning of the bike, which includes: maintaining balance, drive and braking as well as determining the speed that bicycles are achieved in real traffic conditions.

Ključne reči: bicikl, saobraćajne nezgode, kočenje, brzina.

1. UVOD

U razvijenom svetu ponestaje prostora i energetskih zaliha, a zagađenje koje stvara automobilski saobraćaj predstavlja sve veći problem širom sveta. Polako postaje jasno da automobilski saobraćaj svojim štetnim delovanjem postepeno nadmašuje prednosti koje pruža, a samim tim se intenzivno traga za pronalaženjem alternativnog prevoza. Tu se prvenstveno ističe bicikl, kao ekološki besprekorno prevozno sredstvo.

Osnovni predmet rada je analiza kinematičkih osobina bicikla kao faktora pri analizi saobraćajnih nezgoda. Osnovni cilj rada je da se ukaže na značaj bicikla i njegovih kinematičkih osobina relevantnih za analizu saobraćajnih nezgoda.

**2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE
BICIKLISTIČKOG SAOBRAĆAJA**

Osnovna karakteristika bicikla kao vozila sa jednim tragom je očigledna nestabilnost. Vozilo nije u stanju da bez pomoći vozača stoji u mestu, a potreba oslanjanja o nogu radi održavanja ravnoteže javlja se i pri izuzetno malim brzinama. Pored toga, konstrukcijske karakteristike vozila ne omogućavaju zaštitu vozača od mehaničkih udara.

3. DINAMIKA KRETANJA BICIKLA**3.1. Upravljanje biciklom**

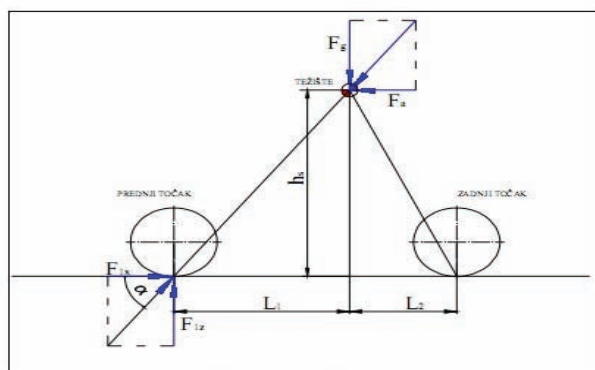
Tehnički, biciklom se upravlja tako da se točkovi zadrže u poziciji suprotnoj ubrzanju centralne mase (CM) bicikla i vozača, koja nastaje usled gravitacione sile i inercijalnih sila. Ove sile deluju ravno nadole kada je bicikl u vertikalnom položaju i pri tome je uravnotežen, dok u trenutku skretanja bicikla deluju pod uglom. Pri tome, ova sila nastoji da vozača izvede izvan ravnoteže. Zbog svega navedenog od izuzetne važnosti za upravljanje biciklom je da vozač savlada sile koje deluju na njega, odnosno da centar mase vozača i bicikla bude doveden u ravnotežni položaj. Pri uravnoteženom pravolinijskom kretanju biciklista konstantno pravi male pokrete upravljačem koji osciliraju i na taj način dovodi svoj položaj u ravnotežu. Pri kretanju, vozač se bori sa tendencijom pada pa izvodi trenutne upravljačke manerve tako da ostane u ravnotežnom položaju. Ovi manevi su refleksni i ukazuju na to da bicikl ne može da se kreće savršeno ravnom putanjom [1].

3.2. Kretanje bicikla

Pogon bicikla uključuje protok energije koja potiče od nogu vozača i prenosi se do zadnjeg točka. Ova energija je potrebna za savladavanje sile otpora koja se javlja pri kretanju i u uskoj je vezi sa jednačinom kretanja bicikla.

3.3. Kočenje prednjom kočnicom

Teoretski proračun usporenja bicikla pri kočenju prednjom kočnicom je sledeći: (sl 1.)



Slika 1. Dejstvo sila na bicikl pri kočenju prednjom kočnicom

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Papić, docent.

Ukupna težina bicikla i bicikliste je: $F_g = g_n \cdot m_g$

gde je:

- g_n sila teže

- m_g ukupna masa bicikla i bicikliste

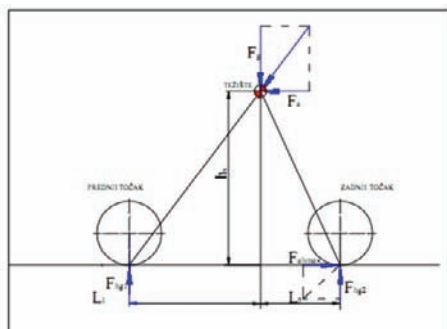
Maksimalna sila kočenja je: $F_{\max} = \frac{F_g}{\tan(\alpha)}$

- α ugao rezultante

Maksimalno moguće usporenje je: $a_{\max} = \frac{F_{\max}}{m_g}$

3.4. Kočenje zadnjom kočnicom

Teoretski proračun usporenja bicikla pri kočenju zadnjom kočnicom je sledeći (slika 2.):



Slika 2. Dejstvo sila na bicikl pri kočenju zadnjom kočnicom

Maksimalna sila kočenja je:

$$F_{ah\max} = \mu \cdot F_{h2} = \mu \cdot \left(F_{hg2} - F_a \cdot \frac{h_g}{L_1 + L_2} \right)$$

Maksimalno moguće usporenje je: $a_{h\max} = \frac{F_{ah\max}}{m_g}$

gde je: - h_g vertikalna udaljenost težišta od podloge

- L_1, L_2 horizontalna udaljenost težišta od osovine

- F_{hg2} statičko opterećenje zadnjeg točka

4. POGON BICIKLA

4.1. Srednji pogon i osovina srednjeg pogona

Srednji pogon je pogonski deo bicikla, koji je u poslednjih nekoliko godina doživeo najveću evoluciju. Njegova funkcija je da ostvari prenos sile bicikliste sa pedala na lanac.

Srednji pogon brdskog bicikla (MTB) se sastoji od osovine, leve i desne kurble koje se na osovinu navlače i u koje se vijcima pričvršćuju pedale [2].

4.2. Lanac

Lanac prenosi snagu sa srednjeg pogona na zadnje lančanike i predstavlja deo bicikla koji se najbrže troši i najčešće zahteva zamenu. S obzirom na napredak proizvodne tehnike i razvoja materijala očekivalo se da će njegov životni vek iz generacije u generaciju biti sve duži, međutim nije tako [2].

4.3. Zadnji lančanici

Zadnji lančanici se nalaze sa desne strane zadnje osovine, a u žargonu se zovu kasete. Podela zadnjih pakovanja lančanika se može izvršiti prema:

- broju brzina na zadnjem točku bicikla;
- mehanizmu koji se koristi.

4.4. Zupčasta transmisija

Prenosni sistem omogućava vozačima optimalno prilagođavanje prenosa snage sa nogu na pedale, u skladu sa fizičkim sposobnostima vozača. Menjači omogućavaju upravljanje biciklom različitim stepenima prenosa, koji se ostvaruju adekvatnom kombinacijom lančanika na zadnjem točku i lančanika na srednjoj osovini, na kojoj su pozicionirane pedale.

4.5. Pedale

Pedala je u opštem smislu podnožica ili podnožje koje se pritiska, kako bi se vršio koristan rad. Preteča bicikla nije ni imala pedale. Snaga se preko pedala i srednjeg pogona prenosi na točkove bicikla i time se postiže kretanje.

5. KOČIONI SISTEM

Kočioni sistem ili kočnica predstavlja konstrukciju koja ima za cilj da uspori ili zaustavi kretanje bicikla. Od suštinskog značaja za analize mnogih saobraćajnih nezgoda sa učešćem bicikla jeste razumevanje karakteristika kočenja. Svojom ulogom u kontrolisanju brzine mogu da budu glavni elementi koji mogu da doprinesu nastanku nezgode na taj način što ako nedovoljno usporavaju, vozilo neće biti upravljano i zaustavljeno pravovremeno, a ukoliko pak preterano usporavaju vozilo, može doći do pada vozača, ili do prevrtanja vozača preko upravljača. Uspenost kočenja se analizira i na osnovu usporenja puta kočenja.

5.1. Karakteristike najčešće upotrebljivanih kočionih mehanizama

5.1.1. Buban roller Torpedo (coaster) kočnica

Buban roller Torpedo kočnica na biciklima se primenjuje od davne 1930.god. Danas u svojoj savremenoj izvedbi predstavlja kvalitetno rešenje koje se primenjuje na biciklima. Aktivacija bubanj kočnice se ostvaruje okretanjem pedala unazad pri čemu se unutar zadnje glavčine aktivira eksapandirajući bubanj koji pritiskom o telo glavčine ostvaruje silu kočenja.

5.1.2. Mehaničke (bandaš, obručne) kočnice

Mehaničke kočnice su najčešći i najpopularniji tip lagane i pouzdane kočnice. Obručne kočnice mogu biti u mehaničkoj ili hidrauličnoj verziji, a zajedničko im je da se aktiviraju preko ručica kočnica na upravljaču.

5.1.3. Disk kočnice

Disk kočnice na biciklima se primenjuju poslednjih 6-7 godina, međutim, u širu upotrebu su ušle tek u poslednje dve godine. Ideja za primenu disk kočnica na biciklima relativno je stara. Shimano je prvu, za bicikle primenjivu, disk kočnicu proizveo 1970.godine. Razvijanjem brdskog biciklizma, pojavila se potreba za efikasnim, snažnim kočnicama koje će pozdano raditi u svim uslovima i pod svim opterećenjima.



Slika 3. Disk kočnice [3]

6. ANALIZA USPORENJA

Prema važećem pravilniku nisu definisane tehničke karakteristike konstrukcije i efikasnosti kočionog mehanizma bicikala. Bicikli imaju mogućnost uključivanja u saobraćaj bez prethodne kontrole ispravnosti i efikasnosti kočionih sistema. Razumevanje karakteristika kočenja je od suštinskog značaja za analize saobraćajnih nezgoda sa učešćem bicikala[3].

6.1. Analiza kočionih sistema na poligonu

Merenja su izvršena na poligonu uz upotrebu uređaja za merenje usporenja vozila MAHA (sl 4.) [3]. Ovaj uređaj omogućava trenutno merenje i memorisanje vrednosti usporenja za vreme procesa kočenja i slobodnog zaustavljanja. Tačnost instrumenta je $0,1 \text{ m/s}^2$. Prilikom merenja, uređaj mora biti horizontalno postavljen u odnosu na podlogu i usmeren u pravcu kretanja.



Slika 4. Uređaj za merenje usporenja vozila MAHA

Ispitivanje je izvršeno po zadatim meriteljskim procedurama pri brzini od 20km/h, na grubom asfaltnom, suvom, delimično prašnjavom kolovoznom zastoru.

Tabela 1. Prikaz izmerenih i prosečnih vrednosti usporenja [3]

Kočenje zadnjom kočnicom potpomognuto prednjom kočnicom			
	Merenje broj	Usporenje	Prosečno ostvareno usporenje (m/s^2)
Bicikl 1	1	5.62	5.78
	2	6.20	
	3	5.52	
Bicikl 2	1	5.38	4.58
	2	4.24	
	3	4.12	
Bicikl 3	1	5.38	5.47
	2	5.46	
	3	5.56	

7. BRZINA KRETANJA BIKIKLA

Određivanje brzine kretanja u postupku ekspertiza saobraćajnih nezgoda sa učešćem bicikala je od izuzetne važnosti za sprovođenje pouzdane vremensko-prostorne analize toka nezgode. Brzina kretanja bicikla je ograničena fizičkim mogućnostima vozača, koji sopstvenom snagom pokreće pedale, a samim tim i bicikl. Maksimalna brzina kretanja bicikla koja je uzeta kao svetski rekord iznosi 57,5 km/h i postignuta je na uličnim trkama profesionalaca na specijalnim trkačkim biciklima. U svakodnevnom životu je ova brzina mnogo manja. Razvijena brzina kretanja prilikom vožnje bicikla zavisi od od pola i životne dobi vozača, odnosno od njegovih fizičkih sposobnosti. Brzina bicikla zavisi i od načina vožnje, tako da se biciklom može upravljati

lagano, prosečno, ali i u režimu forsirane vožnje. Važno je napomenuti da je oblast ekspertiza saobraćajnih nezgoda, koja se odnosi na deo vezan za brzine kretanja bicikala nedovoljno istražena. Akcenat je pretežno stavljen na motorna vozila[4].

8. NALET MOTORNOG VOZILA NA BIKIKLISTU

Kolizije između ove dve kategorije vozila rešavaju se principijalno isto kao u slučaju kolizije dva automobila. Oštećenja vozila su polazna tačka u postupku analize. Prilikom vršenja uviđaja na mestu nezgode, a na osnovu oštećenja vozila, vrši se rekonstrukcija relativnog sudarnog položaja vozila, čime se olakšava rad veštaka, koji kasnije na osnovu raspoložive uviđajne dokumentacije sprovodi analizu same nezgode.

8.1. Oblici naletnog položaja motornog vozila na biciklistu

Potpuni čeon nalet: prisutan je kada se u trenutku sudara ispred prednjeg dela motornog vozila nalaze skoro ceo bicikl i telo bicikliste.

Delimični čeon nalet postoji kada su u času naleta samo deo bicikla ili bicikliste ispred područja kretanja prednjeg dela motornog vozila.

Bočno okružnuće može nastati kod vožnje u istom i u suprotnom smeru, pri čemu vozilo okrzne svojom bočnom stranom telo bicikliste.

Bočnim naletom se smatra takva vrsta sudara u kojoj se biciklista kreće ukoso, ili pod uglom u odnosu smer kretanja motornog vozila, pri čemu primarni kontakt sa bočnom stranom vozila ostvaruje prednji točak bicikla

8.2. Kinematika naleta motornog vozila na biciklistu

Prema izgledu deformacija na biciklu može se tačno odrediti položaj bicikla u odnosu na vozilo u trenutku naleta. Kada je zadnji točak bicikla utisnut radijalno u obliku klina u smeru uzdužne ose bicikla, tada se sigurno zna da su se oba vozila kretala istim smerom. Ovu tvrdnju često dokazuje položaj sedišta bicikla, koje je tada na prednjoj strani podignuto ka gore i oštećenja na vozilu od tela bicikliste gde se na poklopcu motora može naći praktično "oslikano" mesto na koje je palo telo vozača bicikla.

8.3. Karakteristične povrede vozača bicikla

U toku naleta motornih vozila (putničkog automobila, teretnog vozila ili autobusa) na biciklistu, na telu vozača bicikla nastaje niz povreda. Slično kao i kod naleta motornog vozila na pešaka, postoje primarne, sekundarne i tercijalne povrede. Primarne povrede su one koje nastaju naletom vozila, pri čemu se u tom trenutku biciklista nalazi na biciklu. To su povrede koje nastaju pri prvom kontaktu između vozila i bicikla.

8.4. Odbačaj bicikla i bicikliste

Daljina odbačaja dvotočkaša, odnosno tela vozača predstavlja odstojanje između mesta sudara i krajnjeg položaja odbačenog dvotočkaša, odnosno tela vozača. Krajnji položaj vozača najčešće se locira na osnovu tragova krvi.

8.5. Studija slučaja saobraćajne nezgode i oštećenja motornih vozila i bicikala

Pri naletu motornog vozila na bicikl posebnu pažnju treba posvetiti oštećenju motornog vozila. Po pravilu će se na motornom vozilu naći dve vrste oštećenja koje treba strogo razlikovati: oštećenja koja su nastala od tela bicikliste i ona koja nastaju od kontakta sa biciklom. Detaljnom i uporednom analizom oštećenja i međusobnog položaja učesnika saobraćajnih nezgoda sa učešćem biciklista, uočeno je da je u 24.2% saobraćajnih nezgoda došlo do sudara čeonim delom bicikla, dok je u 20.7% saobraćajnih nezgoda došlo do sudara sa zadnjim delom bicikla, kao posledica sustizanja bicikla od strane drugog vozila (slika 5.).



Slika 5. Sustizanje bicikla od strane drugog vozila

9. ZAKLJUČAK

Bicikli funkcionišu znatno drugačije od vozila sa četiri točka, pa samim tim, ako se za analize koristi model dinamike kretanja četvorotočkaša, to dovodi do pojave grešaka i neslaganja. Prve negativne okolnosti naročito pogađaju najmanje zaštićene kategorije učesnika u saobraćaju, što se vidi po broju nastradalih pešaka i vozača bicikla u saobraćajnim nezgodama. S obzirom da biciklisti pri svom kretanju razvijaju male brzine, jasno je da većina saobraćajnih nezgoda sa učešćem bicikla nastaje usled nepažnje. Iako je procenat učešća biciklista u saobraćajnim nezgodama mali u odnosu na ukupan broj svih saobraćajnih nezgoda, posmatrano u odnosu na ukupan broj vozila i biciklista, taj procenat je veoma izražen, a posledice takvih saobraćajnih nezgoda su često veoma teške.

10. LITERATURA

- [1] Broker, P. and Hill, F.P.: "Bicycle accident - Biomechanical, engineering and legal aspects", U.S.,
- [2] <https://sr.wikipedia.org>,
- [3] Kovačević, F. i dr.: "Ispitivanje i analiza mog. usporenja bicikla pri intenzivnom kočenju.
- [4] Krnjulac, D.: "Određivanje brzine kretanja bicikla", diplomski master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.

Kratka biografija:



Nebojša Marinković rođen je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Forenzičko inženjerstvo u saobraćaju odbranio je 2016. god.

**PRILOG RAZVOJU PLANA ODRŽIVE MOBILNOSTI OPŠTINE
ALEKSANDROVAC****CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE MOBILITY IN MUNICIPALITY OF
ALEKSANDROVAC**

Marija Petković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratik sadržaj – Rad ima za cilj da prikaže polazne osnove održivog razvoja saobraćaja u Rasinskom regionu, opštini Aleksandrovac, sa akcentom na razvoj održivih urbanih načina putovanja (pešačenja, biciklizma i javnog prevoza) ali i restriktivni odnos prema putničkim automobilima i minimiziranje negativnih efekata razvoja saobraćaja. Planovi održive urbane mobilnosti (POUM) uvedeni su kao inovativnost u strateškom planiranju saobraćajnog sistema. POUM-ovi se primenjuju da bi poboljšali mobilnost građana sada i u budućnosti u ubanim gradskim sredinama.

Abstract – The only purpose of work is to show the baselines of Aleksandrovac, especially the sustainable urban ways of traveling (walking, cycling and public transport) but also and restrictive way towards passenger cars including minimizing the negative effects of transport development. Sustainable urban mobility plan (SUMP) exists to show innovation in strategic planning of traffic system. SUMP is used to improve the mobility of citizens now days and in the future in the urban environments.

Ključne reči: Održivi razvoj, Urbani načini putovanja, Mobilnost stanovnika

1. UVOD

Tipičan problem sadašnjice Evrope pa i Srbije je veliki stepen motorizovanog saobraćaja u gradovima. Takav problem zastupljen je u opštini Aleksandrovac. Posledica takvog rezultata saobraćaja su saobraćajna zagušenja i gužve, smanjenje prohodnosti na teritoriji grada i užeg gradskog centra, smanjena bezbednost učesnika u saobraćaju i drugi problemi. Ovaj globalni problem sa kojim se suočava svet pokazuje da se problem treba posvetiti, da ga treba ispitati i da je potrebno definisati održiva rešenja u razvoju saobraćaja u cilju poboljšanja kvaliteta života i zaštite svih građana.

Rad ima za cilj da prikaže ograničavajuće faktore razvoja održivog saobraćaja; prikaže postojeće stanje saobraćajnog sistema; predloži rešenja mogućeg održivog urbanog saobraćaja uz promociju pešačenja, biciklizma i javnog prevoza kao održivih načina putovanja i prikaže najbolje primere međunarodne prakse gradova Evrope koji su ovaj problem prepoznale.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Valentina Basarić, docent.

2. PLANOWI ODRŽIVE URBANE MOBILNOSTI

Planovi održive urbane mobilnosti su strateški planovi koji se nadovezuje na postojeću praksu u saobraćajnom planiranju. POUM-ovi uz paket mera upravljanja prevoznom potražnjom daju kao rezultat održivi razvoj gradova i efikasan održivi saobraćajni plan.

U kontekstu održive gradske mobilnosti potrebno je postići promenu vidovne raspodele putovanja, smanjenjem učešća putovanja individualnim automobilom na putovanja javnim gradskim prevozom i nemotorizovanim načinima putovanja (pešačenje i biciklizam). Potrebno je raditi i na jačanju održivih oblika prevoza, stvaranjem uslova za njihovu konkurentnost, atraktivnost ali i jačati potencijale kako bi se postigla prednost u odnosu na putnički automobil.



Slika 1. Smernice za izradu „Plana održive urbane mobilnosti“

Smernice za izradu plana mobilnosti prikazuje Slika 1, njih definiše Evropska komisija. Obuhvataju primere najbolje prakse.

Planovi usmeravaju ka održivom saobraćajnom sistemu kroz [1]: aktivnu i kvalitetnu urbanu sredinu, poboljšanje dostupnosti za sve, povećanu bezbednost, smanjenje zagađenja vazduha i buke, sniženje emisije gasova sa efektima staklene bašte i manju potrošnju energije.

Razmena znanja, informacija i iskustva u području održive mobilnosti sprovedeni su kroz brojne projekte koje je podržala i sprovela Evropska unija. Rezultati primera dobre prakse su pozitivni u odnosu na postavljene ciljeve.

Primer dobre prakse-Grad Koprivnica

Cilj projekta grada Koprivnice je bio razvoj održive i energetske efikasnosti, urbane mobilnosti sa naglaskom na elektromobilnost. 16. jula 2014. godine grad je uveo prve električne minibusove u okviru mere javni prevoz sa niskom emisijom CO₂.



Slika 2. Električni minibusovi grada Koprivnice

Slika 2. prikazuje izgled električnih minibusova grada Koprivnice. Cilj projekta je bio da se integrišu sa javnim prevozom u regionalnim okvirima i pokaže prvi takav primer sistema za gradove slične veličine u regiji. Deo mere istog projekta je otvaranje terminala sa 10 električnih bicikala 10. juna 2014. godine na području Kampusu. Sistem javnih bicikla će biti integrisan u postojeći sistem u Koprivnici.

3. PODRUČJE RADA

Teritorijalno područje rada obuhvaćeno je granicama prostora obuhvaćenim Prostornim planom opštine Aleksandrovac. Površina teritorije je 386.5 km², podeljena na 51 katastarsko naselje, odnosno 55 naseljeno mesto. U Opštini živi 26.522 stanovnika sa gustom naseljenosti od 68.62 stanovnika/km². Osobe sa invaliditetom čine 3.029 stanovnika od ukupnog broja stanovnika. Najveći problemi osoba sa invaliditetom ističu se:

1. Problem hodanja i penjanja uz stepenice
2. Problemi sa vidom

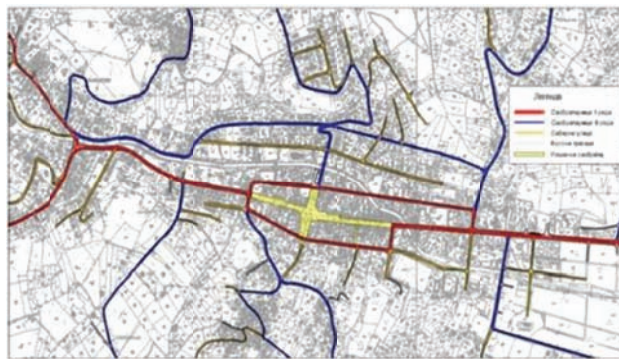
Aleksandrovačka Župa se sastoji od dve morfološke celine: Gornje Župe i Donje Župe (naselja su reljefom podeljena). Naselja su hijerarhijski podeljena na gradsko naselje, sekundarne centre, dvojna naselja i ostala seoska naselja. Klima Aleksandrovačke Župe je umereno kontinentalna. Prosečna temperatura vazduha u toku godine je 15.3° C.

4. ANALIZA STANJA SISTEMA SAOBRAĆAJA

U Opštini je zastupljen isključivo drumski transport putnika i robe.

4.1. Analiza uslova odvijanja saobraćaja na osnovnoj putnoj i uličnoj mreži

Aleksandrovac pripada funkcionalnom području grada Kruševca. Železnička infrastruktura nije zastupljena, nema ni većih rečnih tokova. Veza sa susednim područjima obavlja se državnim putevima II reda, dok se veza susednih seoskih naselja ostvaruje opštinskim putevima. Planom generalne regulacije kategorisan je sistem gradskih saobraćajnica (Sl. 3) na saobraćajnice I reda, saobraćajnice II reda, pristupne i stambene ulice i sabirne ulice.



Slika 3. Mreža saobraćajnica sa režimom funkcionisanja saobraćaja

Kvalitet opštinske putne mreže ne omogućava optimalne uslove odvijanja saobraćaja na svim deonicama.

4.2. Pešački saobraćaj

U dnevnim kretanjima velika je zastupljenost pešačkih tokova, srednje dužine do 1000m. Na saobraćajnicama I i II reda trotoari su širine 1.5-2.5m. Pojedine saobraćajnice višeg reda su bez trotoara.

4.3. Biciklistički saobraćaj

Na teritoriji opštine Aleksandrovac ne postoje izdvojene i obeležene biciklističke staze.

4.4. Javni prevoz putnika

Autobuski sistem je primarni nosioc javnog prigraskog i međugraskog saobraćaja. Prevoznici koji saobraćaju na teritoriji opštine su: AD „Jugoprevoz Kruševac“ (dominantni prevoznik), AD „Niš-ekspres“ (kao tranzitni) i „Beli prevoz“ (sa jednom redovnom linijom). S' obzirom na položaj centra grada i ostalih sadržaja lokacija autobuske stanice ocenjena je kao povoljna.

5. OSNOVNE SMERNICE ZA BUDUĆI RAZVOJ POUM-A OPŠTINE ALEKSANDROVAC

Prostornim planom opštine Aleksandrovac, prepoznati su osnovni ciljevi kao polazne osnove daljem razvoju održivog saobraćajnog sistema:

Na regionalnom planu: povećanje privlačnosti Opštine kako bi aktivirali prirodni i privredni potencijali i uspostavile dobre saobraćajne veze. Time iskoristila prednost geografskog položaja Aleksandrovcu u odnosu na NP Kopaonik, Kruševac i planirane trase autoputa E-761.

Na lokalnom planu: zaustavljanje degradacije saobraćajne infrastrukture i pogoršanje uslova prevoza putnika, informacija i robe i dostupnosti samih usluga. Stvaranje uslova za razvoj saobraćajnog sistema koji je društveno prihvatljiviji, ekonomsko isplativiji i ekološki povoljniji.

Planom su definisani ciljevi koji će doprineti kvalitetnijem životu lokalnog stanovništva:

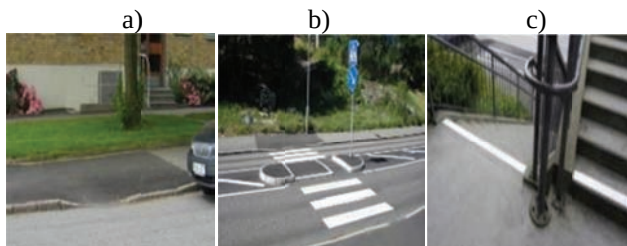
- stvaranje kvalitetne veze sa zapadno-moravskim koridorom autoputa E-761;
- izmeštanje tranzitnog pravca R-119 iz naseljskog centra;
- rekonstrukcija i modernizacija državnih puteva;
- rekonstrukcija, modernizacija i dogradnja postojećih i izgradnja novih opštinskih pravaca;
- povećanje dostupnosti zonama privrednog razvoja;
- modernizacija javnog saobraćaja i obezbeđenje uslova za razvoj nemotorizovanog saobraćaja.

5.1. Pešački saobraćaj

Mere koje bi se postigle bezbednije odvijanje pešačkog saobraćaja:

- Povećati udeo pešačkih putovanja u dnevnim kretanjima stanovnika;
- Obezbedite trotoare za neprekidno kretanje pešaka na mestima povezivanje javnih sadržaja, na primarnim i sekundarnim gradskim saobraćajnicama;
- Postaviti zaštitne ograde na trotoarima u zonama intezivnog prelaženja preko ulica (škole, vrtić ...)
- Zadržati postojeću gradsku pešačku zonu;
- Fizički razdvojiti različite vidove saobraćaja, gde prostor to dozvoljava;
- Raditi na izmeštanju teretnog i tranzitnog saobraćaja iz zone sa najintezivnijim pešačkim saobraćajem.

Treba raditi na uređenju javnih površina za lica sa posebnim potrebama u prostoru. Treba dopuniti trotoare obaranjem ivičnjaka tj. zakošenim ivičnjacima u skladu sa Zakonom. Potrebna je rekonstrukcija trotoara na određenim mestima oborenim silazima na kolovoz (Sl. 4 pod a)). Projektovati ivičnjake na pešačkom prelazu sa prilazom bez prepreka (Sl. 4. primer pod b). Za osobe sa potpunim ili delimičnim oštećenjem vida i osobe sa ograničenom pokretljivošću ujednačiti dužinu i visinu stepenika prema preporučenim dimenzijama, adekvatno odmaralište između dva niza stepenica sa rukohvatima pored stepenica i obeležavanje početka i kraja stepeništa kontrastnim bojama između odmarališta (Slika 4 pod c).



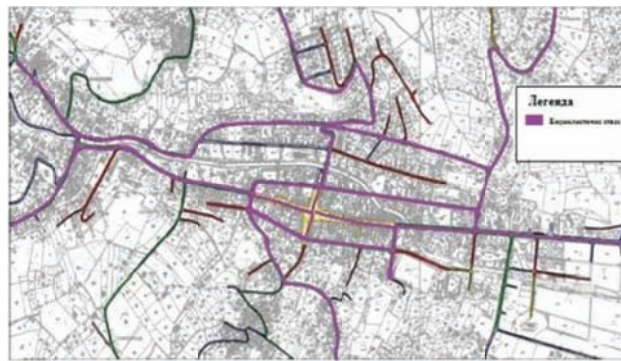
Slika 4. Barijere pristupa osobama sa posebnim potrebama

Treba raditi na poboljšanju pristupa na pešačkim prelazima, uređenju površina i uviđenju zvučnog signala na semaforisanim lokacijama, za slepe i slabovide osobe.

5.2. Biciklistički saobraćaj

Kako većinu distanci koji građanu pređu u toku dana ne prelaze 3km do javnih gradskih sadržaja, na periferiji ne prelaze 5km, bicikl se može smatrati idealnim prevoznim sredstvom. Potencijali razvoja biciklizma u ovom trenutku nisu iskorišćeni u Opštini.

Budući da su objekti visoke atrakcije locirani u centru grada mreža biciklističkih staza treba da bude radijalna sa snažnim linijama prema središtu. Bilo bi korisno da biciklistička infrastruktura postoji oko ulica koje čine kružni prsten središta, kako biciklisti ne bi morali da prolaze kroz centralni gradski trg. Kako se biciklistička mreža ne može zaustaviti na određenom području, potrebno je središte grada povezati sa industrijskom zonom, O.Š. „Ivo Lola Ribar“ i sa ojektima duž regionalnog puta R-119. Na aliziranom području potrebno je predvideti biciklističke staze koje bi povezivale prigradska naselja sa gradom, na pravcima na kojima postoje prostorni i saobraćajno tehnički uslovi za realizaciju.



Slika 5. Mreža biciklističkih saobraćajnica

Zbog smanjene bezbednosti i sigurnosti biciklista duž jednosmernih ulica, saobraćajnica I reda (Kruševačka, Jaše Petrovića, Srečkova, Vinogradarska i Ace Aleksića) treba uvesti Zonu 30 km/h. Preporuku za projektovanje biciklističke infrastrukture potvrđuju da su duž ovih ulica najbolje rešenje biciklističke staze. I u Rasinskoj ulici rešenje su biciklističke staze.

Saobraćajnice II reda koje ispunjavaju uslov za gradnju biciklističke infrastrukture su: Vinogradarska ulica, Solunskih Ratnika, Školska ulica i Omladinska ulice. U ovim ulicama neobavezne biciklističke trake mogu biti alternativa biciklističkoj stazi, zbog nedostatka prostora.

Biciklizam treba da bude dopušten i u pešačkoj zoni (popločani deo ul. 29. Novembra), izgradnom biciklističke staze po njenom središtu.

Razvoj biciklističkog saobraćaja treba podstaći izgradnjom parkirališta za bicikliste, punktova za iznajmljivanje javnih bicikala. Time bi se zadovoljile potrebe različitih korisnika a najviše osobama sa posebnim potrebama.

Treba preduzeti sve neophodne mere za razvoj brdskog biciklizma zbog lepota podnevlja. Usled rasta svesti o zdravom životu cikloturizam sve više dobija na važnosti. Prepoznavanje cikloturizma je potencijal daljeg razvoja konkurentnog regiona i novih mogućnosti zapošljavanja. Prostornim planom Opštine predviđena je izgradnja biciklističke staze duž regionalnog puta R-119 u dužini od 19 km i duž R-218 prema Trsteniku u dužini 8.8 km, koja bi se povezivala sa koridorom 11.

Veliki broj gradova u svetu je prepoznao prednosti biciklističkog saobraćaja za gradska putovanja. Grad Koprivnica u Hrvatskoj je primer koji ima najviše kilometara biciklističkih staza po stanovniku. U Kopenhagenu biciklistički saobraćaj je povećan sa 18% na 20% izgradnjom biciklističkih staza. U Nizozemskoj imamo lep primer, gde na 17 miliona stanovnika ima 18 miliona bicikla.

5.3. Javni prigradski i međugradski prevoz putnika

Razvijene zemlje se sve više okreću održivom saobraćajnom planiranju u kojem se težiti razvijanju prevoza koji je okrenut korisnicima usluge a ne vozilima.

U postojećem stanju prisutna je neefikasnost prevoznika koji saobraća na teritoriji. Sve linije lokalnog javnog saobraćaja počinju i završavaju se u centru grada. Komunikacija se svodi na povezivanje centra grada sa naseljima Gornje Župe i centra grada sa naseljima Donje Župe. Na mnogim linijama saobraćaj se ne realizuje subotom i nedeljom. Određene linije ne funkcionišu u periodu školskih raspusta, zbog njihove nerentabilnosti. Samo je mali broj polazaka redovan.

Očekivanja treba usmeriti na bolju pokrivenost Opštine, uspostavljanjem direktne veza za sva naseljena mesta i njihovu međusobnu povezanost. Uvesti rešenja uspostavljanjem alaternativnih, pouzdanih i fleksibilnih saobraćajnih puteva, koji su usmereni korisnicima usluga.

Do 2030. godine predviđenja Evropske Unije su da treba prepoloviti upotrebu putničkih vozila koja koriste konvencijalna goriva, u gradovima i glavnim urbanim sredinama postoići gradsku logistiku bez emisije CO₂. Rešenje koje se nameće je postepena zamena voznog parka vozilima koja koriste ekološke vrste goriva kao što su hibridna vozila ili vozila na tečni prirodni gas. Time bi se postigla ušteda u ukupnim troškovima prevoza ali i ekološka zaštita. Čistiji prevoz omogućava lakšu dostupnost usluga javnog prevoza i gušću naseljenost.

Građanima treba ponuditi bezbednija vozila, tehnički savremenija i ispravnija uskladu sa standardima kvaliteta i dostupnosti osobama sa smanjenom mobilnošću.

Uvođenjem saobraćajnih usluga na zahtev odnosno poziv, omogućice se pružanje usluga u područjima u kojima ne postoji potreba za redovnim linijama ili uvesti manja vozila tipa minibusevi u zavisnosti od potencijalne potražnje.

Nabavkom neophodnih niskopodnih vozila i niskopodnih vozila sa ugrađenom mehaničkom rampom doprinelo bi se uklanjanje barijera osobama sa posebnim potrebama u korišćenju javnog prevoza. Nabavka novih vozila, kao i novi red vožnje moraju biti u koordinaciji sa poboljšanjima na postojećoj infrastrukturi.

Glavni pokazatelji na koje treba u budućnosti uticati su: sigurnost, kvalitet usluge, bezbednost, pouzdanost, pokazatelji uspešnosti sektora, njihov nadzor i ekološka prihvatljivost.

Za dugoročan razvoj javnog prigradskog saobraćaja, ciljeve treba usmeriti na uspostavljanju ove vrste prevoza kao primarnog sistema u ukupnom saobraćajnom sistemu grada. Potrebna je i saradnja sa regionalnim i lokalnim telima kako bi se poboljšala pristupačnost ostalim gradovima.

5.4. Smanjenje uticaja saobraćaja na životnu okolinu

Neophodni uslovi za razvoj održive saobraćajne mreže su: osiguranje zdravog okruženja (smanjenje uticaja buke i zagađenja vazduha), korišćenje modernih, efikasnijih, čistijih vozila u pogledu korišćenja pogonskih goriva (gas, biogas...). korišćenje električnih vozila i efikasnije tretiranje polovnih vozila.

Ključni cilj saobraćajne politike Evropske unije je ublažavanje ili ti smanjenje uticaja saobraćaja na životnu okolinu smanjenjem štetnih gasova po okolinu na približno 20% do 2020. god. u odnosu na nivo koji je bio 1990. god. Javni gradski prevoz može imati značajnu ulogu u poboljšanju kvaliteta u naseljenim mestima kao i u uticaju na životnu sredinu.

6. ZAKLJUČAK

Treba se bazirati na održivom i ravnopravnom razvoju saobraćajnog sistema na celoj teritoriji opštine Aleksandrovac, pa i šire jer se saobraćaj ne zaustavlja na njenoj teritorijalnoj granici.

Plan treba da bude izrađen u partnerstvu sa susednim Opštinama, a poželjno je učestvovanje što većeg broja institucija i organizacija na regionalnom i državnom nivou. Treba sprovesti temeljnu analizu potencijalnih uticaja plana na obližnja područja, kao i moguće koristi na lokalno stanovništvo.

Da bi se podstakla promena navika u putovanju u korist ekološki prihvatljivih oblika prevoza, treba uspostaviti dobre odnose sa medijima. Način na koji se određena informacija prenosi i poruka koja treba da stigne do pojedinca, grada ili šire zajednice u mnogome zavisi od toga na koji način se prenosi i da li je marketinški podržana. Treba otvoriti forume za građane kako bi izneli svoja mišljenja. Informativni centar bi mogao pružiti sve potrebne informacije o gradskom saobraćajnom sistemu.

Treba stvoriti svest kod građana i šire javnosti o prednosti korišćenja alternativnih vidova prevoza. Oni su ti koji značajno mogu pospešiti napredak primene održivih oblika mobilnosti pa i doneti odluku o primeni određenih mera. Njihovo učestvovanje može sprečiti neuspeh u primeni i smanjenju troškova u razradi određenog plana.

Zadatak održivosti je dugoročan i zahtevan, jer traži od budućih generacija da osiguraju barem onoliko vrednosti koliko je nasleđeno od predhodne generacije. Budući da je zadatak kompleksan rešenje treba tražiti u sinergiji znanja i uključenju širih društvenih zajednica.

7. LITERATURA

- [1] Smernice za izradu i primeni SUMP-a; grad Koprivnica u saradnji sa Sveučilištem Sjever, Sveučilišta Gdansk, Sveučilišta Lund i Komisija za okolinu i saobraćaj Saveza baltičkih gradova UBC, <http://www.kc-sump.eu>

Kratka biografija:



Marija Petković rođena u Aleksandrovcu 1984. Godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti saobraćaj odbranila je 2015. godine.

FUZZY MODEL ZA PROCENU OPRAVDANOSTI INVESTIRANJA U OBNOVU VOZNOG PARKA**FUZZY MODELLING FOR ACESSMENT OF VALIDITY OF INVESTMENTS IN RENOVATION OF A ROLLING STOCK**

Igor Vasiljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen razvoj fuzzy modela za određivanje opravdanosti investiranja u obnovu voznog parka ATP-a, kao i za procenu vremenskog perioda potrebnog za vraćanje investicije. Prognoze su izvršene na trasama sa konstantnim tokovima tereta, u tri forme: pesimistička, realistička i optimistička prognoza. Prognoze su rađene za svaki od 5 putnih pravaca sa postojećim robnim tokovima, za svaku od narednih 10 godina od kupovine novijih vozila, koliko se uzima za eksploatacioni period vozila.

Abstract – In this paper is presented a development of a fuzzy model, for determining a validity of investments in renewal of rolling stock of transport company, and also for acesment of a time period that is necessary for money return from investment. Forecasts are made for 5 routes with constant flows of goods, in three forms: pesimistic, realistic and optimistic form. Forecasts are made also for every year of next 10 years from investment, which is called exploitational period of a vehicles.

Ključne reči: Fuzzy model, Prognoze, Investicija.

1. UVOD

Uspešno autotransportno preduzeće se prepoznaje po konstantnom praćenju i upravljanju voznim parkom, od čije vitalnosti zavisi ekonomika kompletnog preduzeća. Formiranje voznog parka i odabir vozila koja će ga sačinjavati predstavlja kompleksan problem kome treba pristupiti sa više aspekata. Pre svega, potrebno je u što većoj meri izvršiti homogenizaciju voznog parka, odnosno sačiniti ga od istih marki, a po mogućnosti i istih tipova vozila. Ovaj korak u velikoj meri olakšava nabavku rezervnih delova, a samim tim i troškove održavanja vozila.

Investicije uvek predstavljaju kompleksan problem kada je u pitanju vozni park, i potrebno je odgovoriti na više pitanja:

1. Kada kupiti vozila?
2. Koliko vozila kupiti za posmatrani period?
3. Kolika je vrednost investicije po jednom vozilu? itd.

Odgovor na ova pitanja ne može da se generalizuje, te je stoga potrebno formirati model za investiranje koji će objediniti odgovore na ova pitanja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gordan Stojić, docent.

Model za utvrđivanje rentabilnosti investiranja u obnovu voznog parka

2. TEORETSKE OSNOVE**2.1. Vozni park preduzeća**

Pod pojmom voznog parka podrazumevamo skup vozila koje poseduje određeno autotransportno preduzeće. U zavisnosti od tipa vozila koja se nalaze u voznom parku preduzeća, vozni park je moguće podeliti na heterogeni, koji sadrži različite tipove i marke vozila, i homogeni vozni park, koji se sastoji od vozila iste marke i tipa. Potrebno je težiti homogenizaciji i tipizaciji voznog parka, usled smanjenja troškova održavanja vozila. [1]

2.2. Investicije u vozni park

Pod investicijama se podrazumeva ulaganje u kupovinu nove opreme i sredstava za rad, koja će u narednom periodu dovesti do unapređenja poslovnih procesa preduzeća. U slučaju investiranja u vozni park, prvenstveno se misli na kupovinu novijih vozila, ili potpuno novih vozila, kojima će biti zamenjena postojeća vozila u preduzeću. Odabir broja vozila u koja se investira, kao i tipa, odnosno cene novih vozila, direktno diktira visinu investicije, i shodno tome period otplate, odnosno vraćanja investicije.

2.3. Teoretska postavka koja prethodi razvoju modela

Razvoju modela prethodi teoretska postavka, odnosno prognostički model rasta obima poslovanja, a shodno tome i prihoda. Da bi se uradio proračun vraćanja investicije, potrebno je definisati poslove sa cikličnim javljanjem tokova tereta. U slučaju analiziranog preduzeća Agro – hemik, postoji 5 različitih preduzeća sa kojima se konstantno sarađuje na nivou cele fiskalne godine, i za tih 5 različitih poslova će biti napravljene po tri prognoze: pesimistička, optimistička i realistička prognoza, i svakoj od tih kombinacija će se dodeliti određena finansijska vrednost za svaku od narednih 10 fiskalnih godina, koliko je uzeto za eksploatacioni period.

3. METOD RADA**Opis postupka razvoja modela**

U modelu su merene sledeće veličine od značaja za optimizaciju investicije u vozni park:

Ulazne promenljive:

- Prihodi preduzeća za različita 3 prognostička scenarija
- Prihodi za svaki od pet poslova sa približno konstantnim tokovima tereta

Izlazna promenljiva:

- Odabir scenarija, odnosno broja vozila u koja će se investirati za definisani eksploatacioni period od 10 god.

3.1. Razvoj prognostičkog modela pomoću metode stope rasta

Prognostički model predstavlja ulazne podatke za razvoj fuzzy modela. Za prognostički model je korišćena metoda stope rasta, koja predstavlja prostu metodu procene porasta, odnosno smanjenja obima poslovanja na određenim poslovima sa približno konstantnim robnim tokovima. Prognoze stope rasta za eksploatacioni period su predstavljene u Tabeli 1. Naravno da je nulta, odnosno bazna godina 2015., a da su sve ostale godine, kumulativno, izražene u odnosu na baznu godinu.

Tabela 1. Stope rasta za različite prognoze po svakoj godini u narednih 10 godina eksploatacionog perioda

Godina eksploatacionog perioda (od 10)	Stopa rasta (Pesimistična prognoza)	Stopa rasta (Kumulativna) Pesimistična	Stopa rasta (Realistična prognoza)	Stopa rasta (Kumulativna) Realistična	Stopa rasta (Optimistična prognoza)	Stopa rasta (Kumulativna) Optimistična
1.	0%	0%	1%	1%	2%	2%
2.	0%	0%	1%	2%	2%	4%
3.	0%	0%	1%	3%	2%	6%
4.	0%	0%	1%	4%	2%	8,2%
5.	0%	0%	1%	5,1%	2%	10,4%
6.	-1%	-1%	3%	8,2%	5%	15,9%
7.	-2%	-3%	3%	11,3%	6%	22,8%
8.	-3%	-6%	3%	14,6%	7%	31,4%
9.	-4%	-10,3%	3%	18%	9%	43,2%
10.	-5%	-15,8%	3%	21,5%	10%	57,5%

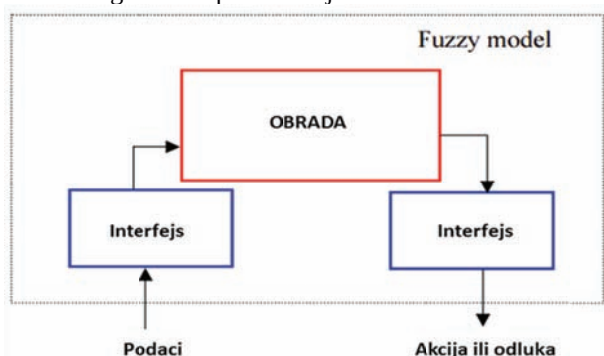
3.2. Idealizovano fuzzy stablo koje predstavlja osnovu fuzzy investicionog modela

Postoji nekoliko različitih vidova upotrebe fuzzy modela, a za ovo istraživanje najvažniji je model koji koristi numeričke rezultate i generiše takođe numeričke rezultate u vidu fuzzy skupova.

Karakteristike ovog tipa fuzzy modela su da :

- Modul odražava veliki spektar modelovanja
- U pitanju je korišćenje numeričkih podataka i generisanje numeričkih rezultata
- Posle razvoja, model se koristi čisto u numeričke svrhe, pri čemu se prihvataju brojevi i koriste za dobijanje brojeva u vidu nelinearnog Ulaz/Izlaz preslikavanja.

Šema ovog modela prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Numerički fuzzy model (Ulaz Broj-Izlaz Broj) [3]

Koristiće se fuzzy model zasnovan na pravilu, koji je modularan i lako se proširuje. Ovaj model je sastavljen od više fuzzy skupova i kondicionala, odnosno uslova AKO-ONDA. Fuzzy skupovi se javljaju u uslovima i zaključcima.

Standardan oblik fuzzy modela je:

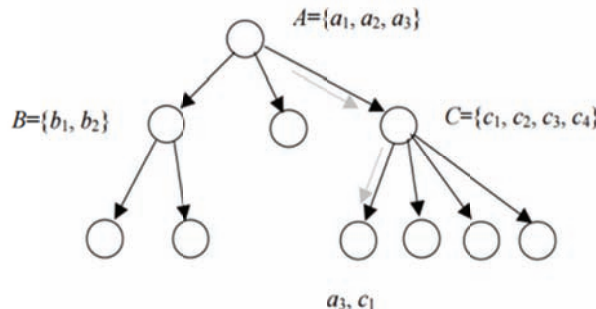
AKO je Uslov₁ - A, AKO je Uslov₂ - B – ispunjen,
AKO je ... Uslov_n - N, ONDA je zaključak Z.

Važno je razgraničiti razliku između fuzzy brojeva i fuzzy pravila.

Fuzzy brojevi, odnosno fuzzy skupovi koji su sačinjeni od fuzzy brojeva, predstavljaju numeričke podatke koji čine ulaz u fuzzy model. Dakle, ulazni interfejs koristi fuzzy brojeve ili fuzzy skupove, u zavisnosti od toga kako su organizovani, posle obrade podataka u modelu dolazi do izlaznih podataka, odnosno zaključaka.

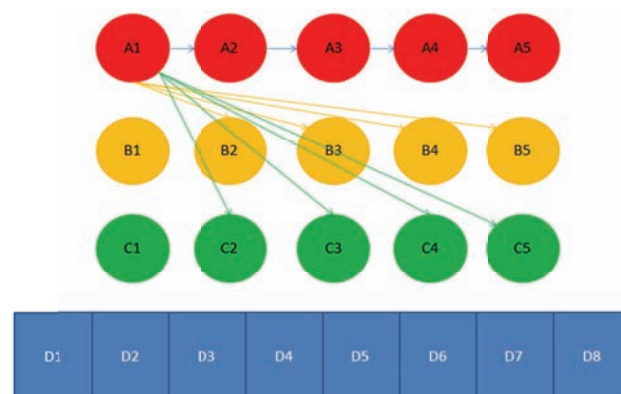
Fuzzy pravila predstavljaju način obrade numeričkih ili informacionih podataka dobijenih iz ulaznog interfejsa. U šemi fuzzy modela pravila su sadržana u delu "OBRADA". Dakle, uz pomoć fuzzy pravila izdvajaju se određene kombinacije fuzzy brojeva koje će se kasnije interpretirati u obliku rezultata, odnosno fuzzy zaključaka.

Na sl. 2 je prikazano prosto fuzzy stablo, po čijoj osnovi je razvijeno idealizovano fuzzy stablo za potrebe modela.



Slika 2. Prosto fuzzy stablo [3]

Na slici 3 je predstavljeno idealizovano fuzzy stablo koje je dobijeno na osnovu pretpostavke da će se kupovati maksimalno 8 vozila, pri 3 moguća prognostička scenarija za svaki posao koji ima približno konstantne robne tokove.



Slika 3. Fuzzy stablo koje se koristi kao osnova za formiranje fuzzy modela.

Za dato istraživanje, fuzzy elementi koji čine fuzzy skupove, odnosno **ulazni podaci** su:

1. **Fuzzy elementi**, koji predstavljaju jedan nivo prihoda od određenog poslovanja, pri čemu *svaki indeks elementa predstavlja redni broj posla* na kojem se ostvaruju konstantni tokovi tereta (1-5 ; 1 – Teko Mining Ceramide 2- Teko Mining,...).
2. **Fuzzy skupovi**, koji su označeni sa slovima **A, B i C**, predstavljaju pesimističku, realističku i optimističku grupu prognoza vezanih za prihod od poslovanja preduzeća, respektivno. Dakle, svaka grupa odnosno skup sadrži 5 elemenata, koji se mogu kombinovati.

Izlazni podaci predstavljaju **odluke**, koje su izvedene u vidu skupa **D**, a te odluke govore o tome koliko vozila, u kom trenutku, je moguće kupiti pri datim uslovima poslovanja, odnosno pri trenutnim prihodima.

4. PRIKAZ FUZZY MODELA I ANALIZA REZULTATA

Za svaku godinu je moguće razviti poseban fuzzy model. U ovom radu je razvijen fuzzy model u poslednjoj, 10.godini eksploatacionog perioda.

U Tabeli 2 su predstavljeni prihodi po poslovima sa stalnim tokovima tereta, u 10.-oj godini eksploatacionog perioda. Oni predstavljaju ulazne podatke za razvoj modela.

Tabela 2. *Prihodi preduzeća prema pesimističnoj,realnoj i optimističnoj prognozi za naredni period od 10 godina (Ukupni – kumulativno) [4]*

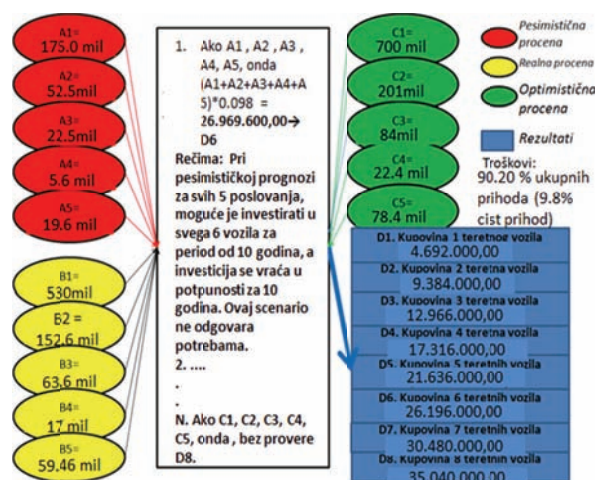
Posao – Preduzeće	Pesimistična prognoza prihoda [miliona din/10 god]	Realna prognoza prihoda [miliona din/10 god]	Optimistična prognoza [miliona din/10 god]
1. „Teko Mining“ Transport kamena	175,0	530,0	700,0
2. „Teko Mining Bgd“ Transport tucanika	52,5	152,6	201,0
3. „Beton plus“ Transport kamena	22,5	63,6	84,0
4. „Enmon“ Transport tucanika	5,6	17,0	22,4
5. „Mitsides point“ Transport brašna	19,6	59,4	78,4
Ukupni prihodi za 10 godina	275,7	822,6	1085,8

4.1 Postupak formiranja fuzzy modela

Postupak formiranja fuzzy modela je sledeći:

1. Biće formirana tri skupa uslova iz kojih će biti izveden jedan skup zaključaka.
2. Skupovi uslova biće označeni sa A, B, i C, za pesimističku, realističku i optimističku prognozu, respektivno, i ti skupovi će sadržati po pet elemenata, za svaku od vrednosti prihoda od poslovanja.
3. Fuzzy skup D će se odnositi na skup zaključaka, odnosno koliko kupiti teretnih vozila, i kojeg tipa.
4. Da bi se formirao ovaj skup, potrebno je napraviti 8 grupa, odnosno slučajeve kada se kupuje 1,2,3,... ili 8 vozila.
5. Svaka od ovih grupa će dobiti jednu kombinaciju izvedenu iz 3 uslova, a to znači da će od budućeg poslovanja direktno zavisiti broj vozila koja će se kupovati godišnje.

Na Slici 4 je šematski prikazan dobijeni fuzzy model.



Slika 4. Prikaz fuzzy modela za investiranje

U datom modelu, jasno je da su fuzzy brojevi organizovani u tri fuzzy skupa, a da su fuzzy pravila organizovana u okviru segmenta obrade. Pravilo je da, npr:

“Ako je zbir bilo kojih 5 fuzzy brojeva, različitog indeksa (Brojevi 1,2,3,4,5 predstavljaju indekse) jednako ili veće od 30,48 mil. Din, a manje od 35,04 mil. Din, odnosno ako su prognoze da će prihod preduzeća u narednoj godini biti u navedenom opsegu, onda će se odabrati opcija D7, odnosno kupovina 7 vozila. Prema tome, ako je čist prihod za određen period posmatranja (1-10 godina) u ovom intervalu,

$$30.480.000,00 \leq x < 35.040.000 \Rightarrow D7$$

Kupiće se 7 vozila.

Ovaj navedeni model je primenljiv za svaki period posmatranja, ali se, ako recimo hoćemo da posmatramo kraći period, od 5 godina, mora napraviti novi model u kojem figurišu nove brojke, odnosno prihodi i troškovi.

5. ZAKLJUČAK

Investiranje u obnovu voznog parka predstavlja složen proces, pri čemu se u obzir uzimaju različiti aspekti. Veoma je važno odabrati vozila u skladu sa budućim prihodima, da se ne bi došlo u situaciju da preduzeće u budućnosti posluje sa gubitkom.

Unapređenje voznog parka u slučaju MAN teretnih vozila je bilo prilično jednostavno jer je u pitanju praktično bila smena serije vozila, odnosno smena vozila iz serije TGA novijim i sofisticiranijim vozilima iz serije TGX.

Pored procene okvirne cene investicije, procenjena su i tri moguća ishoda u smislu obima robe koja će se transportovati: pesimistička prognoza, realistička prognoza i optimistička prognoza.

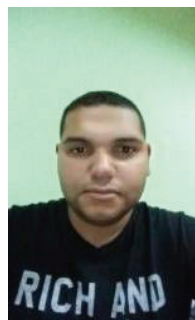
Za sve tri prognoze izvršene su procene prihoda, kao i period povratka investicije. U sva tri slučaja rezultati su bili prihvatljivi, i zaključak je da se vozni park treba obnavljati bez obzira na to koja će se prognoza obistiniti, jer je veoma važno da se emisijoni standardi prate usled najave podizanja minimalnog emisijonog standarda u EU sa EURO 3 na EURO 5 u naredne 3 godine.

To bi značilo da velika većina transportnih sredstava u Srbiji ne ispunjava uslove i da mora biti zamenjena, i da bi se izbegli problemi vezani sa tim, potrebno je što pre prilagoditi vozni park uslovima na transportnom tržištu Evrope, a posebno EU regiona.

6. LITERATURA

- [1] “Tehnologija drumskog saobraćaja”, Pavle Gladović, FTN Novi Sad, 2013.
- [2] “Osnovi Investicija”, [Alan Dž. Markus](#), DATA STATUS, 2009.
- [3] “Fuzzy Modeling: Principles and Methodology”, Pedrycz and Gomide, FSE 2007
- [4] Dokumentacija i podaci dobijeni iz preduzeća Agro - Hemik

Kratka biografija:



Igor Vasiljković rođen u Gornjem Milanovcu 1991 godine. Master rad na fakultetu tehničkih nauka iz oblasti saobraćaja – Modeliranje u saobraćaju i transportu odbranio je 2015 godine.

UTICAJ PEŠAKA NA ODVIJANJE SAOBRAĆAJA NA TROKRAKIM PRIORITETNIM RASKRSNICAMA**THE INFLUENCE OF A PEDESTRIANS ON THE TRAFFIC AT THE THREE-WAY INTERSECTION**

Nikola Šarac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj: U okviru rada izvršena je analiza tokova vozila i tokova pešaka na dve trokrake nesignalisane raskrsnice. Na osnovu toga utvrđena je zavisnost između protoka vozila, protoka pešaka i broja zaustavljanja vozila, radi propuštanja pešaka. Ustanovljene su regresione jednačine pomoću kojih se može predvideti broj zaustavljanja vozila za različite uslove saobraćaja na raskrsnicama sličnog tipa, odnosi se na glavni pravac trokrakih raskrsnica. Pored ovoga utvrđeno je i prosečno vreme čekanja vozila pa se mogu izračunati i prosečni vremenski gubici. Utvrđena je i srednja brzina kretanja pešaka.

Ključne reči: nesignalisane raskrsnice, pešaci, kapacitet, nivo usluge

Abstract: In this paper is analyzed the flow of vehicles and pedestrians at two Three-way unsignalized intersections. Based on that, the relation between vehicle flow, pedestrian flow and the number of vehicle stops is established. Vehicle stop is caused by pedestrians which cross the road on crosswalk. Regression equations were found and by using this equations number of vehicle stops can be predicted, for different traffic conditions at the similar type of intersections. It can be used just for main direction. In addition, it was found and average waiting time for vehicles so it can be calculate the average time losses. Also it was found and average pedestrian speed.

Key words: Unsignalized intersection, pedestrian, capacity, level of service

1. UVOD

Da bi se saobraćaj kakav danas poznajemo mogao odvijati potrebno je napraviti odgovarajući saobraćajni sistem što je nemoguće ukoliko se ne vrše saobraćajne analize. U ovom radu analiziraće se saobraćaj koji se odvija na trokrakim prioritetnim (nesignalisanim) raskrsnicama, a to su raskrsnice kod kojih se saobraćaj reguliše saobraćajnim znacima prioriteta i koje imaju jedan glavni i jedan sporedni pravac. Ovakve raskrsnice se na engleskom govornom području zovu Two-way STOP- Controlled – (TWSC). Vozila koja se kreću pravo i desno na glavnom pravcu nemaju ometanja prilikom prolaska kroz raskrsnicu, pa su njihovi ukupni gubici jednaki nuli.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović.

Međutim na raskrsnicama na kojima pešaci imaju prednost u odnosu na motorna vozila, javljaju se vremenski gubici kao posledica čekanja vozila radi propuštanja pešaka.

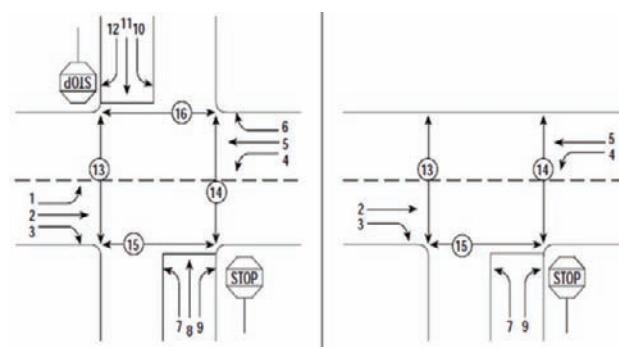
Predmet ovog rada su situacije u kojim se vozila koja vrše manevre prvog ranga zaustavljaju radi propuštanja pešaka, kao i njihov uticaj na kapacitet i nivo usluge nesignalisanih raskrsnica. Cilj rada je da se utvrdi da li se, i uolikoj meri, vozila na tokovima prvog ranga zaustavljaju radi propuštanja pešake, kao i da se definiše postupak za istraživanje i analizu ovakvih pojava na nesignalisanim raskrsnicama.

2. PRORAČUN KAPACITETA PRIORITETNIH RASKRSNICA

Tipična konfiguracija prioritetnih raskrsnica je raskrsnica sa četiri prilaza gde je jedna pravac glavni, a drugi sporedni. Na sporednim pravcima, saobraćaj je regulisan znacima „STOP“ (Znak II-2) [1] ili „Ustupanje prvenstva prolaza“ (Znak II-1) [1]. Drugi tipičan oblik raskrsnice je trokraka raskrsnica tzv. T-raskrsnica. Ovdje takođe imamo jedna pravac glavni i jedan sporedni krak. Analiza kapaciteta prioritetnih raskrsnica zahteva jasan opis i razumevanje interakcije između vozača na glavnom prilazu i na kontrolisanom prilazu odnosno sporednom. Za potrebe proračuna kapaciteta nesignalisanih raskrsnica razvijeni su empirijski modeli koji se prvenstveno oslanjaju na rezultate merenja na terenu na prioritetnim raskrsnicama u SAD a, koji je za evropske uslove prilagođen u Nemačkoj [3].

Četvorokraka raskrsnica

Trokraka raskrsnica



Slika 1. Numeracija manevara na prioritetnim raskrsnicama po HCM-2000

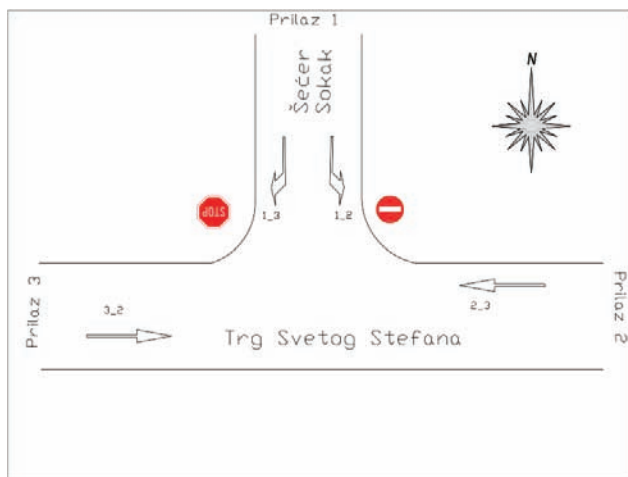
U tokove prvog ranga, za vozila spadaju kretanja pod brojem 2,3,5 (odnosi se na trokraku raskrsnicu).

3. IZBOR LOKACIJA NA KOJIMA JE VRŠENA ANALIZA

Lokacije na kojima je vršeno istraživanje izabrane su pre svega zbog svojih geometrijskih karakteristika kao i zbog načina regulisanja saobraćaja, obima saobraćaja i lokacije u gradu. Radi se o dve trokrake prioritetne raskrsnice u centralnoj gradskoj zoni sa izraženim pešačkim saobraćajem. Raskrsnice se nalaze na bliskoj udaljenosti u nizu, a obe raskrsnice su bile uredno obeležene saobraćajnom signalizacijom za vreme snimanja:

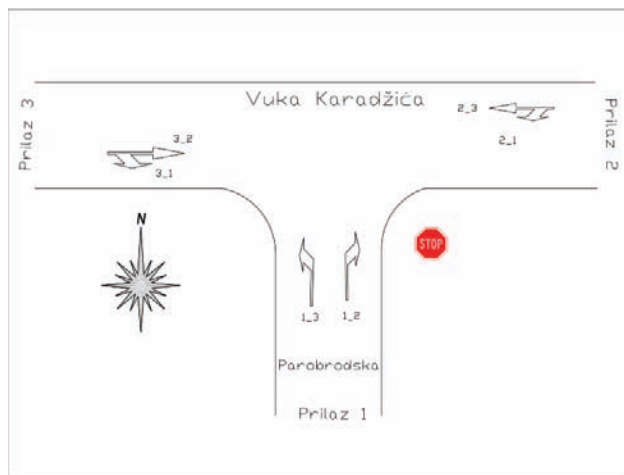
- **Raskrsnica R1:** raskrsnica ulica Šećer Sokak i Trg Svetog Stefana
- **Raskrsnica R2:** raskrsnica ulica Vuka Karadžića i Parobrodska

Raskrsnica ulice Trg Svetog Stefana i Šećer Sokak predstavlja pravilnu trokraku raskrsnicu. Ulica Trg Svetog Stefana pruža se pravcem istok - zapad i predstavlja glavni putni pravac, dok se ulica Šećer Sokak predstavlja sporedni putni pravac i pruža se pravcem sever – jug. Širina kolovoza ovih ulica je oko 8m. Sporedni pravac je jednosmerna ulica pa je sa glavnog pravca zabranjeno skretanje u nju. Ova raskrsnica se nalazi u centralnom delu Sremske Mitrovice, a područje oko ove lokacije ima poslovnu i stambenu namenu.



Slika 2. Šematski prikaz raskrsnice, ulivna grla raskrsnice i smerovi kretanja

Druga raskrsnica se nalazi u neposrednoj blizini prve i po svojim geometrijskim karakteristikama i načinu regulisanja saobraćaja je vrlo slična prvoj, ipak postoje i određene razlike. Ulica Vuka Karadžića je prioritarna ulica i pruža se pravcem istok - zapad, dok se sporedna Parobrodska ulica pruža pravcem sever – jug. Širina kolovoza ovih ulica je oko 9 m. Obe ulice imaju po dve saobraćajne trake namenjene za dvosmerno odvijanje saobraćaja. Što znači da ovde sporedna ulica nije jednosmerna kao na prvoj raskrsnici i u nju je moguće skrenuti sa glavnog putnog pravca. Na ovoj raskrsnici se pešački prelaz nalazi na dva prilaza, a ne na sva tri kao u prvom slučaju.



Slika 3. Šematski prikaz raskrsnice, ulivna grla raskrsnice i smerovi kretanja

4. ANALIZA TOKOVA VOZILA I PEŠAKA

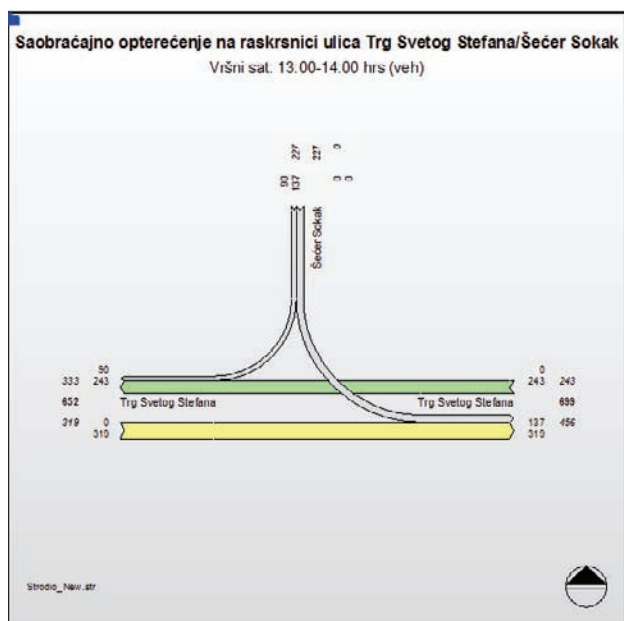
Za utvrđivanje parametara saobraćajnog toka i osobenosti saobraćajnog toka koji su bili neophodni za predmetnu analizu izvršeno je istraživanje na slučajnom uzorku prikupljenom na unapred utvrđenoj lokaciji, metodom obrade video zapisa. Snimanje je vršeno u prepodnevnom časovima od 7:00 do 9:00 časova u podne od 12:00 do 14:00 i posle podne od 15:00 do 17:00 časova. Snimanje je vršeno od 19 do 23 oktobra 2015 godine. Metod koji je primenjen u ovom radu zasnovan je na prikupljanju digitalnog video zapisa realnog saobraćajnog toka i naknadnoj obradi snimka primenom različitih softvera. Ovakav način prikupljanja i obrade podataka pokazao se kao veoma praktičan i efikasan i u drugim istraživanjima parametara saobraćajnog toka. Dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

Tabela 1. Protok vozila na R1 od 13:00 do 14:00 časova (vršni sat)

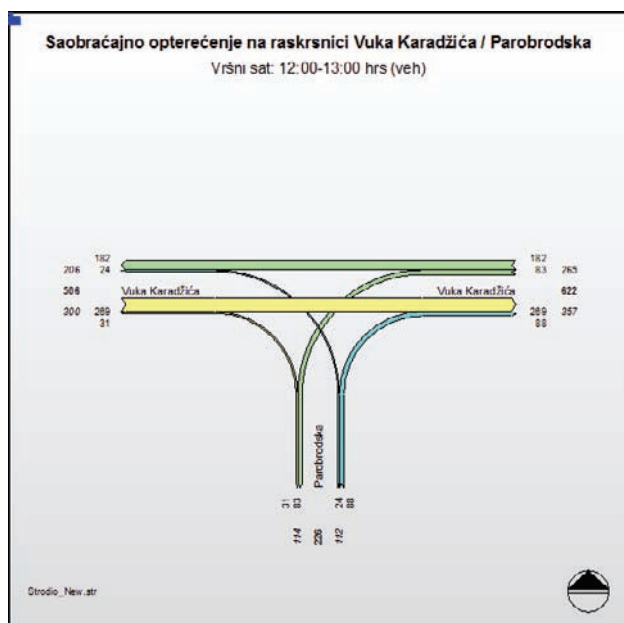
SMER	PA-voz	STV-voz	BUS-voz	BIC-voz	Σ- voz
1_2	135	0	0	2	137
1_3	84	2	0	4	90
2_3	231	0	0	12	243
3_2	294	4	1	20	319
					Σ Σ 789

Tabela 2. Protok vozila na R2 od 12:00 do 13:00 časova (vršni sat)

SMER	PA-voz	BUS-voz	STV-voz	BIC-voz	Σ-voz
1_2	87	0	1	0	88
1_3	24	0	0	0	24
2_1	81	0	2	0	83
2_3	177	0	0	5	182
3_1	30	0	1	0	31
3_2	252	0	0	17	269
					Σ Σ 677

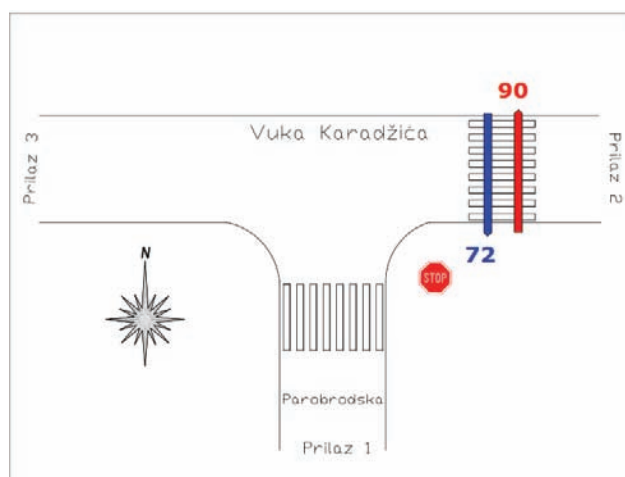


Slika 4. Prikaz saobraćajnih tokova za vršni sat na R1

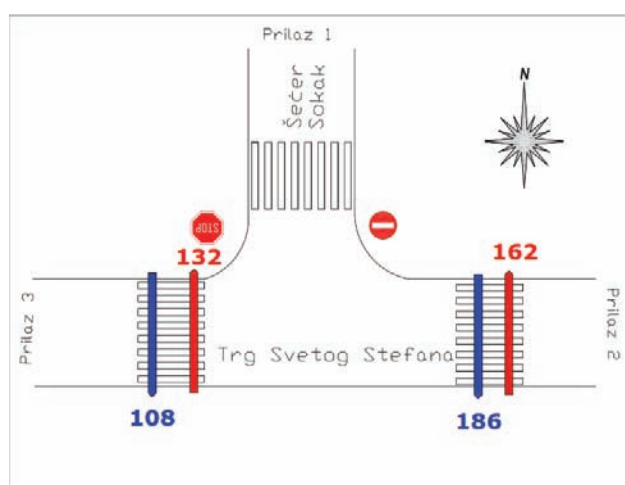


Slika 5. Prikaz saobraćajnih tokova za vršni sat na R2

U okviru ovog rada dat je samo osnovni prikaz i analiza saobraćajnih tokova i to pre svega zbog toga da bi se znalo u okviru kakvog saobraćajnog opterećenja je posmatran uticaj pešačkih tokova. Pešaci se na raskrsnici pojavljuju stohastički, različite polne i starosne strukture, i samim tim njihovo ponašanje prilikom prelaska ulice nije isto. Za potrebe ovog rada i pojedinačan prelazak kao i prelazak grupe od 5 pešaka evidentiran je kao jedan prelazak zbog podjednagog uticaja na uslove odvijanja saobraćaja, pre svega na tokove vozila. Drugim rečima prelazak grupe od 5 pešaka je u teoriji jedan prelazak, a ne 5 zasebnih prelazaka. Na slikama je strelicom i bojom označeno mesto i smer prelaska dok je brojem u odgovarajućoj boji označen broj prelazaka.



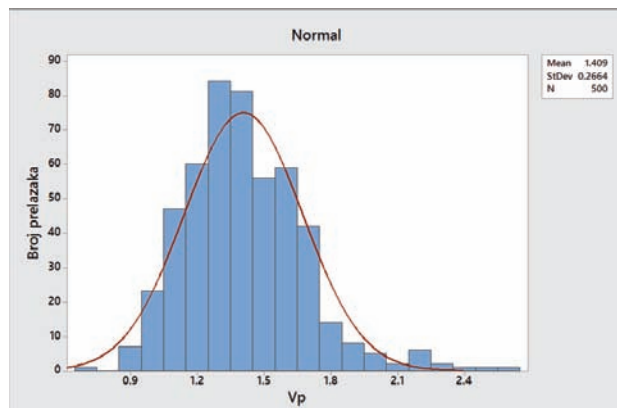
Slika 6. Intenzitet pešačkih tokova na R1 za period vršnog sata



Slika 7. Intenzitet pešačkih tokova na R2 za period vršnog sata

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Brzina pešaka zavisi od više faktora. Najveće razlike u brzinama pešaka su u pogledu starosne strukture. Može se uočiti da se radi o normalnoj raspodeli brzine pešaka, najveća zabeležena brzina je 2,63 m/s, a najmanja 0,72 m/s dok je prosečna brzina 1,409 m/s.

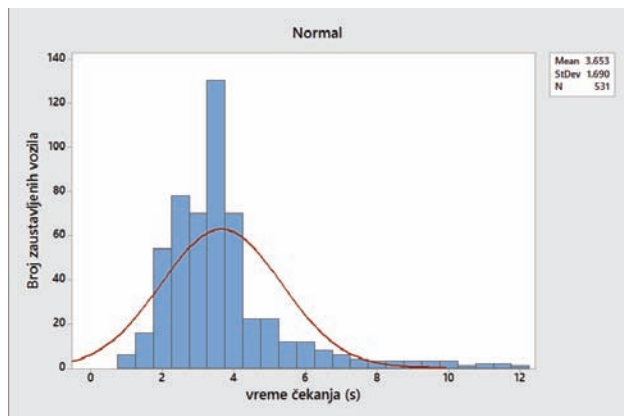


Grafik 1. Raspodela brzine pešaka

Vremena zadržavanja vozila, zbog propuštanja pešaka, imaju normalnu raspodelu.

Na uzorku od 531 zaustavljenih vozila, prosečno vreme zadržavanja je 3,65 sekundi po zaustavljenom vozilu. Standardno odstupanje iznosi 1,690.

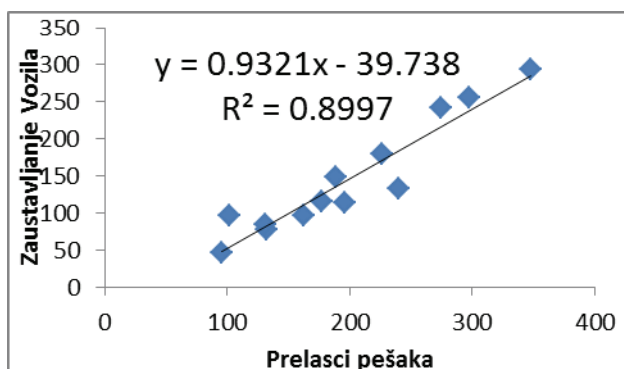
Najveće, zabeleženo vreme zadržavanja iznosilo je 12 s po zaustavljenom vozilu. Takođe najveći broj zaustavljanja je u periodu od 2-4 sekundi po zaustavljenom vozilu.



Grafik 2. Vremena čekanja vozila u redu

Broj zaustavljanja vozila zavisi od intenziteta pešačkih tokova, tj. što je veći intenzitet pešačkih tokova, može se očekivati i veći broj zaustavljanja vozila i obrnuto ukoliko nema pešačkih tokova vozila se neće zaustavljati radi propuštanja pešaka.

Isto važi i sa vozilima što je veći protok vozila to je i veći broj zaustavljanja, ako postoje bilo kakvi pešački tokovi. Drugim rečima da bi došlo do zaustavljanja moraju postojati i pešački tokovi i tokovi vozila, a od njihovog intenziteta zavisi broj zaustavljanja i vremenski gubici.



Grafik 3. Zavisnost broja zaustavljanja vozila od prelaska pešaka za ceo sat

Prilikom analize korišćeni su podaci na nivou sata zbog toga što se intenzitet saobraćajnih tokova najčešće tako prikazuje pa je i broj zaustavljenih vozila na nivou sata. Akcenat je stavljen na tokove prvog ranga pa dobijeni rezultati važe za samo ovakve tokove.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je analiziran uticaj pešačkih tokova na tokove prvog ranga na trokrakim prioritetnim raskrsnicama.

Cilj je bio da se ispita ovaj uticaj posebno na trokrakim raskrsnicama zbog različite složenosti saobraćajne situacije u odnosu na četvorokrake i druge tipove raskrsnica. Podaci koji su dobijeni za vršni sat uključeni su u analizu broja zaustavljanja vozila za konkretne raskrsnice. Dobijena je i prosečna brzina kretanja pešaka na raskrsnicama 1,409 m/s, kao i činjenica da se brzine kretanja pešaka ponašaju po normalnoj raspodeli. Ustanovljeno je i prosečno vreme zadržavanja vozila 3,65 s pa se mogu odrediti i prosečni vremenski gubici zbog propuštanja pešaka.

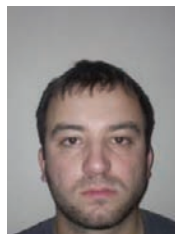
Suštinu ovog rada predstavlja regresiona analiza koja uzima u obzir zavisnost između intenziteta pešačkih tokova i broja zaustavljanja vozila. S obzirom da broj zaustavljanja vozila u toku sata zavisi i od protoka vozila može se reći da dobijene jednačine važe na trokrakim prioritetnim raskrsnicama na kojima se protoci vozila kreću u rasponu od 500 do 800 voz/h.

Ovakvo saobraćajno opterećenje predstavlja idealne uslove za primenu dobijenih regresionih jednačina. Ako se uzme u obzir dobar stepen korelacije koji je dobijen može se tvrditi da se dobijene jednačine mogu adekvatno primenjivati i na raskrsnicama gde saobraćajno opterećenje prelazi 800 voz/h. Dobijeni rezultati mogu se koristiti na trokrakim prioritetnim raskrsnicama na kojima ne postoje pešački prelazi na glavnom pravcu, a planira se njihovo uvođenje, u cilju da se ustanovi broj zaustavljenih vozila koji će tako nastati i prosečni vremenski gubici.

7. LITERATURA

- [1] „Highway Capacity Manual,“ The National Academies, 2010, p. Chapter 19.
- [2] „Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji,“ (”Sl. glasnik RS”, br. 134/2014).
- [3] „Highway Capacity Manual,“ The National Academies, 2000.
- [4] Lj. Kuzović, „Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica,“ Beograd, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2000.
- [5] „Highway Capacity Manual,“ The National Academies, 1994.
- [6] T. Đorđević / B. Vuk, Kapacitet putnih i uličnih ukrštanja prioritetne raskrsnice (novi koncept), Novi Sad: Fakultet Tehničkih Nauka, 2002.
- [7] Lj. Kuzović / V. Bogdanović, „Teorija saobraćajnog toka,“ Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2010.

Kratka biografija:



Nikola Šarac rođen je 01.04.1991 godine, osnovnu i srednju školu završio je u Sremskoj Mitrovici. Diplomirao je 2014 godine na Fakultetu tehničkih nauka, a master rad odbranio je 2016 godine na istom fakultetu iz oblasti planiranje, regulisanje i bezbednost saobraćaja.

**MODELOVANJE RADA SERVISA ODELJENJA ZA ODRŽAVANJE VOZILA
MINISTARSTVA UNUTRAŠNJIH POSLOVA REPUBLIKE SRBIJE****MODELLING OF THE SERVICE FOR VEHICLES MAINTENANCE IN MINISTRY FOR
INTERNAL AFFAIRS IN REPUBLIC OF SERBIA**Miroslav Despot, Gordan Stojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – bazu podataka čini stohastički potok od 5872 vozila odabranog servisa u 2014 godini. U ovom toku vozila su ustanovljene dve grupe. Prva, kojoj se servis obavlja efikasno, u istom danu prijem i otprema vozila. Ova grupa vozila ima izrazite Markovske tokove. Drugu grupu čini koja se u servisu zadržavaju duže od 1 dana i oni čine manje od 5% toka vozila. Ova grupa izaziva više od 70% vremenskih rashoda. Detaljna analiza ukazuje da su operativna mesta dobro projektovana i da mesta opsluge efikasno obavljaju zadatke. Kritična tačka servisa je logistika nabavke i magacinskog poslovanja.

Abstract – database is made from stochastic stream of 5872 vehicles in 2014. Vehicles are divided in two groups. First, where service is performed efficiently, the same day of vehicles receipt and dispatch. This group of vehicles has significant Markov flows. The second group (242 vehicles) seems to be in service for longer than 1 day, and they make up less than 5% of the vehicle flow. This group causes more than 70% of the time expenditure. Detailed analysis indicates that the operational positions well designed and customer service efficiently perform tasks. Critical point of service's is logistics of purchase and warehouse operations.

Ključne reči: auto servis, opsluga, modelovanje

1. UVOD

Sistemi masovnog opsluživanja predstavljaju efikasan matematički aparat za optimizaciju masovnih stohastičkih procesa. Potoci koji se javljaju u saobraćaju (dominantno na putevima) su izrazito stohastičke prirode, uobičajeno Puasonovi potoci. U skladu sa ovom činjenicom, većina tokova koja se javlja na pretovarnim mestima, naplatnim rampama, ili drugim sistemima opsluge takođe ima karakteristike Puasonovog toka. Ova činjenica je značajna zbog analitičkog aparata sistema masovnog opsluživanja koji mogu da obrađuju isključivo Markovske sisteme (sa eksponencijalno raspodeljenim vremenom između nailazaka klijenata). Ako ovaj uslov izostane, direktno rešenje ne postoji i mora se vršiti proračun simulacijom.

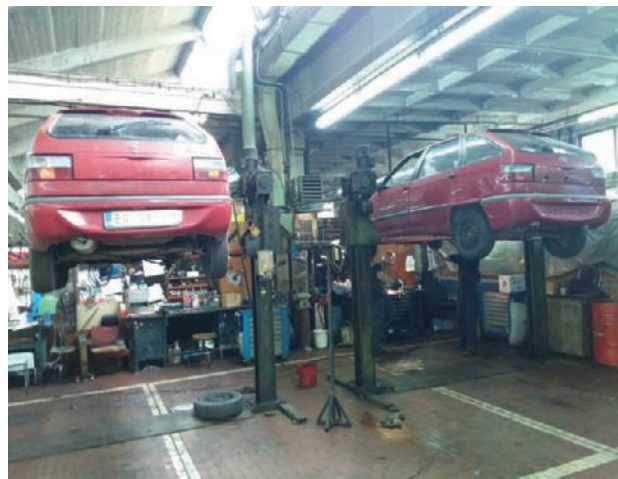
U ovom radu, objekat modelovanja jeste servis Odeljenja za održavanje vozila MUP-a RS. U skladu sa osnovnom doktrinom sistema MUP-a, a to je pouzdan i brz servis vozila koji obezbeđuje visoku raspoloživost i operativnost

vozila, predmetni servis ima dovoljan broj kanala opsluge, i vreme čekanja na opslugu je zanemarljivo.

Ulazni potok klijenata je verifikovan kao Puasonov, a vremena opsluge (servisa vozila) su kategorisana po vrstama opravki i dominantno su eksponencijalno raspodeljeni. U servisu se odvijaju Markovski procesi.

2. OPIS SERVISA

Odeljenje za Održavanje i eksploataciju vozila MUP-a Republike Srbije nalazi se na Novom Beogradu, u ulici Omladinskih brigada br. 31. U sklopu Odeljenja nalazi se parking plac za parkiranje vozila koja nisu trenutno u eksploataciji, i za vozila koja su izašla iz servisa (popravljenih vozila). Auto – servis raspolaže sa velikim kapacitetima (17 kanalskih dizalica i 15 mesta za rad za koja nisu potrebne dizalice), i opslužuje samo vozila Ministarstva. U radionici se uglavnom otklanjaju sitnije popravke (redovni i veliki servisi [1], popravka kočionih sistema, popravke donjeg postroja vozila, prenosnih pogonskih sistema i td.) dok se veće popravke, naročito na vozilima skupljih brendova, vrše u eksternim specijalizovanim i ovlašćenim servisima.



Slika 1. Dvostubne dizalice za mehaničarske radove

Servis raspolaže sa dovoljnim brojem radnika, ali je veliki nedostatak to što servis ne raspolaže sa kvalitetnim i specijalizovanim alatom, kao i savremenim dijagnostičkim uređajima.

U sastavu servisa se nalazi magacin rezervnih delova i opreme, kojem takođe nedostaje kvalitetna informatička oprema koja bi u znatnoj meri olakšala i ubrzala rad celokupnog auto – servisa.

NAPOMENA:

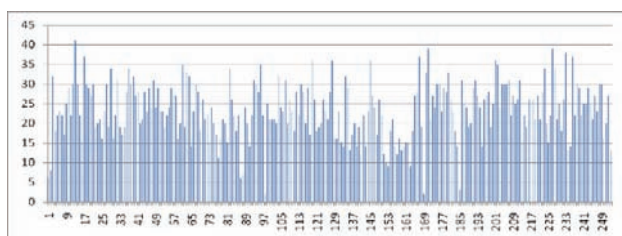
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Gordan Stojić, vanredni profesor.



Slika 2. Kanali opsluge za električarske radove

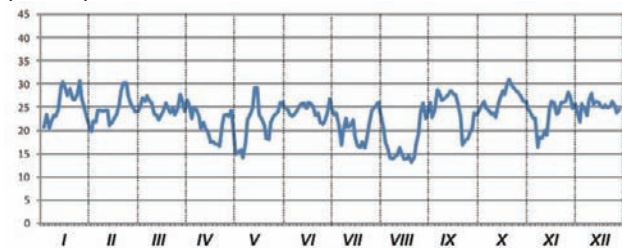
3. ANALIZA ULAZNIH I IZLAZNIH TOKOVA U SERVIS

U 253 radna dana 2014 godine (izuzeti su vikendi i praznici i uvedene neke radne subote), ustanovljen je tok od 5872 vozila u servis. Tok vozila po radnim danima je prikazan na slici 3. Uočavamo velike varijacije u toku vozila (od minimalnih 3 do maksimalnih 41).



Slika 3. Tok vozila u servis, 2014 godina

Radi jasnijeg uočavanja potoka klijenata, formiran je grafik vremenskih serija V-dnevnih pokretnih sredina (slika 4).



Slika 4. Petodnevne pokretne sredine broja opravki automobila u servisu

Srednja vrednost trajanja servisa je 23.09 minuta a varijansa 21.43 minut. Matematičko očekivanje i varijansa slučajne promenljive su identične i iznose λ . Kako je matematičko očekivanje približno jednako varijansi dolaznog potoka vozila, imamo osnova da testiramo hipotezu Puasonove raspodele ulaznog potoka vozila. Kao i u velikom broju slučajeva u saobraćajnim procesima, hipoteza je potvrđena sa pragom značajnosti većim od 0.05 (χ^2 test, $p=0.1452$). Ulazni potok klijenata je Puasonov potok, $\lambda=23.09$

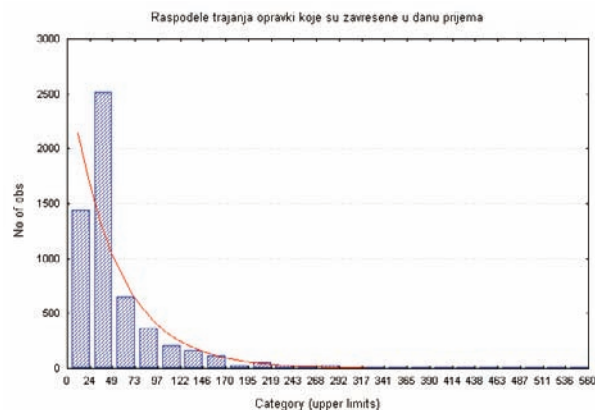
$$P(X = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad (1)$$

Po teoremi Palme, ako je potok klijenata Puasonov, vreme između nailaska dva klijenta mora biti eksponencijalno [2]:

$$f(t; \lambda) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t}, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases} \quad (2)$$

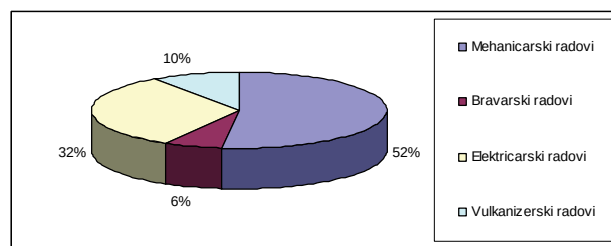
Po dolasku vozila u servis, neophodno je izvršiti njihov prijem i raspodelu. Srednje vreme prijema iznosi 8.02 minuta po vozilu, a standardna devijacija 9.85 minuta po vozilu. Bliske vrednosti matematičkog očekivanja i standardne devijacije nas ponovo upućuju na eksponencijalnu raspodelu vremena pristupa vozila u servis.

Srednje vreme trajanja opravki svih vozila je iznosilo 169.22 minuta a standardna devijacija 664.64 minuta. Neuobičajeno, daleko veća vrednost standardne devijacije nas upućuje na postojanje karakterističnih uslova odvijanja procesa servisa. Uočavamo da postoje dve osnovne grupe vozila na aktivnostima servisa i opravki. Prvu grupu čine vozila koji su u danu prijema završili sve aktivnosti u servisu, sa srednjim vremenom trajanja aktivnosti od 50.78 minuta, i standardnom devijacijom od 48.34 minuta. U 2014 godini 5630 vozila je otpremljeno sa izvršenim servisom u danu prijema. Ovih 5630 vozila je u 2014 godini realizovalo vreme servisa od 285891.4 minuta sto iznosi 198.53 vozila–dana. Po raspodeli vremena (slika 5) zaključujemo da je preko 75% vozila realizovalo vreme servisa ispod 60 minuta (1h).



Slika 5. Raspodela vremena aktivnosti na servisu vozila kojima se servis završava u danu prijema

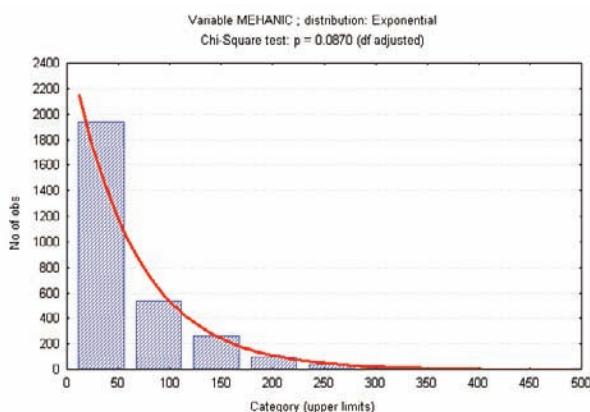
Radovi koje se obavljaju na vozilima su klasifikovani u mehaničarske, bravarske, električarske i vulkanizerske. Njihova raspodela u ukupnom obimu radova prikazana je na slici 6.



Slika 6. Raspodela radova u servisu

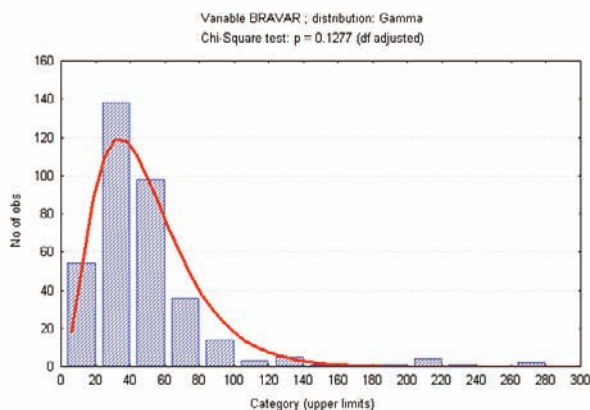
Za mehaničarske radove (2926 vozila) je ustanovljena srednja vrednost trajanja servisa od 63.40 minuta i standardna devijacija od 59.11 minuta. Trajanje

mehaničarskih radova je signifikantno eksponencijalno (slika 7.)

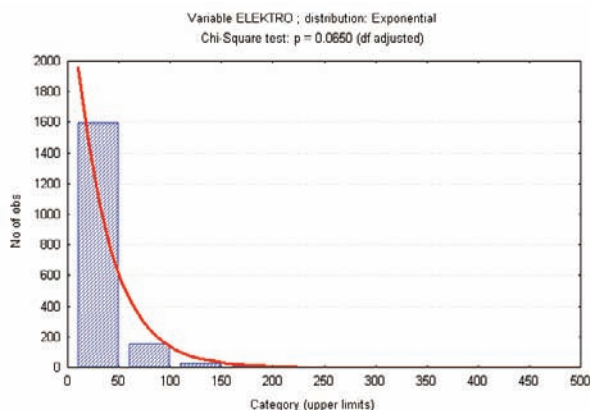


Slika 7. Verifikacija vremena trajanja mehanicarskih radova na opravi vozila grupe I, signifikantna eksponencijalna raspodela $p=0.0870$

Za bravarske radove (357 vozila) je ustanovljena srednja vrednost trajanja servisa od 49.27 minuta i standardna devijacija od 35.83 minuta. Trajanje bravarskih radova nije eksponencijalno raspodeljeno (slika 8.). Ustanovljena je Gama raspodela trajanja bravarskih radova



Slika 8. Verifikacija vremena trajanja mehaničarskih radova na opravi vozila grupe II, signifikantna Gamma raspodela $p=0.1277$



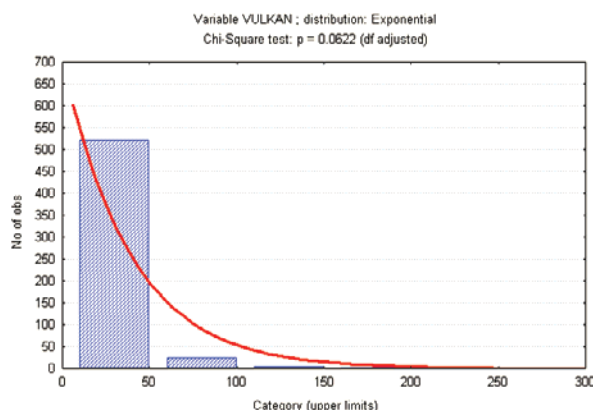
Slika 9. Verifikacija vremena trajanja Elektricarskih radova na opravi vozila grupe III, signifikantna eksponencijalna raspodela $p=0.0650$

Za električarske radove (1796 vozila) je ustanovljena srednja vrednost trajanja servisa od 33.71 minut i standardna devijacija od 27.32 minuta.

Trajanje električarskih radova je signifikantno eksponencijalno (slika 9.)

Za vulkanizerske radove (551 vozilo) je ustanovljena srednja vrednost trajanja servisa od 38.92 minuta i standardna devijacija od 33.30 minuta.

Trajanje vulkanizerskih radova je signifikantno eksponencijalno (slika 10.)



Slika 10. Verifikacija vremena trajanja vulkanizerskih radova na opravi vozila grupe IV, signifikantna eksponencijalna raspodela $p=0.0622$

Treba kostatovati da su za vozila koja se primaju i otpremaju u istom danu, ulazni potoci Puasonovi a vreme trajanja opsluge dominantno eksponencijalno (sem bravarskih radova koji se mogu zanemariti jer čine svega 6% toka).

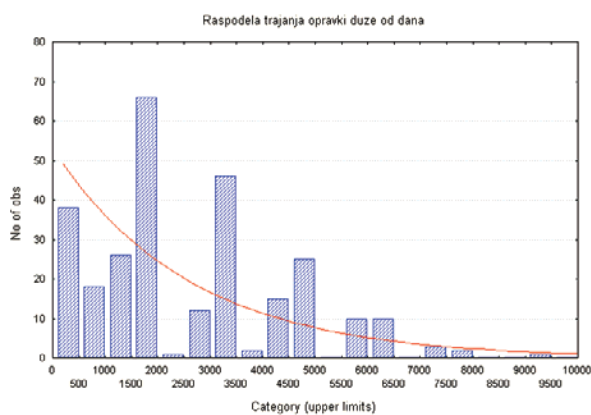
Ukupno, za najveći broj vozila u servisu opravke se realizuju po Markovskom procesu. Svi potrebni sistemi optimizacije se mogu dobiti na osnovu proračuna klasičnim sistemima masovnog opsluživanja.

Vozila koja nisu završili sve aktivnosti u servisu u danu prijema. Razlozi su najcesce kompleksnost potrebne opravke i nabavka rezervnih delova. Srednje vreme trajanja aktivnosti u ovoj karakteristicnoj grupi je 2584.65 minuta (1.79 dana) i standardnom devijacijom od 1818.285 minuta.

U toku 2014 godine evidentirano je 272 vozila za kojima servis nije završen u danu prijema. Ovih 272 vozila su realizovali vreme servisa 703024.8 minuta ili 488.21 vozila dana (1.33 auto godine).

Na slici 11. su uočljivi radni i dnevni ciklusi servisa sa zanemarljiv brojem servisiranih vozila u karakteristicnim intervalima (od 2000 do 2500 min, od 3500 do 4000 min., od 5000 do 5500 minuta, itd.).

Ovih 4.6% vozila realizuju 71.09% vremenskih gubitaka a servisu, i oni predstavljaju kritičnu grupu vozila na servisu!



Slika 11. Raspodela vremena trajanja servisa za vozila koja se zadržavaju u servisu više od 1 dana

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu uobičajenog protokola istraživanja, primarno je ustanovljena visoka homogenost tokova vozila u servis, sa signifikantnim Puasonovim tokom. Međutim, objedinjeni tok opsluženih vozila ima izrazite karakteristike heterogenog toka. Posle diferencijacije tokova, ustanovljene su dve grupe opsluženih vozila.

U prvu grupu spadaju vozila sa dominantno eksponencijalnim vremenom opsluge, zanemarljivog vremena čekanja na opslugu koje se izražava administrativnim vremenom prijema (što je i obavezan deo servisnog vremena a ne vremena čekanja na servis). U okviru ove grupe koju čini preko 95% vozila, servis se može smatrati izuzetno efikasnim (oko sat vremena opsluge) u organizacionom smislu, i za operativno osoblje koje servis obavlja može se konstatovati da su većim delom visoko kvalifikovani, uz blaže primetan nedostatak kvalitetnog alata i opreme.

Međutim, druga grupa vozila koja čini manje od 5% toka, relizuje izuzetno dugo vreme zadržavanja od preko 43 sata (skoro 43 puta veće vreme zadržavanja vozila nego u prvoj grupi!). Razlog ovog zadržavanja nije ustanovljen u sistemu opsluge servisa ili radnog osoblja. Karakteristični nedostaci su ustanovljeni u sistemu nabavke rezervnih delova i magacinskog poslovanja. Navedeni efikasan sistem je izuzetno osetljiv na nedostatke uobičajenih i karakterističnih rezervnih delova, čija nabavka u slučaju nedostatka izuzetno dugo traje. Vreme zadržavanja vozila druge grupe je dominantno struktuirano iz administrativnog vremena potrebnog za pokretanje i finalizaciju nabavke nedostajućih rezervnih delova.

5. LITERATURA

- [1] Vladimir Papić, Sistemi za održavanje vozila, Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd, skripta
- [2] Svetozar Vukadinović, Sistemi masovnog opsluživanja, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.

Kratka biografija:

Miroslav Despot je rođen 25. 04. 1962. godine u Ključu, BIH. Diplomirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu (I stepen), nastavio studije školske 2011/2012. godine (bechelor) na Departmanu za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu i diplomirao 2014. godine. Zaposlen u MUP-u RS na poslovima održavanja i eksploatacije motornih vozila

Gordan Stojić je rođen 18. 02. 1971. Godine u Kumanovu, RM. Diplomirao i magistrirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, a doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА РАСКРСНИЦЕ БУЛ. ЦАРА ЛАЗАРА, УЛ. С. МУСИЋА, ДР ЗОРАНА ЂИНЂИЋА И КЕЈА ЖРТАВА РАЦИЈЕ У НОВОМ САДУ**EVALUATION OF SOLUTION PROPOSALS FOR BOULEVARD CARA LAZARA, S. MUSICA, PHD ZORAN DJINDJIC AND KEJ ZRTAVA RACIJE STREET IN NOVI SAD**

Данило Скочајић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У овом раду извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници улица Булевар Цара Лазара, Стевана Мусића, др Зорана Ђинђића и Кеј жртва рације у Новом Саду. Након извршене анализе постојећег стања, у циљу побољшања нивоа услуге дат је предлог различитих варијантних решења у складу са просторним могућностима локације. У циљу избора оптималног решења извршено је функционално и економско вредновање према стандардним инжењерским поступцима у овој области.

Abstract – This paper presents traffic condition analyses at the crossroads of streets Boulevard Cara Lazara, Stevana Musica, Phd Yoran Djindjic and Kej zrtava racije in Novi Sad. After the analyses, in order to improve the level of service, the proposition of different solutions is given according to the possibilities of given locality. In order to select the optimal solution has been functionally and economically amounts under standard engineering procedures in this area.

Кључне речи: анализа саобраћаја, раскрсница, предлози решења, вредновање пројеката

Key words: traffic analyses, intersections suggestions solutions, project evaluation

1. УВОД

Свака држава, регија или град тежи ка томе да оствари што бољу саобраћајну приступачност. Саобраћајни систем је један од најбитнијих система сваке државе јер без њега ни један други систем не би могао да функционише. Да би се остварио пожељан ниво одвијања саобраћаја и смањиле конфликтне ситуације морају се примењивати одређене реконструктивне, регулативне и рестриктивне мере [1]. Реконструкција постојећих раскрсница је честа појава, нарочито у већ густо изграђеним урбаним подручјима где је задржана концепција која датира из периода мање насељености. Последњих година код пројектовања раскрсница као често решење проблема се може наћи у изградњи кружних токова, односно кружних раскрсница. Бул. Цара Лазара у Новом Саду простире се од Лимана 4, односно од Булеvara Цара Душана на северу до посматране раскрснице на југу, одакле се наставља улица Кеј Жртва рације. Ова раскрсница налази се на градској магистрали, на крају Универзитетског кампуса.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Вук Богдановић.

2. ПОСТОЈЕЋИ НАЧИН РЕГУЛИСАЊА САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦИ БУЛЕВАРА ЦАРА ЛАЗАРА И УЛИЦА СТЕВАНА МУСИЋА, УЛИЦЕ ДР ЗОРАНА ЂИНЂИЋА И КЕЈА ЖРТАВА РАЦИЈЕ

Раскрсница Булеvara Цара Лазара и Улица Стевана Мусића, др. Зорана Ђинђића и Кеј Жртва рације је правилна симетрична четворокрака, регулисана знацима приоритета. Улица са првенством пролаза је Булевар Цара Лазара и Кеј Жртва рације, а улице Стевана Мусића и др. Зорана Ђинђића су споредне. На Булевару Цара Лазара и на Кеју Жртва рације налазе се по две саобраћајне траке, од којих је једна резервисана за лева скретања, док на улицама Стевана Мусића и др Зорана Ђинђића постоји само једна саобраћајна трака.



Слика 1. Положај прилаза на раскрсници

Изабрана раскрсница налази се на градској магистрали, у оквиру новосадског универзитетског кампуса. У циљу анализе услова одвијања саобраћаја на раскрсници извршено је утврђивање карактеристика саобраћајног тока на основу резултата мануелног бројања које је спроведено 19.3. 2015. године од 14 h до 17 h.

3. АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА

Анализа услова одвијања саобраћаја обухватила је утврђивање интезитета и структуре саобраћајног тока, као и временске неравномерности протока у оквиру једног часа. Поред тога извршен је прорачун капацитета и утврђивање нивоа услуге прилаза и целе раскрснице. Прорачун капацитета и нивоа услуге на посматраним раскрсницама вршен је применом

методологије HCM 2000 [3]. Прорачун капацитета је вршен за поподневно вршно оптерећење које се јавља у периоду од 15:00 до 16:00 h, и које репрезентује реалне услове одвијања саобраћаја на раскрсници у току целог дана. Период од 15:00 до 16:00 h је узет за анализу јер се у том периоду, према резултатима ранијих истраживања, остварује највеће часовно саобраћајно оптерећење у току дана.

Табела 1. Приказ нивоа услуге на раскрсници 2015. године у постојећим условима одвијања саобраћаја

	Капацитет (voz/h)	Временски губици (s/voz)	Ниво услуге
Прилаз 1	1314	3,75	A
Прилаз 2	156	101,63	F
Прилаз 3	1762	3,28	A
Прилаз 4	374	13,06	C

На основу резултата датих у претходној табели долази се до закључка да су на појединим прилазима услови одвијања саобраћаја отежани. Важно је напоменути да је анализа рађена за поподневни вршни час и да се током њега на раскрсници јављају велика саобраћајна оптерећења. Када се посматрају резултати анализе капацитета за поједине прилазе, примећује се да на прилазу 2 и на прилазу 4 постоји најмањи број возила, а да је ниво услуге лошији у односу на прилазе 1 и 3. Гледано по прилазима, највећи временски губици се јављају на прилазу 2 и износе 101,63 секунду (ниво услуге F), што представља неприхватљив ниво услуге. Најбољи нивои услуге забележени су на прилазима 1 и 3, са временским губицима од само 3,75 и 3,28 секунди, респективно (ниво услуге A).

У циљу анализе потреба за променом начина регулације саобраћаја извршена је прогноза саобраћаја за циљну 2025. годину и утврђивање нивоа услуге

Табела 2. Приказ нивоа услуге на раскрсници 2025. године у постојећим условима одвијања саобраћаја

Прилаз	Ниво услуге	Година
Прилаз 1	A	2025.
Прилаз 2	F	
Прилаз 3	A	
Прилаз 4	F	

Анализом прогнозираног будућег саобраћаја, види се да ће се на споредним прилазима формирати велики редови чекања, што може изазвати проблеме на овом делу уличне мреже у вршном периоду. Из тог разлога, потребно је пронаћи оптимално решење за одвијање саобраћаја у складу са прогнозом саобраћаја за постојећу раскрсницу, трошковима градње и утицајем на животну средину.

4. ПРЕДЛОГ РЕШЕЊА

Анализом резултата капацитета и нивоа услуге за посматрану раскрсницу, утврђено је да садашња организација и одвијање саобраћаја не могу да задовоље континуалано и несметано кретање саобраћаја. Потребно је размотрити више варијанти како би се предложило решење које би одговорило захтевима за протоком у планском периоду. У оквиру рада, поред постојеће, анализиране су још две варијанте.

Прва варијанта представља сигнализану раскрсницу у оквиру постојеће геометрије раскрснице. Друга варијанта подразумева кружну раскрсницу, за чију реализацију је потребно изменити инфраструктуру, хоризонталну и вертикалну сигнализацију.

Предложена оптимална варијанта треба да задовољи захтеве за протоком и пружи боље услове одвијања саобраћаја и виши ниво услуге.

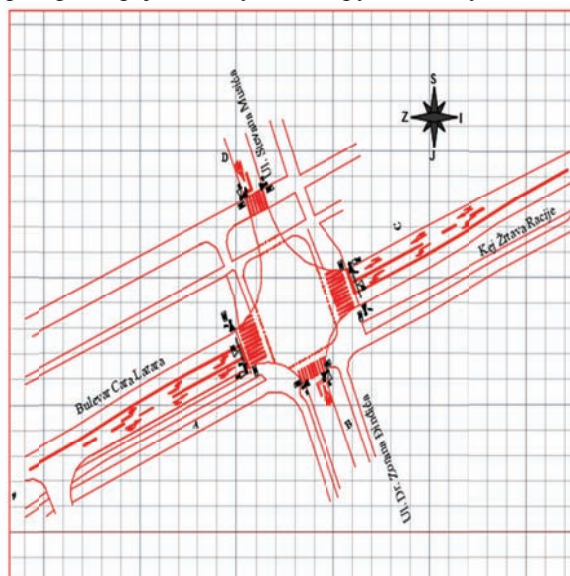
4.1. Сигналисана раскрсница

У оквиру прве варијанте постојећа раскрсница се реконструише у сигнализану раскрсницу постављањем светлосних сигнала. Капацитет сигнализане раскрснице зависи од дужине циклуса и фазне расподеле, односно од дужине трајања зеленог сигнала у свакој фази.

Укупно трајање предложеног двофазног циклуса у 2015. години износи 80 секунди, док у циљној 2025. години циклус износи 130 секунди.

У базној години 2015. година циклус је подељен тако да прва фаза траје 52 секунди, а друга фаза траје 28 секунди.

У циљној 2025. години, циклус је подељен тако да прва фаза траје 77 секунди, а друга 43 секунде.

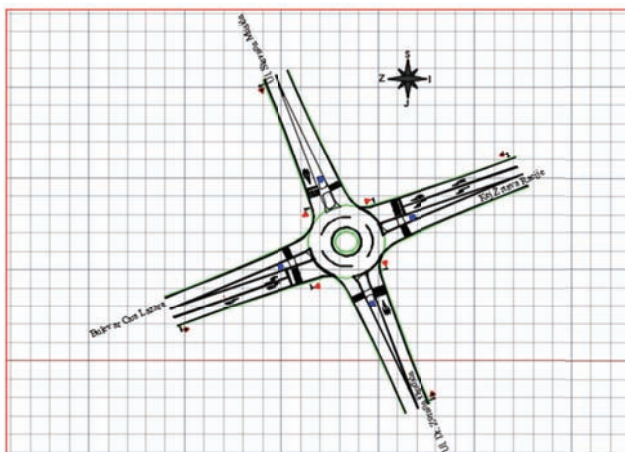


Слика 2. Сигналисана раскрсница

Посматрана варијанта, која укључује постављање светлосне сигнализације, у циљној години има укупан ниво услуге D за целу раскрсницу. Временски губици у циљној години су највећи на прилазу 3, а најмањи су на прилазу 1, са 41,13 секунди и 31,07 секунди, респективно.

Прилази	Прилаз 1	Прилаз 2	Прилаз 3	Прилаз 4	Година
Постојеће оптерећење у 2015. години					
Капацитет (воз/ч)	759	178	719	205	2015.
Времениски губици (с/воз)	16,19	26,71	20,50	27,79	
Ниво услуге	В	С	С	С	
Прогнозирано оптерећење у 2025. години					
Капацитет (воз/ч)	1199	281	1136	324	2025.
Времениски губици (с/воз)	31,07	37,68	41,13	39,92	
Ниво услуге	С	Д	Д	Д	

Варијанта два подразумева комплетну реконструкцију раскрснице, промену њене геометрије и конструисање кружног тока уместо четворокраке раскрснице. Осим реконструкције комплетне раскрснице потребно је поставити и нову хоризонталну и вертикалну сигнализацију. Кружна раскрсница је конструисана тако да на прилазима са Булевара Цара Лазара и улице Кеј Жртава рације предложене су по две саобраћајне траке, једна за возила која скрећу лево и једна за возила која се крећу право и скрећу десно. На прилазима из улица Стевана Мусића и др Зорана Ђинђића предложена је једна трака. На излазним грлима свих прилаза предложена је по једна саобраћајна трака. У зони кружења пројектоване су по две саобраћајне траке. На улазу у кружни ток налази се знак П-1., укрштање са путем са првенством пролаза”, а право првенства пролаза имају возила која се налазе у самом кружном току.



Посматрањем табеле 4. може се видети да је ниво услуге посматране раскрснице у циљној години Е, јер прилаз 1 има најмањи ниво услуге, док у базној години сви прилази имају ниво услуге А. Временски губици на овој раскрсници су много мањи него у постојећем стању и предложеној варијанти 1.

Место утврђ. капац.	Прилаз 1	Прилаз 2	Прилаз 3	Прилаз 4	Година
Постојеће оптерећење у 2015. години					
Капацитет (воз/ч)	759	178	719	205	2015.
Временски губици (с/воз)	6,7	8,41	4,21	9,77	
Ниво услуге	A	A	A	A	
Прогнозирано оптерећење у 2025. години					
Капацитет (воз/ч)	1199	281	1136	324	2025.
Временски губици (с/воз)	37,71	18,31	14,08	28,12	
Ниво услуге	E	C	B	D	

Сагледавање финансијске вредности изградње је од посебног значаја за сваки инвестициони пројекат, како сагледавање цене појединих компонената структуре, тако и сагледавање укупне цене пројекта. Свака уштеда и побољшање услова одвијања саобраћаја мора пратити и анализирати трошкове изградње и одржавања путне инфраструктуре. Анализе и инострана искуства показују да су трошкови изградње кружних и сигналисаних раскрсница приближно исти, али су трошкови одржавања кружних раскрсница неупоредиво нижи. Под појмом вредновање у управљању развојем и експлоатацијом путне мреже подразумева се процедура оцењивања и одлучивања у систему осмишљавања оптималног развоја и коришћења путне мреже, укључујући и поступке дефинисања показатеља и критеријума релевантних за оцењивање и одлучивање. Од усвојене варијанте зависе и трошкови градње. Тако за варијанту 1 (сигналисана раскрсница) трошкови се свде на постављање светлосних сигнала. У овој варијанти геометрија раскрснице је непромењена, а хоризонтална и вертикална сигнализација се не мења, само се додаје по 4 саобраћајна знака I – 20 „наилажење на семафор“ и III – 3 „пут са првенством пролаза“. Трошкови за

варијанту 1 износе 23.533 долара. У оквиру варијанте 2 (кружна раскрсница) мења се комплетна геометрија раскрснице. Осим промене геометрије у оквиру друге варијанте мења се комплетна хоризонтална и вертикална сигнализација, јер у овој варијанти постоји кружна раскрсница (начин означавања је другачији у односу на четворокраку раскрсницу), као и трошкови грађевинских и завршних радова. Укупна цена варијанте 2 износи 16.376 долара.

6. ШИРИ УТИЦАЈ САОБРАЋАЈА НА ДРУШТВО – ЖИВОТНА СРЕДИНА

Саобраћај је важан извор загађења ваздуха. Иако, сви видови саобраћаја доприносе загађењу, потребно је нагласити да друмски саобраћај свакако предњачи у томе. Последице саобраћаја по животну средину и саме људе су све више предмет истраживања и активности у циљу смањења различитих полутаната који су продукт саобраћаја. Локално загађење ваздуха од транспорта, које се дешава у непосредној близини извора загађења, је посебан проблем у градским подручјима [2].

Табела 5. Укупни трошкови

	Несигналисана раскрсница без инвестиције		Сигналисана раскрсница		Кружна раскрсница	
Година	2015.	2025.	2015.	2025.	2015.	2025.
Трошкови горива	48816	1114592	70329	340623	36123	232821
Трошкови загађења	6309	144066	9090	44027	4669	30093
Σ	55125	1258658	79419	384650	40792	262914
Трошкови градње	0	0	0	23532	0	16376
Σ	48816	1114592	70329	340623	36123	232821

6.1. Бука

Бука је непожељни звук различитих фреквенција и интензитета, неправилног и непериодичног понављања који се преноси кроз средину путем лонгитудиналних таласа сабијања и разређења ваздуха. Бука од моторних возила потиче од два најзначајнија и независна извора буке и то од мотора и од контакта додирне површине гума са површином коловоза. Трошкови буке варирају од обима саобраћаја, густине насељености, доба дана, али и од нивоа буке и удаљености објеката од извора буке.

6.2. Трошкови загушења

Саобраћајне гужве могу да имају различите утицаје на друштво: трошкови одржавања и експлоатације возила, повећање цене времена, повећавање трошкова за гориво, трошкови непружених транспортних услуга, итд. Ако везе постану загушене то ће довести до смањења брзине и резултирати мањим добитком у времену у односу на ситуацију без ограничења [2].

7. ЗАКЉУЧАК

Узимајући у обзир важност транзитног пута Бачка Паланка - Зрењанин, а коме припада и раскрсница Булевар Цара Лазара и улица др Зорана Ђинђића, Кеј Жртава Рације и улице Стевана Мусића, неопходно је донети и прилагодити техничко решење анализираних раскрсница постојећим и прогнозираним условима саобраћаја. Услови одвијања саобраћаја на овој раскрсници тренутно нису задовољавајући, јер се на прилазу 2 (улица др Зорана Ђинђића) у вршном периоду јавља ниво услуге F. Манифестација оваквог нивоа услуге су редови чекања и застоји, који се тренутно јављају само у вршним часовима, али прогнозом будућег саобраћаја и раста броја путничких аутомобила у Новом Саду проблем ће постати све израженији.

За ову раскрсницу, у дугорочном периоду постојећи начин регулисања саобраћаја не задовољава прогнозиран раст саобраћаја те је неопходно предложити решења која ће моћи одговорити прогнозираним захтевима за протоком. За решење овог проблема предложене су две варијанте. У оквиру прве варијанте предложена је семафоризација, односно увођење светлосне сигнализације постојеће раскрснице, без промене њене геометрије. Друга варијанта подразумева кружну раскрсницу, за чију реализацију је потребно променити геометрију раскрснице комплетну инфраструктуру, као и хоризонталну и вертикалну сигнализацију. Анализом трошкова утврђено је да трошкови за варијанту 1 износе 23.533 долара, а варијанте 2 износе 16.376 долара. На основу спроведених анализа може се закључити да је најоптималније и најрационалније усвојити реконструкцију постојеће несигналисане раскрснице у кружну раскрсницу.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Богдановић, В., Вредновање пројеката, приручник са предавања, Нови Сад, 2012.
- [2.] Каплановић, С, Интернализација екстерних трошкова у функцији обезбеђења одрживог развоја друмског саобраћаја, Универзитет у Београду, Економски Факултет, Београд, 2012.
- [3.] Highway Capacity Manual 2000 – HCM

Кратка биографија:



Данило Скочајић рођен је у Невесињу 1989. године. Звање дипломирани инжењер саобраћаја стекао је по завршетку основних студија на Департману за саобраћај, Факултета техничких наука у Новом Саду 2011. године.

ЛОГИСТИЧКИ ПРОЦЕСИ У ТОКОВИМА ПЛАСТИЧНЕ АМБАЛАЖЕ**LOGISTICAL PROCESSES IN THE FLOW OF PLASTIC PACKAGING**

Ђорђе Лекић, Ђурђица Стојановић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај: У раду су укратко приказане специфичности логистичких процеса у повратним токовима пластичне амбалаже. Коришћена је студија случаја предузећа „Greentech“ које се бави рециклажом ПЕТ амбалаже. Посебно је анализирана исплативост набавке возила за сопствене потребе за сакупљања и транспорта пластичне амбалаже применом "make or buy" анализе.

Кључне речи: Повратна логистика, транспорт, пластична амбалажа, студија случаја, "make or buy".

Abstract: The paper presents main characteristics of logistics processes in reverse flows of plastic ambalage. A case study of the firm "Greentech", a recycler of plastic ambalage, is briefly presented. Particular attention is given to the possible usage of own-account vehicles for collection and transport of plastic packaging, by using "make or buy" analysis.

Key words: Reverse logistics, transport, plastic packaging, case study, "make or buy".

1. УВОД

Пораст свести о све већем загађењу животне средине и бриге о одлагању отпада, довели су до развоја повратних токова. Повратним токовима искоришћених материјала бави се повратна логистика. Повратна логистика представља процес планирања, имплементације и управљања ефективним и ефикасним током сировог материјала, полупроизвода, готових производа, искоришћене амбалаже и припадајућих података, од тачке потрошње до тачке порекла – производње, са циљем повраћаја дела вредности или одговарајућег одлагања – уништавања.

Основни предмет истраживања у овом раду су карактеристике логистичких процеса у токовима отпада пластичне амбалаже и амбалаже за пиће ПЕТ-а. Усклађени логистички процеси у повратним токовима, имају велики значај за неометано и ефикасно одлагање и рециклажу пластичне амбалаже. Циљ истраживања је да се прикаже значај и специфичности логистичких процеса у токовима рециклаже ПЕТ-а, постојећи токови отпада пластичне амбалаже, дужност и права оператера који се баве прикупљањем и рециклажом ове амбалаже. У раду је као метод коришћена студија случаја, а посебна пажња посвећена је транспорту пластичне амбалаже у каналима повратних токова.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била проф. Ђурђица Стојановић.

2. ПРОШИРЕНИ ЛАНЦИ СНАБДЕВАЊА

Ланац снабдевања представља сложени систем који подразумева прецизно подешавање и усклађивање кретања робних токова у једном смеру, од снабдевача-произвођача, до купаца-потрошача. Данас ток није једносмеран, него има и повратну компоненту, тј повратну логистику која ланац чини проширеним. У оквиру проширеног ланца снабдевања повратна логистика је повезана са следећим активностима у проширеном ланцу снабдевања [1]:

1. враћање нових производа,
2. враћање неисправних производа,
3. враћање употребљених производа,
4. рециклажа материјала.

Основни логистички процеси и активности у повратним токовима су следећи [2]:

- прикупљање и транспорт производа,
- сортирање производа,
- пријем,
- паковање
- транспорт до локације за даљу обраду / прераду / одлагање,
- обнављање производа,
- редистрибуција,
- прикупљање и обрада података.

Ове послове могу извршити независни посредници, специјалне компаније за процесуирање враћених производа, провајдери логистичких услуга, комунална предузећа која прикупљају искоришћене производе и отпад и сами произвођачи.

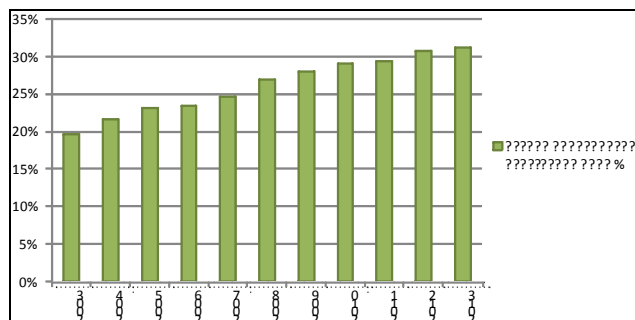
3. ПОВРАТНИ ТОКОВИ ПЛАСТИЧНЕ АМБАЛАЖЕ ЗА ПИЋЕ**3.1 Светска искуства**

Пораст производње пластичне амбалаже стварило је огромне количине одбачене пластике, која загађује животну средину. Да би се минимизирало трајно одлагање пластичне амбалаже потребно је створити услове за опцију повраћаја и рециклаже искоришћене амбалаже. Рециклажа представља опцију управљања пластичним отпадом, где се отпад прерађује у сировину која се користи за производњу истих или неких других производа.

Индустрија пића последњих година за паковање својих производа највише користи пластичну амбалажу, односно такозвани ПЕТ. Након употребе производа ПЕТ постаје отпад. Одвојеним сакупљањем и одлагањем у посебне контејнере могуће је овај отпад рециклирати и поновно употребити.

Број предузећа која се баве третманом отпада је последњих година порастао, а разлог томе је да све више људи има приступ услугама одвожења искоришћене амбалаже и значај самог појма рециклаже.

Посматрајући светска искуства, рециклажа амбалаже за пиће у Сједињеним Америчким Државама из године у годину бележи раст (Слика 3.1). У 2013. години у Америци рецилирано је 31,2% пластичне амбалаже од количине ове амбалаже на тржишту.



Слика 3.1 Процентуални приказ рециклаже пластичних боца у Северној Америци [3]

У Европској унији 1994. године уведена је Директива о амбалажи и амбалажном отпаду (94/62/ЕЕС), која је 2004. године ревидирана. Циљ ове Директиве је усклађивање националних прописа земаља чланица, за управљање амбалажом и амбалажним отпадом, како би се спречио сваки утицај на околину и на околину трећих земаља свих држава чланица једнако, како би се осигурало функционисање тржишта унутар уније и избегла забрана ометања и ограничења у трговини. По статистичким подацима о пластичном отпаду, у Европској унији у 2012. год. рециклирано је 5.4 милиона тона пластичне амбалаже односно 34,7%. Стопа за рециклажу пластичне амбалаже је порасла са 33,6% у 2011. на 34,7% у 2012. Повећана стопа рециклаже оправдава се на основу повећане одговорности произвођача амбалажа [4]. Проценат рециклаже у Унији се разликује од чланице до чланице. Изнад 30% амбалаже рециклира 19 држава. Холандија се налази на врху са 50,6% рециклаже и прате је Чешка, Словачка, Шведска и Естонија.

3.2 Логистички процеси и активности у повратним токовима пластичне амбалаже

У најширем смислу, повратни токови пластичне амбалаже за пиће обухватају све операције повратне логистике фокусиране на управљање пластичним отпадом од његовог настанка до предаје отпада на прераду или његовог одлагања. Повратни токови амбалаже за пиће могу бити затвореног или отвореног типа, односно формирати затворену или отворену петљу у проширеном ланцу снабдевања.

У затвореној петљи, амбалажа се након употребе враћа првобитним произвођачима кроз исте канале као у директним токовима, док у отвореној петљи амбалажа различитим каналима дистрибуције иде на даљу прераду или завршава на отпаду новим каналима.

Логистичке активности повратних токова искоришћене пластичне амбалаже су прикупљање, сортирање, транспорт и привремено складиштење након њене употребе.

4. УПРАВЉАЊЕ ПЛАСТИЧНИМ ОТПАДОМ У СРБИЈИ И ПОВЕЗАНИ ЛОГИСТИЧКИ ПРОЦЕСИ И СУБЈЕКТИ

У Реп. Србији не постоји организовано сакупљање, сортирање и рециклажа пластичног отпада. Просечне количине пластичног отпада је веома тешко проценити. Због недовољно развијених активности повратне логистике, фабрике за рециклажу пластике у Србији се суочавају са недостатком сировина за прераду. У 2014. години укупна количина амбалаже стављене на тржиште Србије износила је 324.408,6 тона, где 86.878,9 тона чини пластична амбалажа. Од укупне количине пласиране пластичне амбалаже, сакупљено је само 16,3% овог отпада [5].

У логистичком ланцу за прикупљање отпада јављају се субјекти који чине групу учесника или организација који се баве сакупљањем и сортирањем отпада, рециклажом пластичне амбалаже, складиштењем и транспортом. Међу учесницима се налазе и државна комунална предузећа и приватни оператори. Након настанка пластичног отпада, сви споменути субјекти присутни су у једном од четири нивоа организовања: сакупљање, сепарација и сортирање, транспорт и складиштење, и прерада (Слика 4.1). У прве три фазе примарно се реализују логистичке активности. Сваки учесник у повратном логистичком ланцу пластичне амбалаже има различите циљеве у оквиру своје улоге.



Слика 4.1 Активности у повратном логистичком ланцу пластичне амбалаже [6]

Сакупљање. Сакупљање пластичне амбалаже је активност преузимања отпада од генератора отпада и може да укључи примарно раздвајање отпада ради даљег третмана или одлагања.

Сепарација и сортирање. Сепарацију пластичног отпада, врше јавна комунална предузећа или приватна предузећа која су за то регистрована. Сакупљени пластични отпад се транспортује у трансферне станице где се врше послови сепарације и сортирања.

Транспорт отпада подразумева ангажовање возила и опреме за претовар отпада из посуда за сакупљање отпада, или утовар самих посуда са отпадом и њихов

транспорт до локације за сортирање или прераду. Транспорт сакупљеног отпада обављају јавна комунална предузећа или приватна предузећа која се баве сакупљањем и сортирањем овог отпада.

Прераду ПЕТ-а врше веће компаније које прерађују од 50 тона до неколико стотина тона месечно.

5. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

„GreenTech“ д.о.о Младеново основано је 2005. године и водећа је компанија у Србији у рециклажи амбалажног ПЕТ отпада. „GreenTech“ организује повратне токове ПЕТ амбалажа са територије целе Србије [7]. Пословање предузећа је извозно оријентисано, тако да се 90% производа извози. Токови материјала у предузећу приказани су на слици 5.1.



Слика 5.1 Логистички токови предузећа Greentech

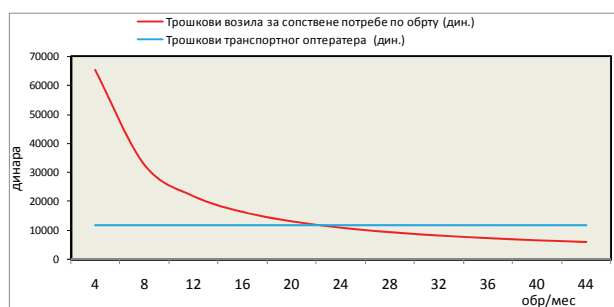
Амбалажа се транспортује из јавних комуналних предузећа и од стране индивидуалних сакупљача. Пре самог транспорта ПЕТ боце се сортирају и пресују како би се боље искористио товарни простор транспортног возила. Приликом пресовања, ПЕТ боце се у балама везују жицом или ПП траком. Једна бала, у зависности од врсте пресе за балирање, може да тежи од 50 до 200 килограма. Транспорт сакупљене, пресоване и балиране пластичне амбалаже до Greentech-а обично врше сакупљачи превозним средствима за сопствене потребе. Транспорт се обавља теретним возилима различите носивости у зависности од количине прикупљене амбалаже. „GreenTech“ не поседује развијен возни парк за сопствене потребе, већ у свом власништву поседује једно транспортно возило марке Застава носивости до 3.5 тона, које се користи за прикупљање амбалаже у Младенову и околним местима. Због повећане количине ПЕТ отпада, менаџери размишљају о куповини новог возила веће носивости и то само за транспорт на локалним релацијама. Предузеће поседује и складишни простор који чини отворена избетонирана површина површине 1400 m² која се налази испред погона за прераду. Расположиви складишни простор тренутно задовољава потребе предузећа.

Имајући у виду конкретне потребе предузећа, анализирана је оправданост коришћења камиона за потребе предузећа „GreenTech“ за превоз амбалаже у улазним токовима, посебно на релацијама са којих се и најчешће врши прикупљање ПЕТ амбалаже, а то су Београд и Нови Сад. Возило које је посматрано у анализи је камион марке **VOLVO FL240** носивости 11 тона. На основу сталних и променљивих трошкова на месечном нивоу израчунати су јединични трошкови

возила за сопствене потребе по обрту и извршено је њихово поређење у односу на трошкове спољног превозника (Слике 5.2 и 5.3).



Слика 5.2 Однос трошкова возила за сопствене потребе по броју обрта на месечном нивоу у односу на трошкове транспортног оператора на релацији Младеново- Београд



Слика 5.3 Однос трошкова возила за сопствене потребе по броју обрта на месечном нивоу у односу на трошкове транспортног оператора на релацији Младеново- Нови Сад

Свеобухватном анализом, дошло се до закључка да је за предузеће при постојећем степену рециклаже исплативо да у зонама са посматраним просечним транспортним растојањима, користи возила за сопствене потребе да би се задовољили транспортни захтеви. Због планираног повећања обима производње, „GreenTech“ би свакако требало да размотри набавку возила за сопствене потребе у блиској будућности.

6. ДИСКУСИЈА

Стање управљања пластичним отпадом у Републици Србији није задовољавајуће. И поред увођења законских оквира и других активности за унапређење постојећег стања, највећи део пластичног отпада се одлаже на депоније. Непостојање шире праксе селективног сакупљања и сортирања пластичног амбалажног отпада, доводи до недостатка сировине за прераду у предузећима која се баве рециклажом пластичног отпада. Анализом студије случаја, утврђено је да се проблем недостатка сировине огледа се пре свега у слабој организованости повратних токова, јер не постоји системски развијено и организовано сепаратно сакупљање, то јест сортирање у посебно означене контејнере.

На основу теоријских сазнања и приказане студије случаја, може се закључити да управљање искоришћеном пластичном амбалажом у пракси треба да буде засновано на интегрисаном логистичком

систему, како би укупно управљање пластичним отпадом било ефикасније. Посебно је важно да се подстакне примарна селекција пластичне амбалаже у домаћинству. Тиме би се боље искористили постојећи капацитети за рециклажу и смањили укупни логистички трошкови у повратним токовима.

При прикупљању већих количина отпада, предузећа за рециклажу би требало да изврше "make or buy" анализу, тј. да утврде да ли је боље користити транспортне капацитете за сопствене потребе и на који начин, или све препустити спољним превозницима. На примеру је показано да примена ове анализе у предузећима може значајно смањити трошкове транспорта и тиме увећати профит предузећа.

7. ЗАКЉУЧАК

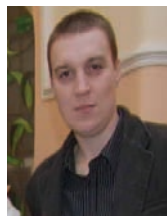
Повратни токови пластичне амбалаже решавају проблем одбачене пластике прикупљањем, сортирањем, транспортом и привременим складиштењем и рециклажом амбалаже након њене употребе. Друштво и институције би требало да схвате важност рециклаже, јер рециклирајући смањујемо потребу за коришћењем природних материјала, и негативан утицај искоришћених материјала на животну средину.

Већина идентификованих процеса у управљању отпадом спада у логистичке процесе, чиме се јасно дефинише кључни значај логистике у повратним токовима пластичне амбалаже. У посматраној студији случаја, показано је да и у самом предузећу које се бави рециклажом, могу да се постигну значајне уштеде усклађивањем логистичких процеса са потребама предузећа. У конкретном примеру, утврђено је да предузеће већу пажњу треба да посвети планирању транспортних капацитета и процеса, јер на тај начин може да оствари значајно смањење логистичких трошкова, и повећање профита у пословању.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стојановић Ђ., Скрипта са предавања: „Повратна и зелена логистика“, Факултет техничких наука, Нови Сад 2011.
- [2] Регодић, Д., *Логистика*, Универзитет Сингидунум, Београд, 2011.
- [3] NAPCOR, Report on Postconsumer PET Container Recycling Activity in 2013, 2014.
- [4] Европска асоцијација рециклера пластике и организације за поновну употребу, EPRO, http://www.epro-plasticsrecycling.org/pages/75/epron_statistics
- [5] Извештај о управљању амбалажом и амбалажним отпадом у 2014 години, Агенција за заштиту животне средине
- [6] Нешић Б., “Управљање комуналним отпадом и потенцијали за рециклажу јужне и југоистичне Србије”, Ниш, Децембар, 2010.
- [7] <http://www.greentech.rs/>

Кратка биографија:



Ђорђе Лекић рођен је у Косовској Митровици 1984. године. Дипломски – мастер рад одбранио је 2016. године на Факултету техничких наука из области Саобраћаја – Повратна и зелена логистика. Тренутно живи и ради у Смедеревској Паланци.



Ђурђица Стојановић је ванредни професор на Департману за саобраћај Факултета техничких наука, где је дипломирала, магистрирала и докторирала. Њена основна област рада и истраживања је транспортна логистика.

PARAMETRI KVALITETA OTPADNE VODE GRAFIČKE INDUSTRIJE PARAMETERS OF QUALITY OF WASTE WATER PRINTING INDUSTRY

Tatjana Ivić, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazane osnovne karakteristike otpadne vode nastale u procesu grafičke proizvodnje. Ispitivani su fizičko-hemijski parametri: pH vrednost, alkalitet i aciditet, sadržaj hlorida, sadržaj aktivnog kiseonika i ukupnih alkalija uzoraka otpadne vode. Rezultati ispitivanja pokazali su da otpadna voda nakon procesa štampe ima povišene vrednosti svih merenih parametara. Najveći uticaj na stepen zagađenja ima procenat izopropil alkohola, koji je korišćen u sredstvu za vlaženje.

Abstract – The paper presents the basic characteristics of the waste water generated in the process of graphic production. They were evaluated through physical-chemical parameters: pH value, alkalinity and acidity, chloride content, the content of active oxygen and total alkali of the waste water samples. Test results showed that the waste water, after the printing process, has elevated the value of all measured parameters. The biggest influence on the pollution level has a percentage of isopropyl alcohol, which is used in a wetting agent.

Ključne reči: Otpadna voda, monitoring, fizičko-hemijski parametri kvaliteta voda, grafička industrija

1. UVOD

Grafička industrija, iako modernija i čistija tehnologija, koja je u velikoj meri digitalizovana, primenjuje različite hemikalije u obliku boja, lakova, tenzida, rastvarača. Ukoliko se sa ovim supstancama ne rukuje propisno, one mogu postati veoma opasni kontaminanti životne i radne sredine koji dospevaju prvenstveno u vazduh radne sredine ili u površinske i podzemne vode preko industrijskih efluenta.

Štamparije u toku proizvodnje stvaraju otpad. Taj otpad se stvara kao posledica različitih procesa, kao što su izrada štamparske forme, obrada slike, štampanje i završna grafička obrada i razlikuje se zavisno od tehnike štampe.

U otpadnim vodama grafičke industrije pojavljuju se različite vrste opasnih i štetnih materija. Tip i koncentracija opasnih i štetnih materija zavisi od baznih i sekundarnih sirovina koje se koriste u tehnološkom procesu proizvodnje, hemijskih reakcija, parametara procesa, uređaja, intermedijara i finalnih proizvoda [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Kiurski, red.prof.

1.1. Fizičko-hemijski parametri vode

Pored količine vode koja je čoveku dostupna važan je i njen kvalitet. Pod kvalitetom vode se podrazumeva stanje vodenog sistema, izraženo preko fizičko-hemijskih, hemijskih i bioloških pokazatelja, kako u vodi tako i u sedimentu.

Fizičko-hemijska svojstva vode su u najvećem broju slučajeva obuhvaćena monitoring programima. Njihovom detekcijom, praćenjem promene veličine usled različitih uticaja, donose se zaključci o kvalitetu vode. Pored toga, vrednosti pojedinih parametara i njihove promene (npr. temperatura i rastvoreni kiseonik) neposredno utiču na živi svet u vodenoj sredini.

Merenjem fizičko-hemijskih parametara vode dobijaju se osnovne informacije o njenom kvalitetu. Rezultati monitoringa predstavljaju osnove za održavanje kvaliteta vode i planiranje strategije za njihovo korišćenje [2].

1.2. Parametri u monitoringu otpadnih voda

Sistem praćenja kvaliteta otpadnih voda treba da postane sastavni deo procesa proizvodnje i da se koristi kao mera efikasnosti u radu.

Kada je monitoring kvaliteta otpadnih voda uključen u sam proizvodni sistem, dobija se jasna slika o ukupnoj efikasnosti fabričkog poslovanja, i pruža pomoć pri ispunjavanju zakonskih regulativa. Monitoring program takođe obezbeđuje osnovne podatke korisne za projektovanje sistema za prečišćavanje otpadnih voda koji ispunjava regulatorne zahteve. Pored legalnosti poslovanja i sprečavanja kršenja zakonskih okvira, dobar monitoring sistem može obezbediti proveru rada procesa proizvodnje, ukazati na materijalne gubitke ili redukovati osobine procesne opreme koje rezultiraju povećanjem opterećenja otpadnih voda. Analiza tokova otpada često može ukazati na kvarove i dovesti do njihove brže korekcije.

Parametri koje treba meriti, učestalost monitoringa i vrste, metode i organizacione forme monitoringa razlikuju se u zavisnosti od delatnosti preduzeća. Merenje i monitoring se zasniva na primeni najboljih dostupnih tehnika (BAT - Best Available Techniques). Najbolje dostupne tehnike za svaku industrijsku granu su prikazane u BREF (Best Available Techniques Reference Document) dokumenti-ma. Izbor parametara koji se ispituju zavisi od procesa proizvodnje, sirovina i hemikalija koje se koriste u pogonu [3].

Opšti parametri su zajednički za sve otpadne vode, dok specifični parametri karakterišu razliku delatnosti u pogonu, odnosno preduzeću.

Cilj ovog rada je ispitivanje i prezentovanje stepena kontaminacije otpadne vode nastale nakon procesa štampe, pranjem iskorišćenih štamparskih formi u ofset tabačnoj štampi.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentom je obuhvaćeno uzorkovanje, merenje i predstavljanje vrednosti parametara: pH vrednosti, alakliteta i aciditeta, sadržaj hlorida, sadržaj aktivnog kiseonika i ukupnih alkalija otpadnih voda tri zasebna štamparska pogona. Štamparska tehnika na kojoj je bazirano istraživanje je ofset tabačna štampa, što je zajednička karakteristika ispitivanih štamparskih pogona.

Uzorci predstavljaju otpadnu vodu nakon procesa štampe, koja je nusproizvod ručnog pranja iskorišćenih štamparskih formi iz procesa štampe.

Referentni uzorak je česmenska voda, uzet u sve tri štamparije pojedinačno, i predstavlja čistu, nezaprljanu vodu.

Uredbom o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje nisu definisane vrednosti svih ispitivanih parametara otpadne vode procesa ofset štampe [4]. Određivanje stepena kontaminacije nije moguće jer ovom uredbom nisu definisani svi ispitivani parametri.

Tabela 2.1. Prikaz materijala korišćenih tokom procesa štampe

Štamparija	ŠT ₁	ŠT ₂	ŠT ₃
Štamparska boja	I-NET XL, EPPLE Druckfarben, Nemačka	SunLit Intense, Sun Chemical, Indija	Sheed Fed Ink TO140312, Toyo Ink, Japan
Sredstvo za vlaženje	izopropil alkohol BF 212, Brentagof, Nemčka – 11%	izopropil alkohol K 30 DS, Brenntag, Austrija – 5-6%	izopropil alkohol K 30 L, Brenntag, Austrija – 9-10%
	pufer acedin DH 20 10, Fujifilm, Belgija – 2,5-3,5%	pufer acedin Plano DS 4112, Fujifilm, Belgija – 3-4%	pufer acedin Plano DS 4112, Fujifilm, Belgija – 3,5%
	voda	voda	voda
Sredstvo za ručno pranje ploča	ofsetin DS Rotowash 60-1010, Fujifilm, Belgija	PC Plate multicleaner MC-E, Fujifilm, Belgija	ofsetin P21, Cinkarna Celje, Slovenija
	voda	ofsetin DS Rotowash 60-1010, Fujifilm, Belgija	sredstvo za gumiranje P12, Cinkarna Celje, Slovenija
		voda	aktivator za pranje ploča P211, Cinkarna Celje, Slovenija
			voda
Štamparska ploča	konvencionalna ofset ploča Ipagsa, Kina	Agfa termostar 970, Agfa Graphic, Italija	Agfa termostar 970, Agfa Graphic, Italija
Štamparski papir	mat kunstdruck 135g, Creator, Španija	gloss kunstdruck 200g, Fegrigoni, Italija	bio gloss 115g, Papirnica Vevče, Slovenija

2.3. Metode odredjivanja fizičko-hemijskih parametara

pH vrednost je merena pH metrom (Hanna Instruments).

Alkalitet je odredjivan volumetrijskom analizom sa hlorovodoničnom kiselinom uz indikatore fenoltalein i metiloranž.

Aciditet se određuje takođe volumetrijskom analizom uz primenu natrijum hidroksida i indikator fenoltalein.

Hloridi su odredjivani metodom po Mohr-u.

Sadržaj aktivnog kiseonika određivan je permanganometrijskom titracijom.

Ukupne alkalije određene su volumetrijski sa hlorovodoničnom kiselinom uz dodatak metiloranža kao indikatora.

2.1. Predstavljanje uzoraka

Eksperimentom su obuhvaćene tri štamparije, iz svake je uzet uzorak otpadne i česmenske vode. U cilju lakšeg prikazivanja rezultata merenja definisane su oznake uzoraka:

ŠT₁ – prva štamparija, ČV₁ – česmenska voda prve štamparije, OV₁ – otpadna voda prve štamparije, ŠT₂ – druga štamparija, ČV₂ – česmenska voda druge štamparije, OV₂ – otpadna voda druge štamparije, ŠT₃ – treća štamparija, ČV₃ – česmenska voda treće štamparije, OV₃ – otpadna voda treće štamparije.

2.2. Karakteristike štamparskih pogona

Uticaj na ispitivane parametre imaju materijali koji su korišćeni tokom procesa štampe. Radi upoređivanja rezultata predstavljeni su osnovni korišćeni materijali (tabela 2.1.).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Uzorci otpadnih voda ispitivani su standardnim analitičkim metodama. Dobijeni rezultati ispitivanja otpadnih voda iz štamparija prikazani su u tabelama 3.1 do 3.6.

Tabela 3.1. Rezultati merenja pH vrednosti ispitivanih uzoraka vode

Štamparija	Uzorci	Prosečna vrednost pH ± SD*
ŠT ₁	ČV ₁	5,9 ± 0,081
	OV ₁	2,2 ± 0,057
ŠT ₂	ČV ₂	6,3 ± 0,129
	OV ₂	6,4 ± 0,081
ŠT ₃	ČV ₃	5,4 ± 0,208
	OV ₃	2,0 ± 0,057

*SD - standardna devijacija

Tabela 3.2. Rezultati merenja alkaliteta ispitivanih uzoraka vode

Uz.	p* mg CaCO ₃ /l	m** mg CaCO ₃ /l	T** mg CaCO ₃ /l	OH ⁻ mg/l	CO ₃ ²⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l
ČV ₁	8	32	40	0	16	16
OV ₁	0	60	60	0	0	60
ČV ₂	6	14	20	0	12	2
OV ₂	0	40	40	0	0	40
ČV ₃	6	24	30	0	12	12
OV ₃	0	30	30	0	0	30

*p - p alkalitet; **m - m alkalitet; ***T - ukupni alkalitet

Tabela 3.3. Rezultati merenja aciditeta ispitivanih uzoraka vode

Štamparija	Uzorci	(V _{NaOH}) _{ff} ml	aciditet mg CaCO ₃ /l
ŠT ₁	ČV ₁	0,6	6
	OV ₁	20,8	208
ŠT ₂	ČV ₂	0,9	9
	OV ₂	3,2	32
ŠT ₃	ČV ₃	1	10
	OV ₃	43,4	434

Tabela 3.4. Rezultati merenja hlorida ispitivanih uzoraka vode

Štamparija	Uzorci	AgNO ₃ V(ml)	(Cl) c(mol/dm ³)
ŠT ₁	ČV ₁	2,2	1,23 · 10 ⁻³
	OV ₁	20	11,2 · 10 ⁻³
ŠT ₂	ČV ₂	2,7	1,52 · 10 ⁻³
	OV ₂	4	2,24 · 10 ⁻³
ŠT ₃	ČV ₃	2,9	1,63 · 10 ⁻³
	OV ₃	16	9,02 · 10 ⁻³

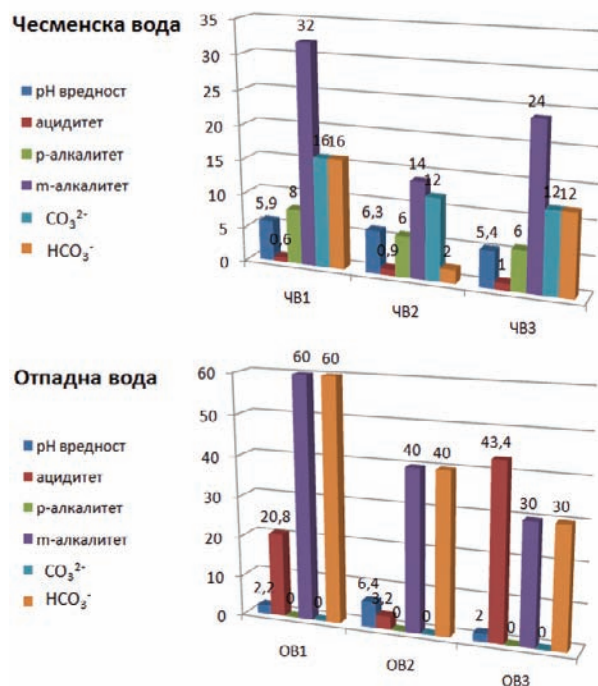
Tabela 3.5. Rezultati merenja sadržaja aktivnog kiseonika ispitivanih uzoraka vode

Štamparija	Uzorci	KMnO ₄ V(ml)	O ₂ (%)
ŠT ₁	ČV ₁	0,4	0,00064
	OV ₁	0,8	0,00128
ŠT ₂	ČV ₂	0,4	0,00064
	OV ₂	1,6	0,00256
ŠT ₃	ČV ₃	0,4	0,00064
	OV ₃	4	0,00640

Rezultati dobijeni eksperimentom prikazani su grafički na slikama 3.1. i 3.2. Grafici daju jasnu sliku svih ispitivanih parametara i ukazuju na to da se karakteristike otpadne vode nakon pranja štamparske forme bitno razlikuju od česmenske vode svake štamparije pojedinačno. Takođe, vizuelno ukazuju na približno iste vrednosti parametara kako česmenskih voda u sve tri štamparije, tako i međusobnu podudarnost uzoraka otpadnih voda.

Tabela 3.6. Rezultati merenja sadržaja ukupnih alkalijskih ispitivanih uzoraka vode

Štamparija	Uzorci	HCl V(ml)	NaOH (%)
ŠT ₁	ČV ₁	1	0,008
	OV ₁	2,5	0,02
ŠT ₂	ČV ₂	1,8	0,0144
	OV ₂	2,7	0,0216
ŠT ₃	ČV ₃	0,8	0,0064
	OV ₃	1,8	0,0144



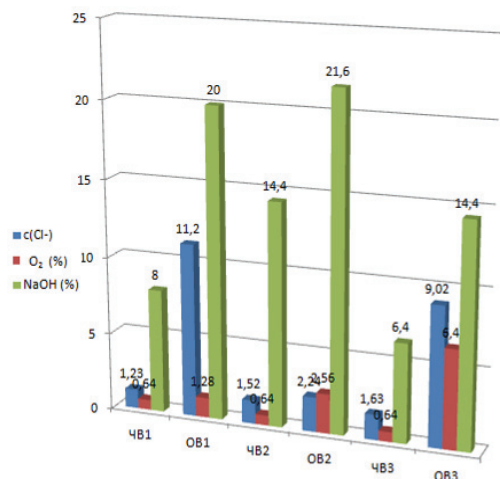
Slika 3.1. Grafički prikaz vrednosti parametara (pH, aciditet, p-alkalitet, m-alkalitet, karbonati i bikarbonati) dobijenih ispitivanjem uzoraka česmenske vode i otpadne vode tri štamparska pogona.

Na slici 3.1. na dva zasebna grafika, jedan za česmensku vodu, drugi za otpadnu vodu sve tri štamparije, prikazani su parametri koji pokazuju međusobnu zavisnost: pH, aciditet i alkalitet (p-alkalitet, m-alkalitet, karbonati i bikarbonati). Vrednosti parametara svih uzoraka česmenske vode imaju približne vrednosti. Minimalne razlike u vrednostima pH česmenske vode svih uzoraka ukazuje na zavisnost od izmerenog aciditeta i alkaliteta. Kod česmenske vode prve i treće štamparije (ČV₁ i ČV₃) nešto su više vrednosti aciditeta i alkaliteta (tabele 3.2 i 3.3) nego kod česmenske vode druge štamparije (ČV₂) što se odrazilo na pH vrednost koja je nešto niža kod uzoraka ČV₁ i ČV₃ (tabela 3.1).

Uzorci otpadne vode pokazuju mnogo veće vrednosti aciditeta, m-alkaliteta i bikarbonata nego uzorci česmenske vode, dok je pH vrednost otpadne vode manja nego kod uzoraka česmenske vode. Uzorak OV₂ ima pH vrednost sličnu kako i česmenska voda. Daljom analizom parametara uočava se da vrednost aciditeta nije toliko visoka kao kod uzoraka OV₁ i OV₃. Ovim se zaključuje da najveći uticaj na pH vrednost ima izmereni aciditet (tabele 3.3 i 3.1). Najveću vrednost m-alkaliteta, odnosno

najveće prisustvo bikarbonata uočeno je u uzorku OV₁ (tabela 3.2).

Na slici 3.2. grafički su prikazane dobijene vrednosti parametara: koncentracija hlorida, sadržaj aktivnog kiseonika, i sadržaj ukupnih alkalija ispitivanih uzoraka česmenske i otpadne vode. Vrednosti prikazanih parametara kod svih uzoraka česmenske vode su približno iste. Jedino odstupanje ima uzorak ČV₂ (tabela 3.6) kod kog je procenat NaOH nešto veći nego kod preostala dva uzorka česmenske vode.



Slika 3.2. Grafički prikaz vrednosti parametara (koncentracija hlorida, sadržaj aktivnog kiseonika, i sadržaj ukupnih alkalija) dobijenih ispitivanjem uzoraka česmenske vode i otpadne vode tri štamparska pogona.

Kod svih uzoraka otpadne vode vrednosti tri posmatrana parametara su veće u odnosu na česmensku vodu istog štamparskog pogona. Fizičko-hemijskom analizom uzoraka otpadne vode ustanovljeno je povećano prisustvo hlorida, povećana hemijska potrošnja kiseonika i sadržaj ukupnih alkalija (tabele 3.4. - 3.6). Najveći sadržaj ukupnih alkalija ima uzorak OV₂, najveći procenat aktivnog kiseonika uzorak OV₃, dok najveću koncentraciju hlorida ima uzorak OV₂.

4. ZAKLJUČAK

Praćenjem promene fizičko-hemijskih parametara vode u toku procesa rada dobija se jasna informacija o njenom kvalitetu.

U radu su ispitivani parametri: pH vrednost, alkalitet, aciditet, sadržaj hlorida, sadržaj aktivnog kiseonika i ukupnih alkalija na uzorcima otpadne vode nakon procesa ofset štampe.

Vrednosti parametara dobijene eksperimen-tom ukazuju na povišene vrednosti u odnosu na česmensku vodu koja je korišćena tokom pranja ofset štamparskih formi. Uzorak otpadne vode prve štamparije ima najvišu vrednost m-alaklita, koncentracije bikarbonata, koncentracije hlorida, i prilično visok procenat natrijum hidroksida (NaOH).

Kod uzorka otpadne vode druge štamparije uočava se najviša vrednost procenta natrijum hidroksida (NaOH). Najnižu pH vrednost i najvišu vrednost aciditeta ima uzorak otpadne vode treće štamparije, koji takođe ima i najveći procenat aktivnog kiseonika.

Uticaj na povišene vrednosti parametara imaju svi materijali koji su korišćeni tokom procesa štampe i tokom pranja štamparskih formi, prikazani u tabeli 2.1. Iz tabele 2.1. uočava se da je najveći procenat izopropil alkohola u sredstvu za vlaženje koristi prva štamparija čiji uzorak otpadne vode ima i najviše vrednosti većine ispitivanih parametara.

Najmanji procenat izopropil alkohola u sredstvu za vlaženje koristi štamparija dva, kod koje samo jedan parametar ima najveću vrednost, ali je vrednost tog parametra zanemarljivo veća u odnosu na uzorak otpadne vode prve štamparije.

Na osnovu ovog tumačenja rezultata može se zaključiti da veliki uticaj, pored ostalih materijala korišćenih tokom štampe, ima sredstvo za vlaženje, odnosno procenat izopropil alkohola u njemu.

5. LITERATURA

- [1] Kiurski, J. (2008) Grafičko okruženje – interna skripta i teze sa predavanja. Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka.
- [2] Damjanov, S., Gajer, J., Timotić, D., Kovačev, N., Stojnić, N., Mišković, M., Nežić, V., (2011) Voda – Izvor održivog razvoja. Novi Sad, Bit Inženjering.
- [3] Čvoro, D. (2012) Prezentacija - Monitoring i samo-monitoring u industriji. Republika Srbija, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine.
- [4] Službeni glasnik RS br. 67/11 2011, 48/12 2012

Kratka biografija:



Tatjana Ivić rođena je u Bačkoj Palanci 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2015. god.



Prof. dr Jelena Kiurski je obrazovanje do doktora tehničkih nauka stekla na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu. Redovni profesor je Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.

**RAZVOJ I IZRADA PROMOTIVNOG SPOTA
GRAFIČKOG INŽENJERSTVA I DIZAJNA****DEVELOPMENT AND EDITING OF THE PROMOTIONAL VIDEO FOR
GRAPHIC ENGINEERING AND DESIGN**

Vladimir Despić, Dragoljub Novaković, Ivan Pinćer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazana istraživanja u razvoju spota Grafičkog inženjerstva i dizajna kroz procesne faze od pripreme do potpune kreativne realizacije. Razrađene su faze snimanja i montaže. Prvi dio predstavlja teorijske osnove, koje je potrebno znati pre izrade spota, zatim istraživački deo u kojem su analizirani načini izrade spota i praktična realizacija.

Abstract – This work presents research in development of Graphic engineering and design video spot, through phases of process from preparation to complete creative realization. Recording and editing phases are elaborated. First part represents theory basics, which must be known before making a video spot, then research where are analyzed different approaches of making video spot and practical realization.

Ključne reči: Film, scenario, montaža, video spot.

1. UVOD

U veku informacionih tehnologija u kome živimo gotovo je nemoguće zamisliti život bez kompjutera, TV-a, telefona, multimedijalnih uređaja i dr. Razvojem tehnologije naglo se počela razvijati i multimedija kao masovno sredstvo komunikacije, reklamiranja i zabave. Pod multimedijom se podrazumeva povezanost slike, tona, videa i teksta. Pošto se prožima kroz većinu svakodnevnih potreba, kao što su filmovi, video igre, prezentacije i dr. ona predstavlja jedan od najvažnijih elemenata u informacionim tehnologijama. Vodeći se ovim, došlo se na ideju razvoja multimedijalne prezentacije Grafičkog inženjerstva i dizajna.

Da bi se snimio jedan kvalitetan film nije dovoljno samo imati skupu opremu, jer to nikako nije pokazatelj da će film da bude dobar. Snimanje filma zahteva veštinu i poznavanje određenih pravila. Kroz ovaj rad biće prikazano šta je to sve potrebno da bi film ispunio zahteve koji se pred njega postavljaju. Treba napraviti scenario, strukturu produkcije, zatim sledi grupa crteža koji pokazuju kamere i scenu, uglove snimanja, osvetljenje, akcije, specijalne efekte i koliko objekata će se kretati kroz scenu, od početka do kraja.

Da bi snimljeni materijal dobio neku formu i da bi imao smisla na red dolazi montaža. Za nju se često zna reći da je nevidljiva umetnost.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

Cilj rada je da se na konkretnom primeru primeni i unapredi znanje koje je stečeno do sada iz oblasti fotografije, filma kao i animacije. Komponujući snimljeni video sa 3D i 2D grafikom i animiranom slikom i opisivanjem postupka lakše će se shvatiti kako se pravi jedan promotivni film.

Za razvoj ovakvog projekta potrebno je znanje iz prostornog dizajna, animacije i fotografije, sagledati mogućnosti uvođenja novih tehnika i dočarati na koji sve način može da se izvrši simbioza realnih i virtuelnih elemenata.

Istraživanje je usmereno na promotivni film koji slikovito predstavlja departman Grafičko inženjerstvo i dizajn u okviru Fakulteta tehničkih nauka. Biće predstavljen istorijat smjera, cilj i namena. Takođe će se opisati i sve ono sa čim ovaj smer raspolaže, kao što su laboratorije, učionice i projekti koje organizuje. Ukazaće se na potrebu izučavanja i mogućnosti kasnijeg zaposlenja.

Za realizaciju je potrebno definisati sve korake koji prate izradu jednog promotivnog filma. Dobro planiranje, poznavanje softvera i stručno rukovanje sa kamerom su osnovne osobine koje treba da se poseduju za ovakav razvoj. Postoje 3 osnovne faze u izradi filma: planiranje, snimanje i montaža - postprodukcija.

2. PROPAGANDNI I PROMOTIVNI FILM

Vreme, prostor, kretanje i realna slika stvarnosti, upravo ove osobine filma su ljudima davale mogućnost da kopiraju, kreiraju i stvaraju novu stvarnost koja je, dodatkom zvuka, postala neverovatno uticajna u svojoj izuzetnoj privlačnosti, stvarajući iluziju stvarnog života koji se događa trenutno pred nama [2].

Ove osobine su oblikovale film u savršeno sredstvo za propagandu, prevazilazeći fotografiju, štampani materijal, pisanu reč, muzička sredstva i mnoge druge i kombinujući ih u jednu celinu.

2.1. Namenski ili reklamni film

Posebnu grupu propagandnih filmova čine namenski filmovi, čija je svrha obično reklamno ili informativno prezentovanje određenih događaja, proizvoda ili usluga, sa ciljem da se javnost navede na kupovinu, ili opredeli za određenu svrhu za koju je namenski film napravljen. Namenski film se često naziva i reklamni film. Pored svoje oglašivačke i informativne namene, u grupu namenskih filmova spadaju i filmovi koji se bave različitim vrstama obuke, prezentacije i sl. [2].

3. VIDEO

Film, animacija, pokretna slika, svi imaju zajedničku jednu reč, a to je "video". Najčešće se koriste četiri standarda za emitovanje videa i formata za snimanje: NTSC, PAL, SECAM i HDTV.

Veoma je bitno znati za koje geografsko područje je namenjen. Tako se, recimo, NTSC video standard ne bi mogao da reprodukuje u Evropi gdje je zastupljen PAL standard ili zemljama sa SECAM i HDTV standardom. Svaki sistem se zasniva na različitom standardu koji definiše kako se tekuća informacija enkodira da bi se napravio elektronski signal koji na kraju stvara televizijsku sliku [6].

3.1. Kamera

Kamera je uređaj koji snima video zapise. Postoje analogne i digitalne kamere. Kod analognih kamera zraci svetlosti usmeravaju se na foto-osjetljive soli srebrohalida na samom filmu. Kod digitalne kamere sočivo fokusira svetlo na elektronski senzor zvan CCD (*charge-coupled device*).

Skuplji modeli kamera upotrebljavaju više CCD senzora, od kojih svaki beleži jedan element spektra boja. Broj i veličina CCD senzora ujedno je i jedan od razloga zašto su ti modeli osetno skuplji od amaterskih CMOS kamera. CMOS (*complementary metal-oxide semiconductor*) senzori u jednom paketu sadrže i fotosenzore i kamerin CPU, odnosno procesor [9].

3.2. Objektori

Objektiv je optičko mehanička celina sastavljena od jednog ili više sočiva sa ugrađenom dijafragmom. Svi objektori imaju mehanizam pomoću koga je moguće menjati njihovu žižnu daljinu čime se izoštrava ono što želi da bude centar pažnje gledalaca.

Zadatak objekta je da skuplja svetlo koje se odražava od objekta i da ga prenosi na film ili senzor [4].

Sastoje se od više konkavnih i konveksnih sočiva, oblikovanih tako da usmere zrake svetla na film/senzor. Količina svetla koja pada na film/senzor kontroliše se otvorom blende.

3.3. Snimanje i kadar

Snimanje je najskuplja i fizički najzahtevnija faza izrade jednog filma. Snimatelj treba da ima veoma dobar osećaj za kadar, kao i odgovarajuću opremu kojom će se snimati film.

Osnovna jedinica filma je kadar. Definiše se kao neprekinuti protok eksponirane filmske trake kroz kameru od uključenja do isključenja kamere (tehnička definicija). Deo filmske trake između dva reza/montažna spoja ili – danas u doba el. i digitalne tehnologije i nelinearne montaže – deo materijala između tačaka "in" i "out".

Određen je sa tri vrednosti: veličinom odnosno planom, dužinom (trajanjem) i kompozicijom (skladom vizuelnih elemenata - linearnih, tonalnih, kolorističkih, dinamičkih). Karakteriše se fizičkim jedinstvom prostora, vremena i radnje [1]. Vrste kadrova (po širini zahvata), prihvaćeno kod većine reditelja: široki total, total, opšti plan, srednji plan, američki plan, srednje krupni plan, krupni plan, vrlo krupni plan i detalj [5].

Postoje različiti sistemi kadriranja: približavanje po osi, prilaženje pod uglom, sistem paralelnih uglova, sistem spoljašnjih uglova, sistem suprotnih uglova.

Takođe razlikuju se i perspektive iz kojih se snima. Tako imamo normalnu perspektivu, gde je kamera u ravni sa predmetom snimanja, zatim gornji rakurs, gde je kamera iznad predmeta i donji rakurs, gde je kamera ispod predmeta snimanja. Postoji i nagnuta kamera (nagnuti kadar) kadar kod kojeg linija horizonta nije paralelna sa njegovom donjom ili gornjom ivicom [1].

Od pokreta kamere razlikujemo: frontalni far, bočni far, kružni far. Zatim postoje švenkovi: opisni-ilustrativni švenkovi, korektivni švenk, tenzioni švenk, slobodni švenk, kružni švenk, veoma brz švenk - filaž i veoma spor švenk.

3.4. Montaža

Proces montaže zapravo kreće već od pisanja scenarija i skiciranja storiborda. Naime već u ovim koracima se mora voditi računa o tome kako će se sve uklapati na kraju.

Dakle, montaža je stvaralački postupak biranja i raspoređivanja kadrova u scene i sekvence, i raspoređivanja scena i sekvenci u celinu dela. Da li će priča biti logična, da li će se gledalac snaći u prostoru, odrediti pravo značenje vremena, da li će film trajati onoliko koliko je potrebno, sve zavisi od montaže [3].

Trenutak u montaži u kojem se završava jedan kadar a počinje drugi, naziva se rez. Rez će gledaocu dati iluziju kontinuiteta prostora i vremena unutar filmske akcije. Postoje razni oblici prelaza sa kadra na kadar: zatamnjenje-odtamnjenje, pretapanje sa određenom bojom, pretapanje iz kadra u kadar, tranzicije (postoji nebrojeno mogućnosti za ovo) prelazak iz kadra u kadar pomoću nekog posebno generisanog efekta ili oblika.

Ukoliko su kadrovi snimljeni u različitim okolinama, biće potrebno da se izvrši korekcija boja nad njima kako bi prelazi između njih izgledali više ugađeno i kako se ne bi stekao utisak da se radi o različitim pričama.

Postoje tri različite vrste montaže:

1. Dramaturška montaža: linearna montaža, paralelna montaža, sinhrona montaža, retrospektivna montaža
2. Asocijativna montaža: kreativna montaža, analogija, montaža antiteza (atrakcija), polifona montaža, lajtmotiv
3. Tehnička montaža koju karakterišu tri osnovne osobine: neprekidnost (kontinuiranost), orijentacija i ritam [9].

4. ISTRAŽIVANJE

Zadatak je da se napravi promotivni film koji će da sadrži video snimke i elemente 3D i 2D animacije. Pre svega mora se obaviti istraživanje koje će se bazirati na pronalaženju određenih uzoraka, u ovom slučaju, gotovih promotivnih filmova, koji se bave sličnom tematikom i sličnim zadatkom kao promotivni film na kojem se radi u ovom projektu.

Obrađeni video spotovi su: Seoul University, University of Ottawa, Ozyegin University Promo Film 2013, BYU World Class University (slika 1.).

U ovim promotivnim filmovima su korišteni alati za postprodukciju i montažu kao što su novi Autodeskov softver Smoke koji je moguće instalirati samo na Apple-ove računare. Za Windows operativne sisteme Adobe After Effects za efekte, Adobe Premier za montažu, 3DS Max za 3D scene. Neki su samo praćeni muzikom a neki spikerskim tonom.



Slika 1. Promotivni spotovi drugih fakulteta u svetu

4.1. Softverski alati potrebni za izradu filma

Snimljeni materijal se unosi u računar i određenim softverima se od početnog nemontiranog materijala stvara završni proizvod u procesu montaže. Kao kada vajar od komada gline određenim alatima napravi svoje delo tako i montažer od unesenog materijala formira film.

Alati koji se koriste za izradu spotova variraju sa različitim operativnim sistemima. Za film su potrebni alati iz više kategorija a to su alati za unošenje materijala (ako se snima na kasete), montažu, specijalne efekte i animaciju.

Za izradu promotivnog filma su izabrani softveri za Windows operativne sisteme: Adobe Premiere Pro CC za montažu, Adobe After Effects CC za specijalne efekte i Autodesk 3DS Max 2014 za modelovanje i animiranje 3D objekata. Takođe Adobe Photoshop CC i Adobe Illustrator CC su neophodni za kreiranje animacije. Softver za unos materijala neće biti potreban jer se film neće snimati na DV kasete nego na memorijsku karticu.

4.2. Oprema za snimanje

U zavisnosti od toga da li se radi amaterski ili profesionalni film cena opreme može da varira od nekoliko stotina evra do nekoliko desetina hiljada evra, čak se za holivudske filmove dolazi do cifara i od nekoliko miliona evra.



Slika 2. Oprema za snimanje korištena u izradi spotova

Da bi se odredilo kakva je oprema potrebna potrebno je prvo imati scenario. Obzirom da se radi promotivni spot dovoljno je imati jednu kameru kojom će se snimati sa zemlje i drugu kameru kojom će se snimati iz vazduha. Nije neophodno snimati iz vazduha ali ovaj metod snimanja mnogo doprinosi vizuelnoj dopadljivosti spotova. Pošto se film snima u FullHD kvalitetu (1920x1080 rezolucija) neophodno je da kamere imaju mogućnost snimanja u FullHD. Tako da će biti korištena glavna kamera Nikon D3200, kao i pomoćna kamera GoPro

HDHero3 koju će da nosi dron. Nikon je jeftiniji aparat ali može napraviti izuzetne snimke kada se koristi sa kvalitetnim objektivima, tako da je optimalan izbor, dok je GoPro praktičnija za snimanje snimaka iz vazduha.

Za kameru je potrebno imati stativ zbog mirnoće kadra, kao i *stedićem* radi dinamičnih kadrova.

Kako bi se snimio glas spikera mora se posedovati i kvalitetan mikrofona.

5. IZRADA SPOTA

U nastavku je ukratko opisana izrada spotova, od scenarija do finalnog rendera.

5.1. Scenario

Scenario je rađen na engleskom jeziku, obzirom da će se promotivni video predstavljati široj populaciji izvan granica države. Sastoji se od uvoda koji govori o univerzitetu i o fakultetu uopšte, glavnog dela u kome se govori o departmanu Grafičko inženjerstvo i dizajn i odjavnog dela koji takođe govori o Fakultetu tehničkih nauka.

5.2. Storičord

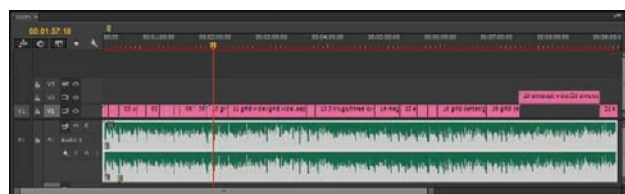
Pošto je napravljen scenario pristupa se izradi *storičorda*. Ovo je neophodan korak u izradi svakog filma. Kada se jednom napravi, sav preostali posao je lakši i nema puno zabune. Prate se koraci koji su ovde definisani i mogućnost greške se smanjuje na minimum. *Storičord* treba da prate i snimatelj i montažer i animator. Uglavnom je napravljen ručnim crtežom radi ekspresnosti izrade.

5.3. Dnevnik kamere

Što se snimanja tiče, potrebno je da se napravi oko 90 snimaka za ovaj video spot. Neki snimci će da budu preko celog ekrana a neki će da budu manji i u grupi od nekoliko videa koji se prikazuju odjednom na ekranu. Video snimci se koriste pri prikazivanju univerziteta, zatim Fakulteta tehničkih nauka i GRID departmana.

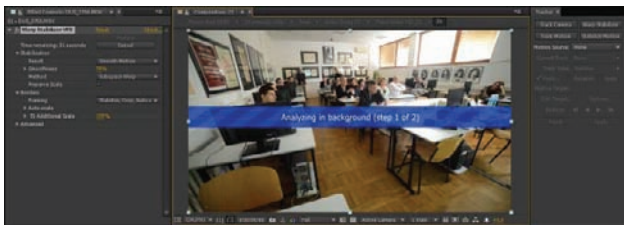
5.4. Montaža

Montaža je rađena u Adobe After Effects-u i u Adobe Premiere Pro. Svaka pojedinačna animacija je rađena u After Effects-u a konačne kompozicije su slagane u Premiere Pro (slika 3). Ton je takođe montiran u Premijeru (slika 3). Ovako napravljena montaža omogućuje to da se u After Effects-u sve promene mogu napraviti dok će automatski u Premijeru biti izmenjene.



Slika 3. Montaža tona i videa u Premier Pro softveru

Što se samih videa tiče, neki su snimani sa stativa a neki sa *stedićem*, međutim ima snimaka koji imaju dobar kadar ali su snimani iz ruke tako da se snimak trese. Ovo se može ispraviti, ukoliko drhtanje kadra nije preveliko naravno, opcijom Warp Stabilizer. Ova opcija postoji i u Premier Pro i u After Effects softveru. Pošto je u datom videu samo krajnja montaža u rađena u Premier Pro, ovo je rađeno u After Effects-u (slika 4).



Slika 4. Stabilizacija slike u After Effects-u

Prvi video snimak je snimak koji se javlja je snimak zgrade Univerziteta. Preko njega se pojavljuju dodatni videi koji prikazuju bliže neke delove zgrade (slika 5). Ovo je postignuto tako što se 5 videa stavi u jednu kompoziciju i ta kompozicija se postavi na video koji je u pozadini..



Slika 5. Montaža videa Univerziteta

Za GRID departman je potrebno montirati 20 videa, jedan za drugim. Smene videa se rade prelazima u obliku kvadrata kako bi sve izgledalo usklađeno sa ostatkom promotivnog spota (slika 6). Takođe je ubačena i tipografija. Isto je montiran i deo promotivnog videa koji prikazuje GRID simpozijum. Za nabranje u delu gde se opisuje laboratorija korišteni su brzi prelazi sa tipografijom.



Slika 6. Montaža videa Univerziteta

Još jedan vid montaže je bio kroz određene animirane elemente, dakle video nije prekrivao celi ekran nego se prožimao kroz kvadratiće koji su bili animirani (slika 7).



Slika 7. Montaža videa kroz animirane elemente

Što se tona tiče, nakon što je spiker pročitao scenario u studiju, pristupilo se izradi adekvatne muzičke podloge za celi promotivni film, što nije bio nimalo lak zadatak obzirom da spot traje 9 minuta. Za ovo je unajmljen profesionalni muzičar, kako bi tonska podloga bila originalna.

6. ZAKLJUČAK

U vreme velikih tehnoloških postignuća i razvoja informacionih tehnologija, načini reklamiranja i promocija su sve brojniji. Glavno sredstvo promocije je postala video forma. Skoro da nijedan događaj, ni jedne organizacija, ne prođe bez promotivnih video spotova. Obzirom da se najpribližnije gledaocu može predstaviti neka firma, ili organizacija, upravo putem video spota, najviše ljudi se odlučuje za ovaj vid reklame. Danas čak nije potrebno ni na TV plaćati reklamu kada je jeftinije postaviti je na internet, gde nismo ograničeni trajanjem. Departman za Grafičko inženjerstvo i dizajn sa Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, se odlučio za ovaj vid promocije. Na ovaj način mnogi potencijalni studenti širom zemlje i sveta moći će da vide šta to ovaj departman nudi. Ovaj promotivni spot ima i veliku odgovornost prema GRID departmanu. Naime, on može da bude presudan u nečijoj odluci da li će da studira na ovom departmanu ili ne. Takođe će se predstavljati i poslovnim partnerima, kada se bude pravila poslovna saradnja.

Spot je urađen sa minimalnim brojem boja, a ipak dovoljno da bi izgledao prihvatljivo. Obzirom da celi spot prati naracija, mnogo toga je predstavljeno i objašnjeno animacijom i video snimcima. Cilj ovakvog vida promocije je da gledalac u potpunosti doživi ovaj spot i ostane fokusiran od početka do kraja.

7. LITERATURA

- [1] B. Pavlović, "Montaža", Kamp angažovanog dokumentarnog filma SLOBODNA ZONA JR, Beograd, 2007.
- [2] D. Tadić, "Propagandni film", Spektrum books, Beograd, 2009.
- [3] M. Babac, "Jezik montaže pokretnih slika", Akademija umetnosti u Novom Sadu, Beograd/Novi Sad, 2000.
- [4] M. Fizi, "Fotografija - teorija, praksa, kreacija", GZH, Zagreb, 1977.
- [5] M. Dražić, "Teorija i tehnologija filma za početnike", UG Nezavisna omladinska organizacija Rume, Ruma, 2009.
- [6] R. Popović, D. Cvetković, D. Marković, "Multi-medija", Univerzitet Singidunum, Beograd, 2010.
- [7] S. Karanjac, "Objektivi", Seminarski rad, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" Zrenjanin.
- [8] www.scribd.com/doc/236142838/Snimanje-digitalnom-kamerom
- [9] www.scribd.com/doc/34409687/Video-Montaza

Adresa autora za kontakt

Vladimir Despić
vladimirdespic@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Mr Ivan Pinčjer
pintier@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

OPTIMIZACIJA GRAFIČKOG INTERFEJSA ZA ANDROID APLIKACIJE

OPTIMIZATION OF GRAPHIC INTERFACE FOR ANDROID APPLICATIONS

Bojan Stanković, Dragoljub Novaković, Neda Milić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su predstavljena istraživanja mogućnosti grafičkog rešenja korisničkog interfejsa i njegovu optimizaciju za android aplikacije. Na osnovu predefinisanih načina rukovanja mobilnih uređaja, izvršeno je istraživanje i selekcija neophodnih alata za kreiranje grafičkog interfejsa za video igru “Skate Rampage”. Kao rezultat projekta prikazana je ergonomski prilagođena i u celosti optimizovana android aplikacija.

Ključne reči: dizajn interfejsa, android aplikacije, optimizacija korisničkog interfejsa

Abstract – The paper examines possibilities of the user interface and its optimization for Android applications. On the basis of predefined ways of handling mobile devices, research was performed and necessary tools for creating graphic interfaces for the video game “Skate Rampage” were selected. As a result of the research, ergonomically adapted and fully optimized android application were presented.

Key words: interface design, android applications, user interface optimization

1. UVOD

Razvoj video-igara kako u vizuelnom - estetskom smislu, tako i u pogledu tehničkih performansi direktno je uslovljen razvojem računarske tehnologije.

Nove igračke konzole povlače sa sobom i inovacije u korisničkom interfejsu: od dirki na tastaturi, mehaničke kontrole – joystick, do zona ekrana osetljivih na dodir – touch screen i savremenih kontrola koje prate pogled – eye-tracking.

Igranje video-igre je čulno iskustvo koje se odvija u fizičkom odnosu igrača sa materijalnim objektima, a fizička barijere između igrača i baze podataka na uređaju na kom igra igru jeste interfejs. Igrački interfejs se sastoji od ulazno/izlaznog smera komunikacije preko kojih se subjekt povezuje sa virtuelnim svetom video-igre [1].

Moguće je napraviti razliku između čulnog/senzornog i kinetičkog interfejsa. Senzorni interfejs se odnosi na vizuelne, auditivne aspekte uređaja koji su relevantni za izvođenje zadatka, dok kinetički interfejs podrazumeva fizičke elemente uređaja sa kojima igrač fizički manipuliše u obavljanju zadataka [1].

2. PROBLEMATIKA OPTIMIZACIJE GRAFIČKOG INTERFEJSA NA SMART TELEFONIMA

Prema istraživanjima Stiv Hubera (Steve Hooper), većina korisnika drži svoj telefon tako da im je palac stacioniran u donjem-desnom ili donjem-levom uglu zavisno od toga da li je korisnik levoruk ili dešnjak. Huber je, na uzorku od 1333 ispitnika, otkrio da korisnici drže telefone na sledeće načine [2]:

- držanje jednom rukom - 49%
- obuhvatanje u šaci (cradled) - 36%
- obuhvatanje sa obe ruke - 15%

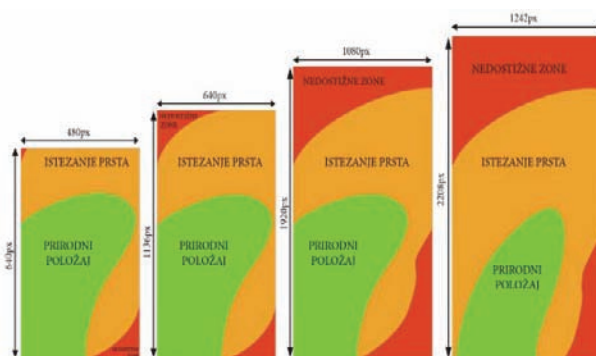
Što se tiče izbora korišćenja palca, leve ili desne ruke, rezultati su pokazali [2]:

- desni palac na ekranu 67%
- levi palac na ekranu 33%.

Procenat korišćenja leve ruke je veći od očekivanih 10% što Hubert direktno povezuje sa pretpostavkom da su korisnici navikli da rade još nešto uporedo dok su koriste mobilni uređaj- npr., vožnja bicikla, ispijanje kafe, korišćenje telefona za vreme jela itd.

Zone ekrana dostupne palcu predstavljaju površine ekrana na mobilnom uređaju koje korisnik može da dosegne palcem leve ili desne ruke. Koristeći se Huberovim istraživanjem napravljen je grafički prikaz ovih „toplotnih zona“ (heat map) (slika 1) na različitim veličinama telefonskog ekrana. U obzir su uzeti sledeći podaci [2]:

- držanje telefona jednom rukom
- desni palac na ekranu
- položaj palca u donjem-desnom uglu ekrana.



Slika 1. Grafički prikaz dostupnosti aktivnih površina ekrana [2]

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

3. SPECIFIČNOST KONTROLA KOD UREĐAJA SA ANDROID OS

Korisnički interfejs *android* operativnog sistema se zasniva na direktnoj manipulaciji i dizajniran je pretežno za mobilne uređaje sa ekranom osetljivim na dodir (*touchscreen*) kao što su pametni telefoni (*smartphone*) i tableti. Pored navedenih uređaja njegov korisnički interfejs može da se primeni i na televizorima (*android TV*), autu (*android car*) i ručnim satovima (*android wear*) [3]. Od 2015. godine android zvanično ima najveću instalacionu bazu od svih korisničkih operativnih sistema.

Upravljačka kontrola na dodir je primarna kod svih elektronskih uređaja koji koriste android operativni sistem. Bilo da pomeramo ikonice na ekranu, kucamo poruku, listamo slike ili puštamo muziku, kao osnov za komunikaciju koristimo dodir prsta na ekranu uređaja. Donji deo ekrana kod ovakvih uređaja je obložen slojem kapacitivnih senzora kroz koje je pušten električni potencijal formirajući uniformno elektrostatičko polje [3].

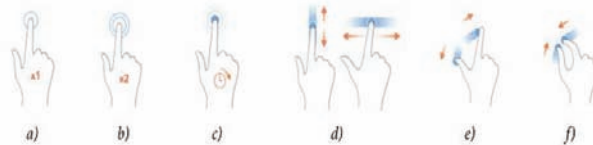
Dodirivanjem gornje neoslojene površine ekrana, naš prst stvara promenu u kapacitetu koje uređaj može da izmeri - što je prst bliži ekranu to je veća promena u kapacitetu [3].

Kao rezultat imamo precizno određenu lokaciju prsta na ekranu kao i tačnu reprodukciju njegovog kretanja po istom.

Uređaji koji koriste ovu tehnologiju mogu da detektuju šest različitih aktivnosti prsta koje korisnik može da primeni [3]:

- Kratak dodir (*Single Tap*), (Slika 2.a) - akcija prilikom koje korisnik jednom nežno pritisne ekran. Ovaj pokret simulira akciju levog klika mišem kod upravljanja računarom. Pomoću ove funkcije igrač može da pokrene određenu aplikaciju ili da otvori određeni sadržaj unutar nje.
- Dupli dodir (*Double Tap*), (slika 2.b) - akcija prilikom koje korisnik dva puta, u kratkom vremenskom intervalu, pritisne ekran. Ovakva akcija dozvoljava korisniku da zumira određen sadržaj na nekoj web aplikaciji ili da zumira određeni deo fotografije.
- Dug dodir (*Long Press*), (slika 2.c) - akcija prilikom koje korisnik pritisne ekran i drži prst na njemu. Ovakav pokret simulira desni klik na mišu prilikom upravljanja računarom. Primenom ove akcije uglavnom se otvara pomoćni meni koji nam pruža dodatne opcije za datu aplikaciju.
- Prevlačenje (*Swipe*), (slika 2.d) - kontrola koja je jedna od najomiljenijih u industriji video igara prilikom koje korisnik povlači prst po ekranu u određenom pravcu, u krugu od 360°. Ovakva akcija omogućava pomeranje objekata po ekranu, prelaženje sa ekrana na ekran (opcija kod android telefona novije generacije "*multiple screen*"), kretanje po mapi (google mapa ili mapa u određenoj video igri), itd.
- Širenje (*Spread*), (slika 2.e) - akcija kod koje korisnik "širi prste", odnosno povlači po ekranu palac i kažiprst jedan od drugog. Ovim pokretom korisnik može da zumira (uveliča) određeni sadržaj i, pritom, vidi više detalja.

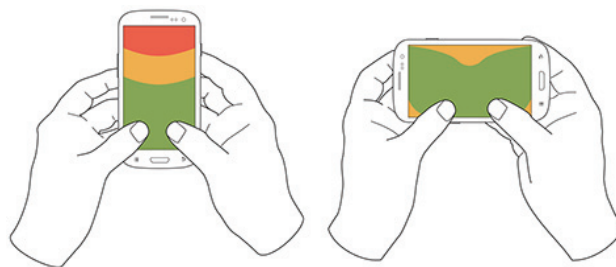
- Štipanje (*Pinch*), (slika 2.f) - akcija suprotna od prethodne *Spread* akcije kod koje korisnik "štapa ekran", odnosno povlači po ekranu palac i kažiprst jedan prema drugom. Ovim pokretom korisnik može da od zumira (umanji) određeni sadržaj, posebno je korisno prilikom korišćenja *google* mape, velike veb strane, slike ili video igre čiji kompletan sadržaj ne može da se svede na površinu ekrana.



Slika 2. Grafički prikaz mogućih gestova prsta po ekranu: a) kratak dodir (*Single Tap*), b) dupli dodir (*Double Tap*), c) dug dodir (*Long Press*), d) prevlačenje (*Swipe*), e) širenje (*Spread*), f) štipanje (*Pinch*)

4. OPTIMIZACIJA GRAFIČKOG INTERFEJSA VIDEO IGRE "SKATE RAMPAGE" ZA ANDROID PLATFORMU

Video igra "*Skate Rampage*" pripada žanru "*runner games*" i kao takva igra se u kraćim vremenskim intervalima od 5 do 20 minuta i to uglavnom za vreme pauze. Glavno obeležje ovakvog tipa igara je hitrost (*pacing*) igranja, gde igrač u kratkom vremenskom intervalu treba da izvede niz komandi kako bi prešao jedan nivo. Iz tog razloga je potrebna puna pažnja kako bi se ispratila dinamika igre. Uzimajući u obzir hitrost i interaktivnost igre, izabrana je horizontalna postavka grafike i upravljačkog interfejsa kako bi korisnik imao pregledniju sliku nivoa i zadovoljavajući stepen komfora prilikom upravljanja svojim likom u igri. Ovakav dizajn grafičkog interfejsa je u direktnoj sponi sa tehnikom držanja telefona pri kojoj korisnik obuhvata mobilni uređaj u obe ruke i koristi oba svoja palca kako bi upravljao uređajem (slika 3).



Slika 3. Tehnika obuhvata telefona u obe ruke

4.1. Osetljive zone grafičkog interfejsa

Uslov da bilo koja upravljačka kontrola na dodir funkcioniše, odnosno da reaguje na komande korisnika u datom momentu, jeste definisanje osetljivih zona na ekranu kojima će se dodeliti ta funkcija. (Slika 4) prikazuje upravljačke kontrole u igri "*Skate Rampage*" u donjem levom i donjem desnom uglu. Razlog za takvo pozicioniranje je ergonomsko prilagođavanje za palčeve obe ruke pri čemu korisnik ima potpunu preglednost grafičkog sadržaja i dinamike igre.

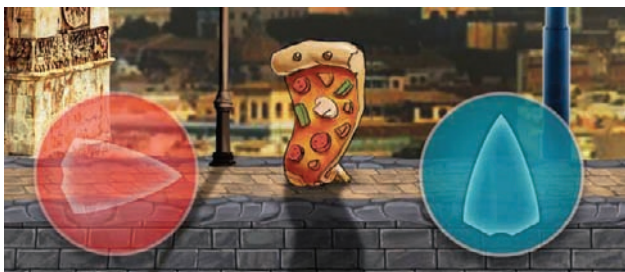


Slika 4. Prikaz upravljačkih kontrola na dodir u igri “Skate Rampage”

Prilikom dodirivanja aktivne zone kontrole – virtuelnog tastera, igrač ima i vizuelnu potvrdu izvršenja akcije za koju je vezana upravljačka kontrolu u vidu promene boje virtuelnog tastera koji pritiska, čime se na još jedan način korisniku daje do znanja da je funkcija uspešno izvršena. Izgled promene boje virtuelnog tastera je dat na (Slici 5).



a)



b)

Slika 5. Prikaz reagovanja virtuelnog tastera na dodir: a) početno stanje, b) stanje na dodir

4.2. Osetljive zone grafičkog interfejsa

Nakon odabira postavke grafičkog interfejsa, u narednom koraku optimizacije sledi odabir osnovne palete boja koje će se nalaziti na njemu. Zbog dinamične prirode igre korisnik prima veliki broj vizuelnih informacija istovremeno i zbog toga je od izuzetne važnosti pravilan odabir palete boja kako bi se jasno razgraničili bitni elementi sa kojima igrač ima interakciju od pozadinskih koji služe da ulepšaju scenu i pruže određeni nivo prostornosti i pripadnosti igrača u virtuelnom svetu igre [4]. Primer dobrog i lošeg odabira palete boja je dat na (Slici 6). Najbolje vizuelno rešenje ovakvog tipa problema jeste kontrast - elementi sa kojima korisnik ima interakciju su intenzivnih zasićenijih tonova, dok su pozadina i elementi sa kojima korisnik nema interakciju pastelnih tonova pri čemu je jedna boja uvek dominantna. Prilikom kreiranja

grafike za video-igru “Skate Rampage” korišćen je kontrast boja prema boji prvog reda i to crveno-plavi kontrast kao jedan od najefektnijih kolorističkih kontrasta (Slika 6.a). Najveći kontrast postoji između primarnih aditivnih boja – crvene, zelene i plave, od kojih ni jedna ne sadrži primese druge dve boje [5].



a)



b)

Slika 6. Primeri odabira palete boja za korisnički interfejs: a) dobar primer (“Skate Rampage”), b) loš primer

4.3. Konzistentnost dizajna grafičkog interfejsa

Jedan od najvažnijih pravila dizajna je doslednost (konzistentnost), a to je pravilo i koje se najčešće krši. Prilikom kreiranja video-igre “Skate Rampage” poseban akcenat je stavljen na značaj doslednosti u kompletnom dizajnu korisničkog interfejsa. Doslednost u bojama, oblicima, veličinama, fontovima, kontrolama, i lokacijama je imperativ za kreiranje kvalitetnog grafičkog rešenja, jer krajnji produkti treba da pružaju isti osećaj lagodnosti i povezanosti sa virtuelnim svetom video-igre pri čemu se minimizira proces učenja upravljanja datom igrom i samim tim povećava interaktivnost i osećaj prisutnosti. Prikaz vizuelne doslednosti grafičkog interfejsa video-igre “Skate Rampage” je data na (slici 7).



Slika 7. Konzistentnost dizajna korisničkog interfejsa igre

4.4. Statične površine interfejsa

Statični elementi grafičkog interfejsa poseduju predefinisane uslove koji se ne menjaju tokom njegovog upravljanja ili tokom izvršenja određenih radnji. U video-igri “Skate Rampage” ovi elementi podrazumevaju lokaciju informativnog panela unutar jednog nivoa (Slika 8) koja obuhvata elemente poput progressa i trenutne pozicije igrača unutar datog nivoa, virtuelnog tastera za pauziranje igre, broj skupljenih poena itd.



Slika 8. Statične površine interfejsa

4.5. Dinamične površine interfejsa

Dinamične površine su rezervisane za sadržaje koji variraju u zavisnosti od kontrole ili od režima rada određene operacije. U okviru ovih površina, kao i kod statičnih površina, konzistentnost se mora održavati. Korisnik bi trebao da može da predvidi koje vrste kontrola će se pojaviti u datoj regiji.

Kod ovakvih površina bitno je postaviti upravljačke kontrole po sličnom šablonu - potrebno je grupisati iste ili slične vrste tastera, postaviti iste razmake između objekata iste vrste i koristiti istu paletu boja. Kombinacijom ovih odnosa, korisniku pružamo mogućnost pretpostavke kakve se upravljačke kontrole mogu naći unutar sličnih grupacija. Primer dinamične površine je dat na (slici 9).



a)



b)

Slika 9. Dinamične površine interfejsa:

a) odabir zemlje (nulti meni),

b) odabir nivoa

5. ZAKLJUČAK

Video-igra, kao tehnološki projekat, od svog početka do samog izdavanja na svetsko tržište prolazi kroz niz kompleksnih faza koje zahtevaju timski rad najrazličitijih profila stručnih kadrova.

Iako je svaka od njih od izuzetne važnosti za igru kao celinu, optimizacija grafičkog interfejsa je često ključ uspešne igre.

Od izuzetne važnosti je da grafika i upravljački interfejs video-igre odgovaraju temperamentu same tematike kojom se igra bavi, da su prostornost i kontrast adekvatno usaglašeni, kao i da su upravljačke kontrole na lokacijama koje su lako pristupačne igraču.

Skup svih tih faktora korisniku mogu da pruže, ili, ako se ne izvedu na pravilan način, uskrate pun vizuelni doživljaj i pripadnost u datoj igri.

6. LITERATURA

- [1] Marović, Manojlo (2011), doktorska disertacija “Kritika politike i fenomenologije video-igara“, Novi Sad, Srbija, 7.
- [2] Anon, “How to design for thumbs in the Era of Huge Screens”, [Online] Dostupno: <http://scotthurff.com/posts/how-to-design-for-thumbs-in-the-era-of-huge-screens>; <http://bit.ly/132QqQ>, [Pristupljeno: 21.05.2015.]
- [3] Anon, “My smarthphone tutor - simplifying your android smartphone”, [Online] Dostupno: <http://www.mysmartphonetutor.com/6-simple-gestures-to-master-your-smartphone-touchscreen/>, [Pristupljeno: 21.05.2015.]
- [4] Extron Electronics (2010), “The Extron Guide to Graphical User Interface Design”, [Online] Dostupno: http://media.extron.com/download/files/userman/68-1930-01_101102_designJPG.PDF Pristupljeno: [21.05.2015.]
- [5] AMX, “USER INTERFACE DESIGN USER INTERFACE DESIGN STYLE GUIDE“, [Online] Dostupno: http://www.amx.com/webtraining/styleguide_web.pdf, Pristupljeno: [21.05.2015.]

Podaci za kontakt:

Bojan Stanković
bojan.stankovic@gmail.com
Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs
Neda Milić
milicn@uns.ac.rs
Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

IZRADA PREZENTACIJE ZA PROMOTIVNI VIDEO GRID DEPARTMANA**CREATING PRESENTATION FOR PROMOTIONAL VIDEO OF GRID DEPARTMENT**Severin Malinović, Dragoljub Novaković, Ivan Pinčjer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Predmet rada obuhvata istraživanje promotivnih videa, proces izrade konkretne prezentacije upotrebom najboljih programa kroz sastavljanje svih zasebnih elemenata u koherentnu celinu koja će imati za zadatak da predstavi departman Grafičkog inženjerstva i dizajna u najboljem svetlu. Rad obuhvata izradu plana i scenarija, ujedno pored toga detaljno se informiše o departmanu, da bi finalni rezultat imao kompletniji efekat.

Ključne reči: Scenario, storyboard, animacija, presentation, promotivni video

Abstract – Work itself represents research of promotional videos, process of creating presentation by using best available softwares and putting all together in one coherent movie which will have task of representing department of Graphical engineering and design in best light. Work incorporates making plan and screenplay, all while researching about department itself so the final result can have maximal effect.

Key words: Screenplay, storyboard, animation, presentation, promotional video

1. UVOD

Izrada prezentacija ima široku primenu. Od crtanih filmova, preko reklama pa sve do integracije sa edukacijom i igranim filmovima, vizuelna prezentacija je kao sredstvo izražavanja postala sve prisutnija. Tako se proširila i na promotivne video zapise, a njen izgled i način na koji se prezentuje uveliko zavisi od njene namene. Kako je tema istraživanja izrada prezentacije promotivnog videa departmana Grafičkog inženjerstva i dizajna potrebno je napraviti posebne pripreme.

Pod kompjuterskom prezentacijom se smatra mnogo tehnika, ali zajednička crta svima je da su rađeni digitalno na kompjuteru. Najjednostavnija podela kompjuterske vizuelizacije je na 2D i 3D. 2D vizuelizacije se uglavnom zasniva na manipulaciji slike dok 3D vizuelizacije najčešće pravi kompletne svetove u kojima likovi imaju interakciju. Pravilno iskorištena i sa takvom namenom - 3D vizuelizacija u nekim slučajevima može delovati fotorealistično.

Promotivnim videom se smatra svaki audio-vizualni komunikacioni materijal koji za cilj ima promociju sadržaja od kojeg se sastoji, bilo da je predmet, ideja, informacija pa čak i objekat [1].

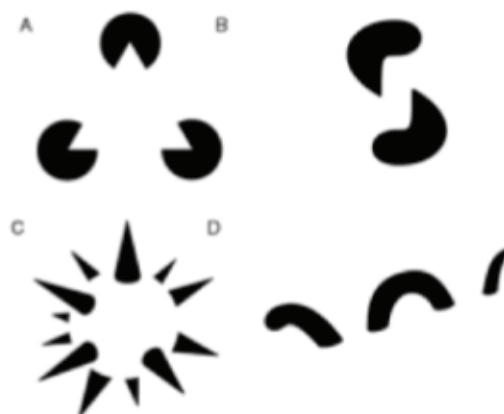
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

2. PRINCIPI VIZUELIZACIJE

Da bismo shvatili kako možemo da procesiramo niz slika kao iluziju pokreta potrebno je objasniti principe koji to omogućavaju.

Tromost oka je fenomen ljudskog čula vida koji se objašnjava time da „utisak“ slike koje ljudsko oko vidi nije trenutna, već da se slika koje oko vidi zadržava na mrežnjači oka u trajanju od oko 1/25 sekunde (oko 4 stota dela sekunde). Osim ovog fiziološkog fenomena bitni su i viši procesi u kojim učestvuje mozak. Osnovni postulat gešalt teorije je da percepcija zavisi od konteksta, celina je vrednija nego suma njenih delova. Jednostavnije objašnjenje je da percepcija ne zavisi samo od stimulusa koji dolaze do čula već u tom procesu učestvuju i viši procesi koji pomažu pri tumačenju stimulusa [2].



Slika 1. Karakteristični stimulusi koji dokazuju gešalt principe

Iluzije „fi“ fenomen (*phi phenomenon*) i beta kretanje (*beta movement*) kreirane od strane Maksa Wertheimera tvoraca gešalt teorije, objašnjavaju tumačenje niza statičnih slika kao kontinualno kretanje. U zavisnosti od sadržaja dva kadra koji se spajaju, fenomen se pojavljuje kao fi transformacija. Ma kakav bio ovaj spoj (rez), on stvara još jedan potpuno novi efekat i novi vizuelni sadržaj. Fi - fenomen upravo počiva na tome što se taj novi sadržaj ne nalazi ni u jednom od dva spojena kadra. Tako smo od dve vrednosti A i B, koje smo spojili, dobili vrednost C. Beta kretanje je iluzije u kojoj je uočeno da se dve ili više slika u mozgu stvara pretpostavka kretanja [2].

Osnovna pravila kretanja su definisana Njutnovim zakonima kretanja. Međutim u zavisnosti od željenog efekta, ne moraju ga nužno pratiti, ali mogu biti potpomognuti njima. Sa ovim zakonima se može dati karakter objektu, u vidu njegove brzine, mase i materijala. Na taj način pomoći ljudskom oku da lakše prihvati sliku. Ovi zakoni opisuju vezu između kretanja tela i sile koja deluje na telo.

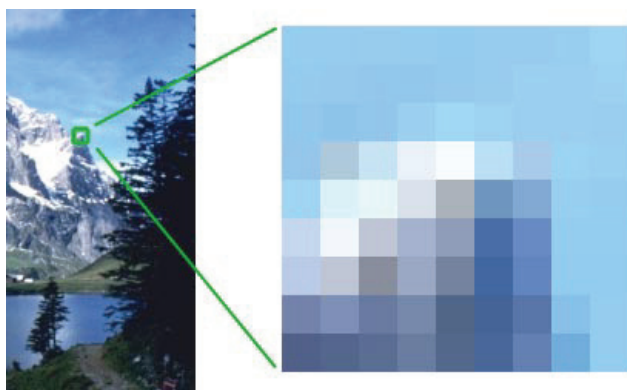
3. ISTRAŽIVANJE

Istraživanje obuhvata analizu promotivnih videa raznih kompanija. U obzir su uzete tehnike kojima su rađene, efekat koji se postigao kao i ciljana grupa i prenošenje poruke. Istraživanjem su ustanovljene mogući pravci i načini izrade prezentacija u skladu sa savremenim tokovima u kreiranju promotivnih video prezentacija. Pored toga bilo je potrebno odabrati i vrstu grafike kao i softvere za korištenje.

3.1. Grafika

Da bi se uopšte moglo pričati o grafici, potrebno je prvo napraviti razliku između dva različita tipa digitalne grafike: rasterske i vektorske. Kao nepisano pravilo, rasterska grafika se koristi za većinu digitalnih i skeniranih slika dok se vektorska koristi za elemente dizajna poput linija, logotipa i tekstova. U oba slučaju postoje izuzeci od pravila. Rastersku grafiku je moguće konvertovati u vektorsku i obrnuto. Ipak, sam proces nije naročito lak [3].

Rasterska grafika, poznatija još i kao bitmap grafika, predstavlja kolekciju piksela, koji mogu da nose različitu količinu informacija (bitova). Slika se sastoji od matrice individualnih piksela od kojih svaki ima vlastitu boju.



Slika 2. Primer rasterske grafike

Vektorska grafika su slike koje su opisane korištenjem matematičkih definicija tako da su konstantno prikazane u najboljem kvalitetu. S obzirom da se može skalirati, vektorska grafika je nezavisna od rezolucije. Vektorska grafika se može povećati i smanjiti bez ograničenja, a linije će ostati čiste i jasne, kako na ekranu tako i na papiru. Font je vrsta vektorskog objekta.



Slika 3. Primer vektorske grafike

3.2. Softverski alati

U ponudi postoji bezbroj softvera kako za pravljenje grafike tako i za vizuelizaciju. Razlika je u količini dostupnih alata kao i praktičnosti korišćenja istih. Za rastersku grafiku najpopularniji program je Adobe Photoshop, a za vektorsku Adobe Illustrator.

Adobe Illustrator je grafički program baziran na vektorskoj grafici i napravljen od strane kompanije Adobe Systems. Adobe Illustrator odlikuje preciznost, fleksibilnost i kontrola boje koliko to jedan vektorski program dozvoljava.

Adobe Photoshop je program kompanije Adobe Systems. To je svestran softver za obradu slika i fotografija i generalno za bilo koju vrstu grafičke obrade rasterske vrste. Interfejs je jako sličan Illustratoru, s time da Photoshop poseduje mnogo više alati za manipulaciju fotke kao i razne filtere i efekte. Iako poseduje dosta sličnosti sa Illustratorom, Photoshop ima veću kontrolu nad grafikom, baš zbog činjenice da može da se menja i piksel po piksel. To ima svoju cenu u vidu slabijeg kvaliteta grafike, ali se taj problem može rešiti tako što se grafika koja se kreira unutar njega bude velike rezolucije.

Program za vizuelizaciju ima mnogo. Izabrati najbolji svodi se na više faktora - koje opcije ima, sa kojom vrstom grafike radi, da li radi sa 2D ili 3D objektima, kakav stil želimo da postignemo i sl. Razvojem tehnologije, dosta ovih programa ima veliki broj opcija na raspolaganju koji čine vizuelizaciju lakšom. Čak se vizuelizacija može raditi i u Illustratoru i Photoshopu. Ipak, pošto ovaj rad zahteva kombinaciju više stilova, izabrao se Adobe After Effects - program zadužen za vizuelne efekte, animacije, kompozicije i razne stvari vezane za post-produkcijski proces filma i tv programa. Može lako da se poveže i sa Illustratorom i Photoshopom te se nameće kao logičan izbor.

Softver se prvenstveno koristi za pravljenje pokretne grafike i vizualnih efekata. Omogućava korisniku da animira, montira i sastavlja razne vidove medija, kako 2D tako i 3D, sa mnogim alatima, ali i dodacima od treće strane u zavisnosti šta korisnik traži. After Effects funkcioniše kao i ostatak Adobe-ovih programa po principu slojeva (layers). Svaka individualni element kao što su video snimci, audio fajlovi, slike, se tretiraju zasebno i mogu da rade u isto vreme ne zavisno od pozicije. S obzirom da funkcioniše uz pomoć slojeva, probleme može da reši njihovim sakrivanjem [4].

3D Studio Max je napredni softver za izradu nepokretnih i animiranih 3D modela i objekata.

Pomoću njega se mogu napraviti realistične scene menjanjem objekata, dodeljivanjem mapa i materijala u vidu tekstura, podešavanjem atmosfere u sceni, dodavanjem svetla, kamera i sličnog [5].

4. IZRADA PREZENTACIJE

4.1. Izrada scenarija

Da bi se neki video mogao realizovati, potrebno je poći od ideje. Ta ideja dolazi sa scenarijom. Scenarij predstavlja tekstualni dokument u kojem je napisana radnja, dijaloz likova i blaži detalji scene. Sadržaj scenarija varira u zavisnosti za kakav proizvod se piše.

Ono što scenarij u svakom slučaju treba da uradi jeste da kroz jasan tekst opiše proizvod kojem je namenjen, bilo da je film, reklama, serija, knjiga, da bi osoba koja ga čita mogla da ga realizuje uzimajući u obzir ograničenja u dovoljenim resursima [6].

4.2. Izrada storyboard

Nakon odobrenog scenarija potrebno je napraviti vizualni scenario - storyboard. Storyboard je dobro poznata alatka u filmskoj industriji i svetu reklama, promo videa kao i svetu video igara. Korišten je u raznim formatima još od početka animacije i filma.

Storyboard se opisuje najčešće kao nevidljiva umetnost. Ona se ne vidi na finalnom proizvodu ali je preko potrebna. To je način opisa i planiranja kontinuiteta i toka filma koristeći niz ilustracija.

Pored vizualnih smernica za kameru i uglove, storyboard je dobar indikator za vizualni budžet. Uz pomoću njega se može videti vrednost produkcije - jer se na njemu jasno može videti broj scena, likova, potrebne opreme i načina postavljanja iste. Storyboard može rastaviti scenario na male detaljne scene, tako jasno pokazujući način pristupa određenim momentima u scenariju, vremenu utrošenom u planiranje istih, kao i potencijalna rešenja [7].

4.3. Izrada grafika

Promotivne video filmove, naročito one edukativno/informativnog karaktera krasi jednostavnija vrsta grafike. Obično se naracija pojača grafikom. Ipak, sama grafika mora biti jasna i efektivna. S obzirom da u radu postoje razni pravilni i nepravilni oblici, za njegovu izradu koristila se kombinacija vektorske i rasterske grafike. Spajanjem jednostavnih, čistih oblika logotipova, mapa, indikatora i nepravilnog ali uprošćenog i lepog stila grafikona, zgrada i sličnih objekata, dobijaju se slike, koje su elegantne za animaciju pritom svojom jednostavnošću ne deluju agresivno posmatraču.

Za grafiku je korišten jednostavniji sistem oblika sa malo boja. Na taj način postignuta je skladnost elemenata u funkciji prezentacije, a posmatrač će imati jasnu sliku šta je prikazano na ekranu, a neće delovati konfuzno usred raznih boja. Dominantna je cijan boja GRID Departmana, zajedno sa njenim nijansama, zatim bela, siva i crna. Ostale boje su prisutne, ali u znatno manjoj meri da sama prezentacija ne bi imala dečiji ili crtani efekat.

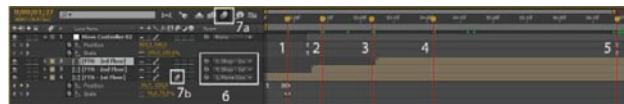


Slika 4. Neke od grafika korištenih u master radu

4.4. Izrada prezentacije

U narednom tekstu je opisan način izrade jedne od animacija koje su urađene u praktičnom delu rada. Naime radi se o prilično kompleksnoj animaciji zgrade koja predstavlja zgradu Fakulteta tehničkih nauka. Zgrada je animirana iz 3 dela (3 sprata), što na slikovit način predstavlja 3 profila obrazovanja koja su postojala na samom početku osnivanja fakulteta.

Na slici 5. prikazane su trake sa kompozicijama koje su animirane u konačnici ove animacije, a na slici 6. su prikazane slike iz animacije koje odgovaraju pozicijama kursora na slici 5. Ovo je ujedno i najjednostavniji dio animiranja ovog segmenta zato što su animirane samo dve trake, dok su druge trake povezane za njih i koriste njihove parametre putanje, kako bi se kretale sinhronizovano, da ne bi došlo do razdvajanja spratova, što bi dovelo do utiska da je zgrada razjedinjena. Svaka od ovih kompozicija u sebi sadrži još kompleksnije animacije koje će takođe biti opisane.



Slika 5. Trake sa animiranim kompozicijama



Slika 5. Slike iz animacije, brojevi označavaju poziciju kursora sa slike 5.

Na slici 5, u okviru koji je označen brojem 6, na svakoj traci se vidi koju traku prati. Dakle FTN - 3rd Floor prati traku FTN - 2nd Floor, koja prati FTN - 1st Floor, koja na kraju prati traku Move Controller 02.

Sa brojem 7 (a i b), na slici 5, označen je *Motion blur*. Ovo je neizostavna stavka kod skoro svake animacije. *Motion blur* radi tako što zamagli predmet koji se kreće. Što se brže predmet kreće to će zamagljenje biti veće, čime ovaj efekat daje utisak velike brzine kretanja objekta. Obzirom da je samo prvi sprat imao veoma brzu putanju odozgo prema dole pri pojavljivanju na sceni, ova opcija je uključena samo na ovoj traci. Pošto je kretanje ostalih traka sporo, zamagljenje bi bilo veoma malo što bi čak moglo i da smeta ukupnom izgledu animacije tako da je sa ostalih traka ova opcija izostavljena. Oznakom 7a je označeno dugme koje uključuje odnosno isključuje ovu opciju za celu kompoziciju, a 7b uključuje/isključuje ovu opciju samo za datu traku.

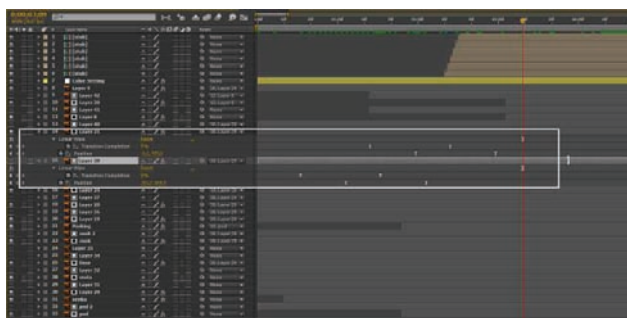
Prvi sprat je najkompleksniji od svih jer je animirano najviše elemenata. Stubovi ispred zgrade, parking, natpis, vrata, prozori, znak na parking, svi su animirani zasebno. Sve se inače moglo animirati odjednom, međutim, iako male stvari, u velikoj meri odaju utisak profesionalnosti kada se obraća pažnja na njih. Pošto je posao sam po sebi komplikovan, zgrada i svi elementi na njoj i oko nje su nacrtani u izometriji što je mnogo olakšalo posao. Na primer, ispred zgrade je animiran jedan stub sa lancem (slika 6.), koji je kopiran šest puta, pri čemu je svaka traka malo pomeren, da bi se animirali jedan po jedan.



Slika 6. Primer rasterske grafike

Slika 7. prikazuje koliko je zapravo ozbiljna animacija samo jednog sprata ove nacrtane zgrade. Da bi se postigli maksimalni mogući rezultati uvek se mora obraćati pažnja

na detalje. Ova animacija traje ukupno 6 sekundi ali je rađena jako dugo, upravo zbog svih detalja koje je potrebno animirati.



Slika 7. Primer rasterske grafike

Obzirom da ostali spratovi sadrže mnogo manje elementa, u njih se ulagalo i manje vremena (jednostavniji su za animiranje). Drugi sprat konkretno ima samo 2 animacije, animaciju krova tranzicijom i izranjanje zgrade koje je rađeno preko maske. Treći dio ima prozore koji su takođe animirani.

4.5. Završna montaža

Nakon svih odrađenih scena, potrebno je sinhronizovati audio sa vizuelnom podlogom, prekontrolisati da li ima grešaka, napraviti kvalitetne prelaze. U tu svrhu koristimo montažu.

5. ZAKLJUČAK

Sa pojavom novih programa, izrada prezentacija postaje sve više dostupna većem broju korisnika. Alatkse se stalno prilagođavaju i unapređuju kako bi bile intuitivnije i lakše za upotrebu, ali za pravo korišćenje programa potrebno je uložiti truda.

Osećaj za vreme, akciju i reakciju je izuzetno bitan i sa vremenom se razvija. Sasvim je moguće da se jedna animacija može rešiti na više načina upotrebom različitih programa. Ipak, samo poznavanja animiranja neće puno koristiti ako se same tehnike i principi ne razrade dobro. Potrebno je shvatiti kada koji element treba da se iskoristi i koji je najbolji način da se tako prezentuje. Grafika igra jako veliki faktor ovde. U zavisnosti od dostupnih elemenata i način na koji su rešeni će da olakšaju šta je sa njima moguće uraditi u animaciji. Za izradu rada kao program za animaciju se najbolje pokazao After Effects, zbog niza alutki kojih poseduje, sposobnosti integracije sa video snimcima, mogućnošću rada sa rasterskom i vektorskom grafikom ali i raznim metodama montaže.

Ovim radom je prikazana istorija animacije kao i sve načine na koje se koristila. Zatim, sa upoznavanjem principa i tehnika animiranja, steklo se dovoljno informacija za rad. Ipak, sam rad nije mogao početi bez osnovne strukture što uključuje scenario i storyboard. Što se više vremena provede za ovim segmentima, to je pravljenje same animacije lakše. Na kraju je opisana svaka scena i šta se sa njom postiglo. Ovo je samo jedan u nizu mogućih rešenja, te pored toga, ovaj rad prikazuje koje su mogućnosti današnjih tehnologija.

6. LITERATURA

- [1] D. Tadić, „*Propagandni film*“, Spektrum books, Beograd, 2009.
- [2] S. Nedeljković, „*Skripte sa predavanja*“, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2011.
- [3] J. Hughes, „*Computer Graphics: Principles and Practice*“, USA: Addison-Wesley Professional, Boston, 2013.
- [4] A. Faulkner, „*Adobe After Effects CC Classroom in a Book*“, Adobe Press, Berkeley, 2014.
- [5] R. Cusson, „*Realistic Architectural Rendering with 3ds Max and mental ray*“ Waltham, Massachusetts, USA: Focal Press, 2009.
- [6] L. Seger, „*Making a Good Script Great, 3rd Ed*“, Silman-James Press, Los Angeles, 2010.
- [7] G. Cristiano, „*Storyboard Design Course: Principles, Practice, and Techniques*“, Barron's Educational Series Inc., New York, 2007.

Adrese autora za kontakt:

MSc Severin Malinović
severin_malinovic@hotmail.com

Dr Dragoljub Novaković, red. prof.
novakd@uns.ac.rs

Mr Ivan Pinčjer, ass.
pintier@uns.ac.rs

Departman Grafičkog inženjerstva i dizajna
Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

**UPOREDNA ANALIZA JQUERY I ANGULAR PLATFORMI
NA PRIMERU MODERNE VEB APLIKACIJE****COMPARATIVE ANALYSIS OF JQUERY AND ANGULAR PLATFORMS
ON THE EXAMPLE OF MODERN WEB APPLICATIONS**

Milica Živković, Darko Avramović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**2. WEB DIZAJN**

Kratak sadržaj – S razvojem veb aplikacija pojavilo se mnogo novih JavaScript okruženja koja uvode drugačiji pristup izradi veb aplikacija. Dva JavaScript okruženja koja su trenutno najviše u upotrebi su jQuery i AngularJS. Cilj ovog rada predstavlja izrađivanje veb aplikacije upotrebom jQuery biblioteke i AngularJS razvojne celine za prezentovanje modernog veb dizajna, kao i za uporednu analizu ovih JavaScript okruženja prema njihovim mogućnostima, brzini učitavanja, dužini i razumljivosti kodova, jednostavnosti za rad, itd.

Ključne reči: Veb aplikacija, JavaScript okruženja, jQuery, AngularJS, veb dizajn

Abstract – Development of web applications brings new JavaScript-based language that introduces a different approach to the development of Web applications. Two JavaScript-based language that are now mostly used are jQuery library and AngularJS framework. The goal of this paper is making Web applications using jQuery library and AngularJS framework to present modern web design, as well as a comparative analysis of the JavaScript-based language according to their capabilities, speed, length and user-friendliness codes, ease of operation, etc.

Keywords: Web application, JavaScript platforms, jQuery, AngularJS

1. UVOD

JavaScript predstavlja nezaobilazan alat u razvoju web aplikacija, pa je sasvim logično što je tokom vremena razvijen veliki broj kvalitetnih JavaScript okruženja čija je osnovna svrha da olakšaju i ubrzaju rad sa JavaScript-om.

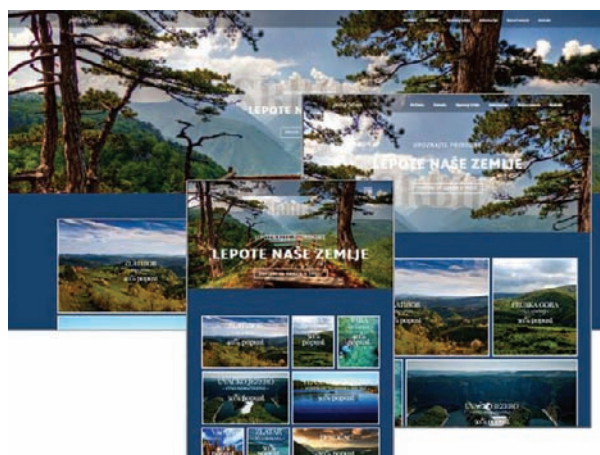
Sa jedne strane ovo je odlična stvar ali je sa druge strane odabir adekvatnog okruženja postao nimalo lak zadatak koji zahteva dosta vremena i istraživanja. Svako JavaScript okruženje karakterišu određene specifičnosti i set funkcionalnosti tipični za baš to okruženje.

S ciljem poređenja JavaScript okruženja jQuery i AngularJS izrađen je sajt PutujSrbija koji predstavlja interaktivnu aplikaciju u obliku jednostrane aplikacije koja sadrži animacije i jednostavnije interaktivne elemente sa korisnicima.

U početnoj fazi izrade web stranice najvažnije je njeno idejno rešenje, odnosno njen izgled, a kasnije i njene funkcionalnosti. Osim samog teksta, web stranica mora imati i odličan grafički izgled, mora biti grafički konstruisana na taj način da kada neko poseti web stranicu prvo opazi njenu vizuelnu stranu. Od same pozadine, zaglavlja, sadržaja, podnožja i ostalih celina sajta, sve mora biti grafički obrađeno jer je web dizajn umetnost stvaranja, pa web stranica, pre svega, mora izgledati jako lepo. Dobar UX (eng. *User experience*) je najvažniji u poslednje vreme, posebno zbog toga što postoji veliki broj sajtova na Internetu i ako web sajt nije lak i ugodan za korišćenje, korisnici će pronaći neki drugi sajt koji im više odgovara [1].

2.1. Responsivni dizajn sajta

Sve je više pametnih mobilnih uređaja i dizajneri moraju da se prilagode da bi osigurali da se korisnici na uređajima različite veličine osećaju lagodno. Sajt PutujSrbija je raspoloživ i prilagodljiv za sve uređaje kojima se pristupa Internetu. To podrazumeva da se izgled stranice može promeniti ukoliko se menjaju dimenzije prozora pretraživača. Na slici 1. je prikazan izgled sajta kod desktop, tablet i mobilnog uređaja.



Slika 1. Responsivni dizajn sajta PutujSrbija

2.2. Interaktivno skrolovanje – „Single Page“ sajt

U prošlosti, većina veb sajtova se sastojala od velikog broja stranica dostupnih sa glavne strane. Međutim, danas je aktuelan trend dizajn sajtova koji sadrže jednu stranicu – ili web sajtova koji se sastoje od jedne glavne, ali dosta dugačke stranice. Sajt PutujSrbija se sastoji iz jedne duže stranice, tako da zajedno sa responsivnim dizajnom, omogućava korisnicima da skroluju i u odnosu na sajtove koji se sastoje od velikog broja stranica, je mnogo

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Avramović.

efikasniji i prijatniji za mobilne korisnike. Ne samo da smanjuje vreme učitavanja, nego je i lakši za korišćenje i dozvoljava više dinamičnih interakcija sa korisnikom.

2.3. Velika pozadinska slika

Jedan od principa za dobar dizajn je kontrast. Minimalan tekst na velikoj slici čini ogromnu uvodnu reč na web stranici. Velika i jasna slika kao pozadina pokazala se mnogo bolje od jednobojne pozadine ili šare. Sajt PutujSrbija sadrži autentičnu naslovnu fotografiju prirode Srbije, što web sajt čini prepoznatljivijim (Slika 2).



Slika 2. Pozadinska slika sajta PutujSrbija

2.4. Fiksirano zaglavlje

U cilju postizanja što jednostavnije navigacije sajt PutujSrbija sadrži fiksirano zaglavlje. Navigacija je spojena sa zaglavljem dok se korisnik nalazi na vrhu stranice. Kada korisnik skrolujete na dole ova navigacija postaje fiksirana u malom bar-u na vrhu ekrana. Fiksirano zaglavlje omogućava da se navigacija nalazi na vrhu bez obzira gde se korisnik nalazi na stranici što olakšava i ubrzava pristup meniju kad god je potrebno. Ovaj tip zaglavlja je takođe dobar motivator za korisnike da istražuju više od onoga što sajt ima da ponudi.

2.5. Animacije koje se aktiviraju skrolovanjem

Veliki broj projekata koji se zasniva na animacijama je prouzrokovan napretkom web tehnologija i nezasitom željom web programera da podignu kvalitet sajta na potpuno novi nivo. Sajt PutujSrbija teži prikazivanju svoje vizuelne priče na dinamičan način pa tako sadrži animacije koje se aktiviraju skrolovanjem. Kada korisnici skroluju, elementi stranica se lagano pojavljuju i uleću u ekran sa strane. Ovaj efekat zahteva minimalnu količinu JavaScript-a koji je neophodan za kontrolisanje CSS klase. One daju svoj pečat sadržaju sajta pružajući korisnicima lakše, pažljivije i mirnije istraživanje.

3. UPOREDNA ANALIZA JAVASCRIPT OKRUŽENJA JQUERY I ANGULARJS

Razvoj naprednog JavaScript programiranja doneo je najpre biblioteke koje drastično olakšavaju rad u JavaScriptu u području za koje su razvijene. Najpoznatiji primer je jQuery koji je razvijen za web dizajn, kao pomoć za selektovanje i manipulaciju DOM elemenata. Pri tome je vrlo jednostavno korišćenje naprednih stvari kao što su animacije ili upravljanje događajima (eng. *Event management*).

Razvojne celine, kosturi ili frameworks se danas razvijaju i traže svoj put do optimuma na isti način kao što su se razvijale biblioteke. Jedan od dominantnijih razvojnih celina za profesionalni web development je AngularJS. Angular predstavlja JavaScript razvojno okruženje koje služi za izradu dobro struktuiranih i lakih za testiranje i održavanje web aplikacija. Angular ima sve što je

potrebno za izradu front-end aplikacija tako da nikakvi drugi dodaci (eng. *Plugins*) nisu potrebni za to.

Kako bi se izvršila uporedna analiza ovih JavaScript okruženja, izrađene su dve verzije sajta PutujSrbija. Prva verzija sajta je urađena pomoću jQuery biblioteke, a druga verzija sajta pomoću AngularJS razvojne celine.

3.1. Upotreba i udeo korišćenja na tržištu

Prilikom izbora web tehnologije važno je uzeti u obzir veličinu zajednice i nivo aktivnog učešća u razvoj zajednice. Na slici 3. je prikazano koji je procenat sajtova koji koriste određenu JavaScript tehnologiju. Prema podacima istraživanja kompanije W3Techs, jQuery biblioteku koristi 66,7% svih sajtova, dok AngularJS koristi 0,2% svih sajtova [2].



Slika 3. Procenat sajtova koji koriste jQuery i AngularJS

3.2. Veličina fajlova JavaScript okruženja

Brzina učitavanja sajta je direktno povezana sa zahtevom ka serveru za učitavanje sajta. Što je više zahteva poslato serveru, to će se sajt sporije učitavati. Pored učitavanja HTML-a, CSS stilova i slika, faktor koji takođe utiče na brzinu učitavanja sajta je i veličina pojedinačnih skript fajlova [3].

Kod sajta PutujSrbija u kojem se upotrebljava jQuery, pored osnovne jQuery biblioteke veličine 93,7 kB, koristi se i biblioteka Handlebars čija veličina iznosi 141 kB i biblioteka za validaciju forme jQuery Validate koja ima veličinu 22 kB, tako da je ukupna veličina skript fajlova 256,7 kB.

Kod sajta PutujSrbija u kojem se upotrebljava AngularJS, pored osnovne AngularJS biblioteke veličine 144 kB, koristi se i biblioteka za animaciju Angular Animate čija veličina iznosi 139 kB, tako da je ukupna veličina skript fajlova 283 kB.

Prema tome, i pored dodatnih biblioteka za izradu sajta PutujSrbija, jQuery i dalje ima malu prednost prema uporednoj analizi veličine fajlova.

3.3. Uporedna analiza jQuery i AngularJS šablona za povezivanje podataka

jQuery biblioteka je efikasna u pogledu kompleksnosti koda u odnosu na JavaScript. Takođe, za određeni kod u JavaScript-u, njegov ekvivalent u jQuery-ju može biti napisan sa manjim brojem linija. Međutim, kada je neophodna upotreba šablona za povezivanje podataka, na osnovu uporedne analize jQuery biblioteke i AngularJS razvojne celine, zaključuje se da je pri radu sa Angularom jednostavnija upotreba šablona za povezivanje podataka. Takođe, kod povezivanja podataka, potreban je manji broj linija koda nego što je potrebno pri radu sa jQuery bibliotekom. Ovo je omogućeno zbog toga što AngularJS podržava dvosmerno povezivanje podataka iz modela i šablona, dok jQuery biblioteka ne podržava.

3.4. Dinamička promena stilova elemenata

Uporednom analizom kodova se zaključuje da je dinamička promena stilova elemenata prilikom skrolovanja stranice jednostavnija pri radu sa jQuery bibliotekom iz nekoliko razloga. Upotrebom jQuery-ja je lakša manipulacija DOM elementima. Prvo se koristi

selektor kako bi se odabrali određeni elementi na stranici koji menjaju stilove prilikom skrolovanja. Posle toga se jednostavno izabere akcija koja se primenjuje na elemente koji su selektovani. Na kraju se prosleđuju parametri koji se odnose na akciju koja se izvršava. Za ovo je potrebno manje linija koda u poređenju sa AngularJS verzijom sajta. Takođe, jQuery biblioteka ima ugrađeni događaj `scrollTop()` koji služi za praćenje vertikalnog skrolovanja stranice. AngularJS to ne podržava pa je bilo neophodno uključiti dodatnu biblioteku Angular Animate.

3.5. Izrada animacija i efekata

Uporedna analiza kodova pokazala je da je upotrebom jQuery biblioteke jednostavnija izrada animacija i efekata, i lakše je razumevanje tog dela koda nego kod AngularJS-a. To je omogućeno zbog toga što jQuery biblioteka poseduje rukovodioce animacije (eng. *Animation helpers*). Takođe, jQuery omogućava vizuelno lepše prikazivanje i sakrivanje elemenata, a za to se koriste metode koje menjaju prozirnost (eng. *Opacity*) elementa kroz vreme. Metode koje se koriste za menjanje prozirnosti elemenata kod sajta PutujSrbija su *fadeIn()* i *fadeOut()* kako bi elementi postepeno postali vidljivi ili nevidljivi, u zavisnosti od korisnikove akcije. AngularJS ne podržava ove metode pa je prikazivanje i sakrivanje elemenata u istom trenutku kada korisnik izvrši akciju, što utiče na vizuelno prikazivanje elemenata.

3.6. Učitavanje HTML sadržaja fajla sa servera

Uporednom analizom kodova se zaključuje da je učitavanje HTML sadržaja fajla sa servera lakše korišćenjem jQuery-ja, odnosno najjednostavnijom AJAX metodom *load()*. Pomoću jQuery biblioteke, rad sa AJAX-om nikada nije bio lakši. jQuery ima ugrađene funkcije u koje je potrebno samo proslediti vrednost, a zatim se vraćaju obrađeni podaci sa servera bez potrebe znanja rada sa AJAX-om. Takođe, jQuery je idealno rešenje, jer je biblioteka kompatibilna za različite Internet pretraživače. Kod AngularJS-a verzije sajta neophodno je da se napravi nova direktiva koja sadrži određene funkcije koje se izvršavaju nad DOM drvetom kako bi se realizovalo dinamičko učitavanje HTML sadržaja fajla sa servera, što može biti komplikovano za početnike.

3.7. Validacija forme i povezivanje podataka

Uporedna analiza kodova pokazala je da je za validaciju forme, kao i za povezivanje podataka iz modela i šablona jednostavnije koristiti AngularJS. Kod jQuery verzije sajta se za klijentsku validaciju forme mora uključiti i *jquery.validate.js* biblioteka. Takođe, za povezivanje podataka je neophodno ugraditi semantički templejt pomoću biblioteke *handlebars.js*. Što se više raznovrsnih tehnologija nalazi u kodu, postoji mogućnost njihovog odstupanja tokom vremena. Kod AngularJS verzije sajta nije potrebno učitavanje dodatnih biblioteka jer Angular sadrži dodatke koji pomažu pri validaciji forme kao i pri povezivanju podataka. Za dvosmerno povezivanje podataka se koristi ugrađena direktiva *ng-model* koja omogućava vezivanje između šablona i modela na jednostavan način.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize JavaScript okruženja zaključeno je da je za potrebu izrade dinamičkih elemenata ovog sajta najpogodnije koristiti jQuery biblioteku. Niz prednosti je

uticao na odabir ove biblioteke. Prilikom izrade jednostavnijih interaktivnih elemenata sa korisnikom, lakše je selektovanje elementa pomoću DOM-a. Korišćenjem jQuery biblioteke, manje koda je potrebno za pisanje određenih funkcija. Dinamička promena stilova elemenata stranice je jednostavnija pri radu sa jQuery bibliotekom. Jednostavnija je izrada animacija i efekata zbog toga što jQuery poseduje rukovodioce animacije. Takođe, jQuery omogućava vizuelno lepše prikazivanje i sakrivanje elemenata. Učitavanje HTML sadržaja fajla sa servera je lakše korišćenjem jQuery-ja. Takođe, biblioteka je kompatibilna za različite Internet pretraživače.

Iako sajt koristi povezivanje podataka koje nije uključeno u jQuery biblioteku, dodatak biblioteke *Handlebars* ne utiče prekomerno na brzinu učitavanja sajta. Međutim, ukoliko bi sajt trebalo proširiti, dodati mu neke zahtevnije funkcije, obezbediti rad sa server-side tehnologijom preko RESTful API-ja i ugraditi druge brojne koncepte za organizovanje web aplikacije, pogodnije bi bilo koristiti JavaScript okruženje kao što je AngularJS.

Biranje koje JavaScript okruženje bi bilo najbolje koristiti u izradi projekta nije jednostavno. Sva JavaScript okruženja su dobra u nečemu. To koliko je neko vrednije od drugog zavisi više od korisnika i kako se upotrebljava, nego od toga šta ono tačno radi. Svako od njih pomaže u izradi sajta, ali svi funkcionišu drugačije. jQuery i AngularJS su napravljeni s različitom namenom. jQuery omogućava lakšu manipulaciju DOM elementima, dok je AngularJS pogodan za izradu čitave aplikacije. Prema tome, zaključuje se da su različita JavaScript okruženja bolja za različite vrste aplikacija.

5. LITERATURA

- [1] Ivezić, J. (2011) Istorija web dizajna. [Online] Dostupno na: http://www.popwebdesign.net/popart_blog/2011/07/istorija-web-dizajna/, [Pristupljeno 25.10.2015.]
- [2] W3techs (2013) Comparison of the usage of JQuery vs. AngularJS for websites, Web technology surveys. [Online] Dostupno na: <http://w3techs.com/technologies/comparison/js-angularjs,js-jquery/>, [Pristupljeno 05.10.2015.]
- [3] Mišković, D. (2014) Osnove web dizajna, dinamičke web stranice. Multimedija. Fakultet za računarstvo i informatiku, Univerzitet Sinergija, Bijeljina

Kratka biografija:



Milica Živković rođena je u Novom Sadu 1991. god. Završila osnovne akademske studije iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna. Interesovanja su joj front-end development, web dizajn i grafički dizajn.

Kontakt: milicagrid@gmail.com



Darko Avramović je rođen u Rumi 1983. godine. Doktorirao je Fakultetu tehničkih nauka, departmanu za Grafičko inženjerstvo i dizajn 2014. godine. Zaposlen kao docent.

Kontakt: adarko@uns.ac.rs

**UTICAJ POVRŠINSKE MASE PAPIRA I GRAFIČKIH SISTEMA
NA PORAST TONSKIH VREDNOSTI U ELEKTROFOTOGRAFIJI****INFLUENCE OF PAPER WEIGHT AND GRAPHIC SYSTEMS
ON TONE VALUE INCREASE IN ELECTROPHOTOGRAPHY**

Nikolina Tomić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena kontrola parametara kvaliteta otisaka dobijenih tehnikom digitalne elektrofotografske štampe. Kontrola kvaliteta obuhvata merenje porasta tonских vrednosti, optičke gustine i razlike boja na ukupno dvadeset i četiri uzorka. Uzorci su grupisani tako da svaka grupa obuhvata osam nepremaznih papira različitih gramatura. Svaka grupa uzoraka dobijena je drugim štamparskim sistemom. Korišćeni elektrofotografski sistemi su dva modela kompanije XEROX i jedan model kompanije KONICA MINOLTA. Nakon kompletiranja svih grupa uzoraka, vrši se merenje parametara mernim uređajem SpectroDens kompanije TECHKON.

Ključne reči: Elektrofotografska štampa, porast tonских vrednosti, optička gustina, razlika boja, površinska masa

Abstract – This paper presents quality control of impressions obtained by electrophotographic system. Quality control includes the measurement of tone value increase, optical density and color difference on total twenty-four samples. Samples are grouped so that each group includes eight uncoated papers with different paper weight. Each group of samples is obtained by other printing system. Used electrophotographic systems are two XEROX models and one KONICA MINOLTA model. After completing all the groups of samples parameters were measured with measuring device SpectroDens.

Keywords: Electrophotography, tone value increase, optical density, color difference, surface mass

1. UVOD

Tehnika digitalne štampe se u pogledu konkurentnosti poslednjih godina nameće kao potpuno ravnopravna tehnikama mnogo naprednijih performansi. Razlog tome je kretanje grafičke proizvodnje u pravcu smanja obima poslova kao i pravcu personalizacije grafičkih proizvoda. Veliki uticaj na ovakav trend ostvaruje savremeni potrošač koji je svestan svojih zahteva kao i finansijskih mogućnosti. Jedina tehnika koja ispunjava sve zahteve potrošača takvog profila jeste digitalna.

U okviru rada razmatrana je tehnika elektrofotografske štampe koja nasuprot drugim tehnikama tokom najskorijeg perioda beleži konstantan rast konkurentnosti. Cilj ovog rada jeste razmatranje uticaja koji promena

štamparskog sistema odnosno promena površinske mase podloge ostvaruje na rezultate merenja parametara kvaliteta. Pored razmatranja međusobnog odstupanja vrednosti dobijenih merenjem, razmatra se i odstupanje od standardizovanih vrednosti.

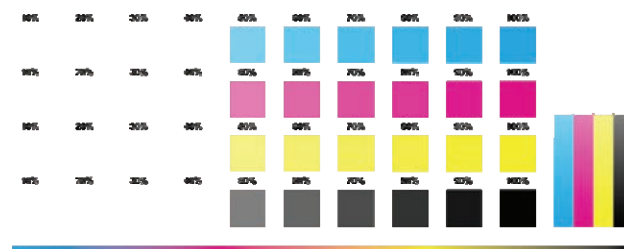
2. EKSPERIMENT

Kontrola parametara kvaliteta vrši se na uzorcima dobijenim pomoću štamparskih sistema: XEROX DocuColor 250, KONICA MINOLTA Bizhub C224e i XEROX WorkCentre 7228. Pomoću navedenih štamparskih sistema, dobijena su tri seta uzoraka pri čemu svaki set obuhvata osam nepremaznih papira površinske mase: 80 g/m², 100 g/m², 130 g/m², 160 g/m², 170 g/m², 200 g/m², 240 g/m² i 300 g/m². U cilju lakšeg izvođenja eksperimenta svakom od uzoraka data je oznaka. Oznake su predstavljene u tabeli 1.

Tabela 1. Oznake uzoraka

DocuColor250	BizhubC224e	WorkCentre7228	Gramatura
1A	1B	1C	80 g/m ²
2A	2B	2C	100 g/m ²
3A	3B	3C	130 g/m ²
4A	4B	4C	160 g/m ²
5A	5B	5C	170 g/m ²
6A	6B	6C	200 g/m ²
7A	7B	7C	240 g/m ²
8A	8B	8C	300 g/m ²

Na svakom uzorku je ista test karta data na slici 1 i sačinjena je od polja tonske vrednosti: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 i 100 procenata za procesne boje: cijan, magentu, žutu i crnu.



Slika 1. Test karta korišćena u eksperimentu

Eksperimentalni deo obuhvata kontrolu tri parametra:

1. Porast tonских vrednosti,
2. Optičku gustinu na polju punog tona i
3. Razliku boja na polju punog tona.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent.

Kontrola podrazumeva instrumentalno merenje parametara uređajem TECHKON SpectroDens. Pomoću mernog uređaja mere se tonske vrednosti svih polja za sve četiri procesne boje na beloj mernoj podlozi pri čemu se kao referentno uzima polje punog tona, a sam porast se dobija oduzimanjem ciljne vrednosti od vrednosti dobijene na displeju uređaja. Optička gustina polja punog tona za sve četiri procesne boje meri se pomoću istog mernog uređaja uz obaveznu kalibraciju uređaja na delu uzorka bez boje. Razlika boja ΔE se računa na osnovu izmerenih CIE Lab vrednosti pomoću formule (1).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (1)$$

Gde je: ΔE^* - razlika boja

ΔL^* - razlika između svetlo/tamno

Δa^* - razlika po crveno/zelenoj osi

Δb^* - razlika po žuto/plavoj osi

Razmatranje izračunatih razlika vrši se na osnovu tabele 2.

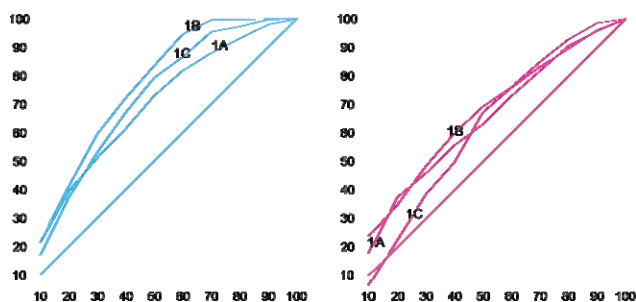
Tabela 2. Opisno data vizuelna razlika

ΔE^* između 0 i 1	Generalno neprimetna
ΔE^* između 1 i 2	Veoma mala razlika
ΔE^* između 2 i 3.5	Srednja razlika
ΔE^* između 3.5 i 5	Krupna razlika
ΔE^* preko 5	Masivna razlika

3. REZULTATI I DISKUSIJA

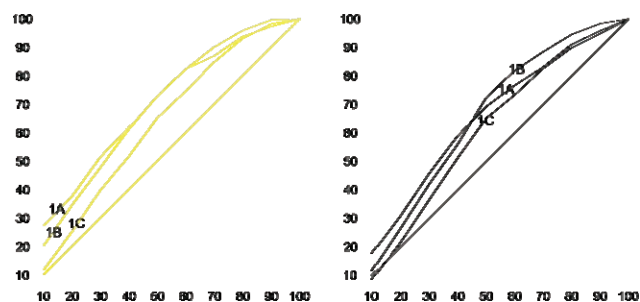
3.1. Rezultati merenja porasta tonskih vrednosti

Vrednosti porasta dobijene merenjem odnosno izračunavanjem, predstavljaju se u vidu grafika. U okviru koordinatnog sistema, čija x osa odgovara očekivanim vrednostima nasuprot dobijenim koje odgovaraju y osi, grupisane su tri krive porasta kako je prikazano na slikama 2 i 3. Svaka kriva predstavlja poraste koje je reprodukovao jedan od korišćenih štamparskih sistema na podlozi gramature 80 g/m². Cilj ovakvog načina predstavljanja jeste prikaz koji od štamparskih sistema je reprodukovao najveće, srednje i najmanje vrednosti porasta za svaku procesnu boju. Identičan način predstave primenjen je i na ostatku uzoraka, ali su zbog ograničenosti prostora u nastavku predstavljeni porasti reprodukovani na podlogama najmanje površinske mase. Isto važi za predstavu svih parametara obuhvaćenih eksperimentom.

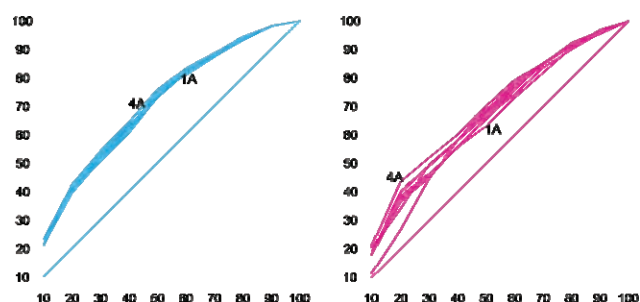


Slika 2. Porasti za C i M na podlogama gramature 80 g/m²

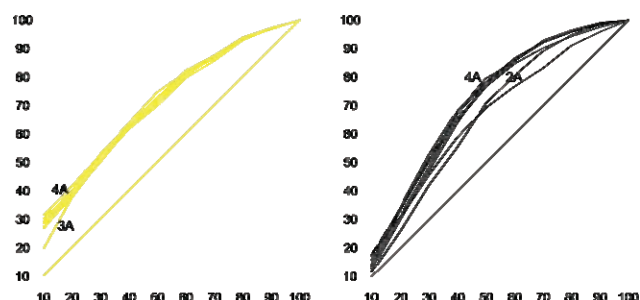
Nasuprot razmatranja zavisnosti dobijenih vrednosti od promene štamparskog sistema, razmatra se i zavisnost od promene površinske mase podloge kako je prikazano na slikama 4 i 5.



Slika 3. Porasti za Y i K na podlogama gramature 80 g/m²



Slika 4. Porast za C i M za sistem DocuColor 250



Slika 5. Porast za Y i K za sistem DocuColor 250

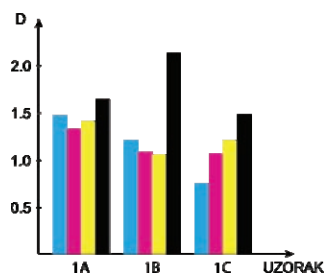
Ovim načinom predstavljanja u okviru jednog koordinatnog sistema sa identičnim osama kao i u slučaju prethodnog, grupisano je osam kriva porasta. Svaka kriva odgovara podlozi određene gramature odnosno vrednostima porasta koje je reprodukovao XEROX DocuColor 250. Na osnovu grafičkih prikaza porasta dolazi se do zaključka da mnogo veći uticaj na porast tonskih vrednosti ostvaruje promena štamparskog sistema nasuprot promeni površinske mase podloge. Opširnije razmatranje porasta dato je u okviru tabele 3.

Tabela 3. Najmanji i najveći reprodukovani porasti

Gramatura	Najmanji porast TV				Najveći porast TV			
	c	m	y	k	c	m	y	k
1	A	C	C	C	B	B	A	A
2	A	C	C	C	B	B	A	B
3	A	C	C	C	B	A	B	A
4	C	C	C	C	B	B	B	A
5	A	A	C	C	B	B	B	A
6	A	C	C	C	B	B	B	A
7	A	C	C	C	B	B	A	A
8	B	C	C	C	C	B	B	A

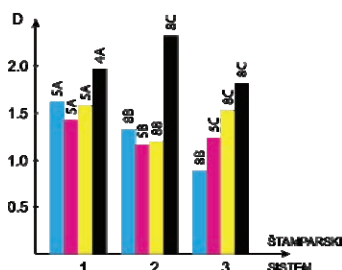
3.2. Rezultati merenja optičke gustine

Rezultati merenja optičke gustine predstavljeni su grafički kao na slici 6. Cilj grafičkog predstavljenja jeste prikaz optičkih gustina izmerenih na podlozi jedne gramature, ali tako da je jasno uočljiva razlika između dobijenih vrednosti zavisna od promene štamparskog sistema.



Slika 6. Optička gustina na podlogama gramature 80 g/m²

U cilju razmatranja da li i u kolikoj meri promena površinske mase podloge utiče na dobijene vrednosti, preklapljeni su grafički prikazi optičke gustine za sve uzorke. Rezultati su predstavljeni na slici 7.



Slika 7. Najveće reprodukovane optičke gustine

Ono što se izvodi kao zaključak jeste da kao i u slučaju prethodnog parametra veći uticaj na rezultate merenja ima promena štamparskog sistema. Dakle u zavisnosti od samog štamparskog sistema, karakteristika štamparske boje, podešavanja, servisiranja kao i mnogih drugih parametara reprodukovane se različite optičke gustine.

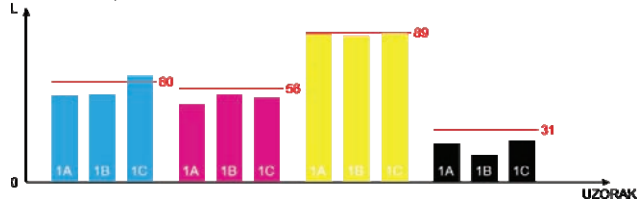
3.3. Rezultati merenja razlike boja

Pre samog razmatranja razlika boja, bitno je utvrditi da li su dobijene CIE Lab vrednosti, izmerene na polju punog tona u granicama koje propisuje dati standard. Standard koji propisuje CIE Lab vrednosti jeste ISO 12647-2:2004/Amd 1:2007. Standard je inicijalno namenjen području ofste štampe i obuhvata 2 tabele, jednu za merenja na crnoj, a drugu za merenja na beloj mernoj podlozi. Kako je vidljivo i u samom nazivu standarda, proširen je 2007. godine pa se tabela za merenja na beloj mernoj podlozi koristi za probne otiske koji se dobijaju tehnikom digitalne štampe. Što se tiče potreba eksperimenta, koristi se samo deo tabele za nepremazne bele papire pa su konkretne CIE Lab vrednosti date u okviru tabele 4.

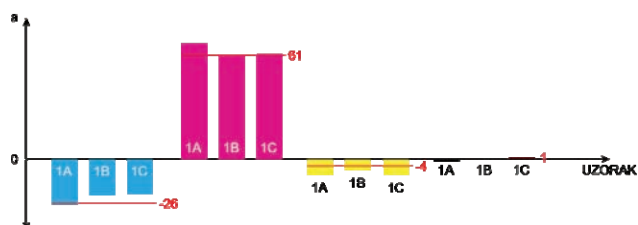
Tabela 4. Standardizovane CIE Lab vrednosti

Nepremazni beli	L*/a*/b*
C	60/-26/-44
M	56/61/-1
Y	89/-4/78
K	31/1/1

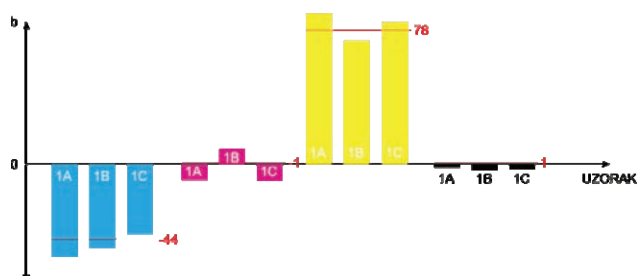
U cilju lakšeg upoređivanja dobijenih vrednosti sa standardizovanim, grafički su predstavljene L*, a* i b* vrednosti za sve procesne boje kako je prikazano na slikama 8, 9 i 10.



Slika 8. Vrednosti L* na uzorcima gramature 80 g/m²



Slika 9. Vrednosti a* na uzorcima gramature 80 g/m²



Slika 10. Vrednosti b* na uzorcima gramature 80 g/m²

Kao zaključak može se izvesti da su dobijene vrednosti pretežno iznad ili ispod graničnih i da bi trebalo izvršiti adekvatno podešavanje sistema. Razlika između dobijenih vrednosti mnogo je izraženija kada se promeni štamparski sistem nasuprot promeni površinske mase podloge. Razlika se prvo računa iz među uzoraka iste gramature koji su reprodukovani različitim štamparskim sistemima i opisno se zaključuje masivnost razlike kako je predstavljeno u okviru tabele 5.

Tabela 5. Razlika boja između uzoraka gramature 80 g/m²

	Boja	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	Zaključak
1A i 1B	C	0,46	5,64	5,27	7,73	Masivna
	M	7,08	-7,12	18,24	20,82	Masivna
	Y	-1,31	2,76	-16,06	16,35	Masivna
	K	-6,97	1,56	-1,47	7,29	Masivna
1A i 1C	C	11,37	6,26	13,35	18,62	Masivna
	M	4,67	-6,29	-0,30	7,84	Masivna
	Y	0,45	-0,06	-5,23	5,25	Masivna
	K	1,66	2,29	-0,81	2,94	Srednja
1B i 1C	C	10,91	0,62	8,08	13,59	Masivna
	M	-2,41	0,83	-18,54	18,71	Masivna
	Y	1,76	-2,82	10,83	11,33	Masivna
	K	8,63	0,73	0,66	8,69	Masivna

Nakon izračunavanja razlika za sve uzorke, računa se i razlika između uzoraka različite gramature koji su dobijeni istim štamparskim sistemom XEROX DocuColor 250 kako je predstavljeno u tabeli 6.

Tabela 6. Razlika boja između svih gramatura

	Boja	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	Zaključak
1A i 2A	c	0,89	-1,80	-0,64	2,11	Srednja
	m	-0,44	1,82	-2,61	3,21	Srednja
	y	1,11	-0,93	5,44	5,63	Masivna
	k	-3,42	-0,07	0,39	3,44	Srednja
2A i 3A	c	0,25	2,86	1,27	3,14	Srednja
	m	1,35	-2,94	4,03	5,17	Masivna
	y	0,09	1,54	-4,70	4,95	Krupna
	k	0,71	0,42	-0,10	0,83	Neprimetna
3A i 4A	c	-0,20	-4,28	-2,70	5,06	Masivna
	m	-1,44	4,56	-4,20	6,36	Masivna
	y	0,46	-1,50	6,63	6,81	Masivna
	k	-4,34	-0,40	0,32	4,37	Krupna
4A i 5A	c	-1,09	1,74	-0,51	2,12	Srednja
	m	-0,67	0,10	1,65	1,78	Veoma mala
	y	-0,07	0,15	-0,14	0,22	Neprimetna
	k	2,67	-0,09	0,00	2,67	Srednja
5A i 6A	c	0,42	1,56	-0,11	1,62	Veoma mala
	m	0,21	-0,81	0,12	0,85	Neprimetna
	y	-0,89	0,41	-4,97	5,07	Masivna
	k	-1,05	0,41	-0,44	1,21	Veoma mala
6A i 7A	c	0,64	1,00	0,48	1,28	Veoma mala
	m	0,75	-0,27	-0,19	0,82	Neprimetna
	y	0,64	0,06	0,87	1,08	Veoma mala
	k	-1,41	-0,21	-0,09	1,43	Veoma mala
7A i 8A	c	0,00	-2,51	0,42	2,54	Srednja
	m	-0,93	1,17	-0,76	1,68	Veoma mala
	y	0,03	-0,30	2,56	2,58	Srednja
	k	-1,47	-0,04	0,61	1,59	Veoma mala
1A i 4A	c	0,94	-3,22	-2,07	3,94	Krupna
	m	-0,53	3,44	-2,78	4,45	Krupna
	y	1,66	-0,89	7,37	7,61	Masivna
	k	-7,05	-0,05	0,61	7,08	Masivna
1A i 8A	c	0,91	-1,43	-1,79	2,47	Srednja
	m	-1,17	3,63	-1,96	4,29	Krupna
	y	1,37	-0,57	5,69	5,88	Masivna
	k	-8,31	0,02	0,69	8,34	Masivna

Razlika boja razmatra se i u odnosu na ISO 12647-2:2004/Amd 1:2007 standard. U tabeli 7 data je razlika boja uzoraka dobijenih prvim štamparskim sistemom.

Tabela 7. Razlika boja u odnosu na ISO standard

	Boja	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	Zaključak
1A	c	7,99	0,91	10,27	13,04	Masivna
	m	9,76	-7,00	8,37	14,64	Masivna
	y	1,07	5,16	-9,76	11,09	Masivna
	k	7,98	2,43	3,13	8,91	Masivna
2A	c	7,14	2,67	10,96	13,35	Masivna
	m	10,27	-8,80	10,98	17,42	Masivna
	y	-0,05	6,09	-15,23	16,40	Masivna
	k	11,52	2,48	2,71	12,09	Masivna

3A	c	6,87	-0,19	9,69	11,88	Masivna
	m	8,89	-5,87	6,93	12,71	Masivna
	y	-0,21	4,54	-10,54	11,48	Masivna
	k	10,90	2,03	2,84	11,45	Masivna
4A	c	7,04	4,11	12,39	14,83	Masivna
	m	10,36	-10,47	11,13	18,46	Masivna
	y	-0,64	6,05	-17,17	18,22	Masivna
	k	15,28	2,44	2,50	15,67	Masivna
5A	c	8,15	2,36	12,90	15,44	Masivna
	m	11,06	-10,56	9,51	18,01	Masivna
	y	-0,53	5,90	-17,02	18,02	Masivna
	k	12,48	2,54	2,50	12,98	Masivna
6A	c	7,71	0,80	13,02	15,15	Masivna
	m	10,81	-9,70	9,36	17,28	Masivna
	y	0,32	5,49	-12,05	13,25	Masivna
	k	13,67	2,22	2,90	14,15	Masivna
7A	c	7,10	-0,20	12,53	14,40	Masivna
	m	10,05	-9,44	9,56	16,78	Masivna
	y	-0,36	5,43	-12,93	14,03	Masivna
	k	14,94	2,34	3,05	15,43	Masivna
8A	c	7,08	2,31	12,13	14,23	Masivna
	m	10,97	-10,61	10,32	18,42	Masivna
	y	-0,33	5,73	-15,47	16,50	Masivna
	k	16,42	2,40	2,41	16,77	Masivna

4. ZAKLJUČAK

Izvođenjem eksperimenta može se zaključiti da su porast tonskih vrednosti kao i optička gustina i razlika boja zavisni od razmatranih parametara kvaliteta, ali svakako veći uticaj ostvaruje sam štamparski sistem. Stoga posebna pažnja mora biti posvećena izboru sistema kojim će se reprodukovati otisci. Proizvodnja datog grafičkog proizvoda treba da se obavlja na istom štamparskom sistemu jer će samo u tom slučaju rezultujuće vrednosti odgovarati očekivanim. Ukoliko i dođe do određenih odstupanja u okviru bilo kog parametra, na ovaj način ih je mnogo lakše uočiti i blagovremeno ukloniti.

5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Pavlović, Ž., Karlović, I., Pešterac, Č., (2009) Reprodukciona tehnika, priručnik za vežbe. 2. izdanje. Novi Sad, FTN Izdavaštvo
- [2] Kašiković, N., (2014) Tehnike štampe, materijal sa predavanja. Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu. [Online] Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/predmet2.html?predmet=10&plan=1999> [Pristupljeno:10.10.2015]

Adresa autora za kontakt:

MSc Nikolina Tomić, nixy991@gmail.com
Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
MSc Ivana Jurić, rilovska@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, Novi Sad

RAZVOJ BAZE ZNANJA SAVREMENE GRAFIČKE LABORATORIJE**THE DEVELOPMENT OF THE KNOWLEDGE BASE OF
THE CONTEMPORARY GRAPHIC LABORATORY**

Jelena Vasić, Dragoljub Novaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj –U radu su prikazana istraživanja procesa oblikovanja koncepta savremene grafičke laboratorije u pogledu opreme koju bi ona trebalo da sadrži kako bi se obezbedila osnova baze znanja koja bi omogućila učenje o savremenoj opremi. Oblikovanje koncepta vršeno je kroz razvijanje interaktivnog kataloga opreme grafičkog centra GRID u okviru projekata za razvoj baze znanja za učenje na daljinu. Kroz interaktivni katalog opreme omogućen je pristup velikom broju mašina i uređaja. U radu su predstavljeni samo karakteristični predstavnici za svaku od faza grafičke proizvodnje.

Ključne reči: Grafička laboratorija, Grafička proizvodnja, Baza znanja, Interaktivni katalog opreme

Abstract – The paper presents the research of the process of forming the concept of modern graphic laboratories in terms of equipment which it is supposed to contain in order to provide a basis of knowledge base that would allow the teaching about modern equipment. Shaping of the concept was done through the development of an interactive equipment catalog of graphic center GRID in the framework of projects for the development of the knowledge base for learning. Interactive equipment catalog provides access to a large number of machines and devices. This paper presents only typical representatives for each of the phases of graphic production.

Keywords: Graphic laboratory, Graphic production, Knowledge base, Interactive equipment catalogue

1. UVOD

Istraživanja su realizovana kroz faze oblikovanja interaktivnog sadržaja. U okviru prve faze izvršena je analiza sadržaja, ciljne grupe kojoj je sadržaj namenjen i potreba koje interaktivni sadržaj treba da zadovolji. Nakon izvršene analize, pristupljeno je fazi dizajniranja sadržaja, zatim njegovom razvoju, implementaciji, i na kraju evaluaciji od strane krajnjih korisnika.

Vizualizacija interaktivnog kataloga opreme, u pogledu oblikovanja i animiranja sadržaja, izvršena je korišćenjem alata HTML5 i CSS3, kao savremenih alata koji se koriste za formiranje interaktivnih sadržaja dostupnih na Internetu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red. prof.

2. UČENJE NA DALJINU

Pojava novih medija dovela je do velikih promena u komunikaciji među ljudima koje su se odrazile i na polju obrazovanja, i dovele su do oblikovanja novih vidova učenja koji se veoma razlikuju od tradicionalnih metoda. Osnovna ideja učenja na daljinu jeste mogućnost stvaranja i održavanja produktivnog okruženja u slučaju kada direktna komunikacija ili prisustvo nisu mogući [3].

Učenje na daljinu danas podrazumeva izvođenje edukativnog programa elektronskim putem, putem Interneta, i zasniva se na korišćenju savremene računarske i komunikacione tehnologije [7].

Termin elektronsko učenje još uvek se povezuje sa upotrebom tehnologije u učenju. Međutim, termin tehnološki unapređeno učenje (*eng. technology-enhanced learning*) sve više dobija prednost, jer ističe način na koji tehnologija daje na vrednosti učenju kroz lakše povezivanje sa informacijama i drugim učesnicima procesa učenja. Omogućeni su stalni pristup materijalu za učenje, veći izbor u pogledu vremena, mesta i tempa učenja, alternativni načini studiranja, razmena znanja sa različitim lokacijama, brze povratne informacije, aktivno učenje u pogledu korišćenja interaktivnih tehnologija i multimedijalnih sadržaja, kao i razvoj veština za život i rad u virtuelnom dobu [9].

2.1. Značaj elektronskog učenja

Nadmoć elektronskog učenja dolazi iz načina na koje ono koristi raspoložive medije i svrhe u koje ih primenjuje. Drugim rečima, dizajn nastave je ono što određuje nivo uspešnosti programa za učenje na daljinu, a ne upotreba različitih tehnologija ili nedostatak istih. Dizajn je taj koji će iskustvo učenja učiniti iscrpljujućim ili podsticajnim, smislenim ili besmislenim [2].

Računari i umrežene tehnologije koje omogućavaju elektronsko obrazovanje predstavljaju samo zamenu medija koji su se do sada koristili u okviru sprovođenja tradicionalne nastave. Umesto toga, ove tehnologije, prožete inovativnim pedagoškim metodama, omogućavaju profesorima i studentima da predaju i uče na mnogo efikasniji način [11].

**3. KONCEPT SAVREMENE GRAFIČKE
LABORATORIJE**

Proces proizvodnje grafičkih proizvoda se može podeliti na tri faze: pripremu za štampu, štampu i završnu grafičku obradu [6]. U cilju postizanja najvišeg kvaliteta grafičkih proizvoda koji nastaju u okviru ovog procesa, neophodno je dobro poznavanje svake od faza. Svaka savremena grafička laboratorija bi trebalo da sadrži mašine, uređaje i

softvera koji obuhvataju sve faze grafičke proizvodnje, kako bi se proces u potpunosti mogao posmatrati i analizirati.

3.1. Priprema za štampu

Priprema za štampu predstavlja prvu fazu izrade grafičkog proizvoda, i obuhvata sve korake koji se izvode pre samog procesa štampe. Tradicionalno, priprema za štampu je podeljena na tri faze: obradu teksta, reprodukciju i montažu i izradu štamparskih formi [6].

Softveri koji predstavljaju osnovu faze pripreme za štampu na polju više straničnih proizvoda, su Adobe InDesign, QuarkXPress, Serif PagePlus i Scribus, dok su Adobe Illustrator i Corel DRAW softveri koji imaju prednost kada se radi o pripremi i dizajnu jednostraničnih proizvoda [1]. Kako ambalaža predstavlja značajan deo grafičke industrije koji se može izdvojiti kao samostalna delatnost, u okviru savremene grafičke laboratorije morao bi se naći barem jedan od softvera za njeno projektovanje i dizajniranje. Iz tog razloga, kao karakterističan predstavnik faze pripreme za štampu, u vidu softverske aplikacije, odabran je EngView Package Designer.

3.2. Štampanje

Štampanje predstavlja drugu fazu procesa grafičke proizvodnje u okviru koje štamparska forma dolazi u dodir sa podlogom za štampu na koju se sa štamparske forme prenosi boja. U poslednjih nekoliko godina, najveći uticaj na grafičku industriju i razvoj tehnika štampe imaju računar i informacione tehnologije, što je u potpunosti u skladu sa ekspanzijom virtuelnog doba [6].

Prema analizi tržišta koju je izvršio profesor Frenk Romano, tehnike digitalne štampe beleže svakodnevni rast. Na osnovu toga predviđa se mogućnost da će digitalne tehnike uticati na ofset štampu na isti način na koji je ofset uticala na visoku štampu [10]. Iz tog razloga, kao karakterističan predstavnik faze štampe odabrana je digitalna mašina za štampu Epson StylusPro 7800.

Tabela 1. Tehničke specifikacije mašine za digitalnu štampu Epson StylusPro 7800

Tehnologija štampe	8 glava za 8 boja
Konfiguracija mlaznica	180 mlaznica po glavi
Min veličina kapljice	3,5 pl
Rezolucija štampe	2880 x 1440 dpi; 1440 x 720 dpi; 720 x 720 dpi; 720 x 360 dpi; 360 x 360 dpi
Nivo šuma	50 dB(A) u skladu sa ISO 7779 standardom
Max širina podloge za štampu	Oko 600 mm (24")
Zapremina kertridža za boju	110 ml po boji

3.3. Završna grafička obrada

Završna grafička obrada predstavlja treću fazu grafičke proizvodnje u okviru koje grafički proizvodi dobijaju konačan oblik, a time i upotrebnu vrednost. Iz tog razloga savremena grafička laboratorija bi trebalo da poseduje mašine koje izvode osnovne operacije završne grafičke obrade kako bi se proces proizvodnje mogao sprovesti do kraja [8].

Danas se u okviru faze završne grafičke obrade koristi i do dve hiljade različitih operacija. Iako postoji veliki broj operacija koje se još uvek obavljaju ručno, za velike serije završna grafička obrada proizvoda se vrši isključivo mašinskim putem [8].

Kako operacija rezanja predstavlja jednu od osnovnih operacija koje se izvode u okviru faze završne grafičke obrade, logično je da karakterističan predstavnik ove faze u okviru jedne savremene grafičke laboratorije bude upravo mašina za rezanje i to Perfecta76 Htvc.

Tabela 2. Tehničke specifikacije mašine za rezanje Perfecta 76 Htvc

Širina stola za rezanje	760 mm
Max visina naslage	110 mm
Korisna širina stola	760 mm
Min širina otpada	15 mm
Max sila pritiskne grede	25 kN
Min sila pritiskne grede	2 kN
Brzina kretanja graničnika	300 mm/s

3.4. Kontrola u okviru procesa grafičke proizvodnje

Kontrola u okviru grafičke proizvodnje može biti subjektivna (vizuelna) i objektivna (instrumentalna). Usled psiholoških, emocionalnih i fizičkih odstupanja, subjektivna kontrola se smatra nepouzdanom, te se u cilju postizanja visokog kvaliteta reprodukcije grafičkih proizvoda, u okviru svake od faza grafičke proizvodnje vrši objektivna kontrola. Samo kombinacija subjektivne i objektivne kontrole daje celokupan utisak kvaliteta utoku grafičke proizvodnje, s obzirom na to da se one međusobno dopunjuju. Objektivne metode kontrole kvaliteta obuhvataju denzitometrijsku, kolorimetrijsku i spektrofotometrijsku kontrolu, i digitalnu obradu slike [5].

Kao predstavnik grupe mernih instrumenata odabran je Techkon SpectroDensPremium ručni spektrodensitometar. Ovaj uređaj omogućava vršenje denzitometrijske i kolorimetrijske kontrole u okviru procesa grafičke proizvodnje.

Tabela 3. Tehničke specifikacije mernog uređaja Techkon SpectroDens Premium

Merna geometrija	0/45° (DIN 5033 standard)
Spektralni opseg	400 – 700 nm
Merni otvor	Kružni otvor prečnika 3 mm
Izvor svetlosti	LED
Tipovi osvetljenja	A, C, D50, D65, F 2/7/11
Standardni posmatrač	2°, 10°
Opseg merenja optičke gustine	0,00 – 2,50 D

4. ODABRANI ALATI ZA IZRADU INTERAKTIVNOG KATALOGA OPREME

Oblikovanje i vizuelizacija kataloga opreme Grafičkog centra GRID izvršeno je korišćenjem alata HTML5 i CSS3, pri čemu je kod pisan korišćenjem Sublime Text editora. HTML5 podržava reprodukciju audio i video sadržaja, i iz tog razloga predstavlja pogodan alat za izradu interaktivnih sadržaja namenjenih učenju na daljinu.

4.1. HTML5

HTML predstavlja jezik za opisivanje informacija u cilju njihovog prikazivanja uveb pretraživaču. Njegova poslednja verzija, HTML5, predstavlja proizvod saradnje između World Wide Web Consortium-a (W3C) i Web Hypertext Application Technology Working Group-a (WHATWG) u vidu pokušaja da se definiše jezik koji se može pisati i u HTML-u i u XHTML-u.

Osnovni cilj pete verzije HTML-a bilo je njegovo unapređenje i dodavanje podrške za multimedijalne sadržaje. Važnu odliku HTML5 predstavlja mogućnost njegove primene na većini trenutno postojećih platformi, što znači da nije bitno sa kog uređaja se sadržaj pregleda, sve dok u samom veb pretraživaču postoji podrška za prikaz HTML5 [4].

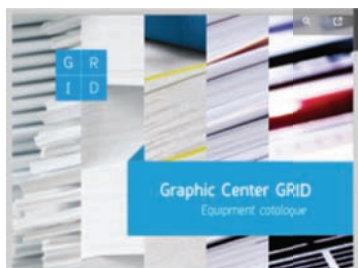
4.2. CSS3

CSS (eng. *Cascading Style Sheets*) je specifikacija koja služi za definisanje stilova kojima se određuje izgled HTML stranice. U okviru stila definišu se atributi koji određuju izgled nekog od elemenata HTML stranice u pogledu odabira fonta, boje, pozicije, dimenzija itd. Ovi stilovi se čuvaju kao eksterne datoteke u .css formatu, a mogu biti i interni kada se pišu unutar elementa <head> ili u samom HTML elementu [4].

CSS3 predstavlja najnoviji standard CSS-a, koji je kompatibilan sa njegovim starijim verzijama, što obezbeđuje dostupnost svih dosadašnjih funkcija. Razvojem novih modula, CSS3 doprinosi stvaranju boljeg vizuelnog doživljaja kod korisnika sadržaja na Internetu. Atributi definisani u okviru ovih modula nisu u potpunosti podržani od strane svih veb pretraživača (ili su podržani uz određeni uslov) tako da prilikom razvoja treba obratiti pažnju na dostupnost i kompatibilnost [4].

5. IMPLEMENTACIJA

Prikaz trenutnog izgleda kataloga mašina koji se nalazi u okviru sajta Departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn dat je na Slici 1.



Slika 1. Prikaz trenutnog izgleda kataloga opreme

U ovom slučaju radi se o pasivnom prikazu kataloga u vidu .pdf dokumenta, u okviru kojeg je opcijom Zoom In omogućeno uvećanje prikaza, a opcijom Popout otvaranje novog prozora radi lakšeg čitanja sadržaja kataloga.



Slika 2. Prikaz početne stranice

Predmet ovog istraživanja je ideja da se dosadašnji, pasivni, prikaz kataloga zameni aktivnim prikazom u vidu interaktivnog veb pristupa. Početna stranica (Slika 2) realizovana je kao CSS3 animacija nizaslika, pri čemu opcija CONTINUE, kroz inverznu animaciju slika, "otvara" katalog (verzija na engleskom jeziku) tako što vodi do glavnog menija prikazanog na Slici 3.



Slika 3. Prikaz glavnog menija

Nakon odabira neke od opcija iz glavnog menija, pristupa se stranici na kojoj je prikazana lista u vidu punih naziva mašina, odnosno uređaja (Slika 4). U okviru HTML dokumenta popis uređaja predstavljen je u vidu neuređene liste, dok se boja elemenata liste menja kada se mišem pređe preko neke od njih.



Slika 4. Prikaz stranice opreme u okviru interaktivnog kataloga

Odabirom nekog od uređaja pristupa se stranici na kojoj je uređaj detaljno opisan, a njegov prikaz dat kroz sliku (Slika 5). Kratak opis uređaja dat je u vidu paragrafa, dok je pristup tehničkim specifikacijama uređaja obezbeđen kroz modal dugme - Tech Specs.



Slika 5. Prikaz stranice uređaja

Modal dugme otvara tzv. popap (eng. *pop-up*) prozor koji se pojavljuje na vrhu strane, u okviru kojeg može biti predstavljen bilo kakav sadržaj. Prednost korišćenja modala jeste u tome što se obezbeđuje prikaz novog sadržaja, a da se pritom ne vrši otvaranje nove stranice (Slika 6). Dugme Brochure predstavlja link koji vodi do stranice na Internetu na kojoj se nalazizvanična brošura uređaja (ukoliko postoji), definisana od strane proizvođača, dok dugme Video predstavlja link koji vodi do zvanične prezentacije uređaja u vidu videa na YouTube-u ili nekoj drugoj platformi. Predviđeno je da se u toku daljeg razvoja interaktivnog katalogaovo dugme poveže sa aplikacijama u okviru kojih su su uređaji vizualizovani tako da njihova interakcija i kretanje u prostoru oponaša realno stanje u realnoj mašini ili uređaju.



Slika 6. Prikaz popap prozora nakon aktivacije modal dugmeta Tech Specs

6. ZAKLJUČAK

Komunikacione tehnike su donele velike promene usled pojave novih medija. Ove promene odrazile su se i na polju obrazovanja, i dovele su do oblikovanja novih vidova učenja koji se veoma razlikuju od tradicionalnih metoda. Učenje na daljinu je vid učenja koji je omogućio stvaranje produktivnog okruženja, pri čemu učesnici procesa nisu uslovljeni geografskom lokacijom, vremenom niti fizičkim prisustvom.

U cilju oblikovanja koncepta savremene grafičke laboratorije u pogledu opreme koju bi ona trebalo da sadrži, izvršen je odabir mašina i uređaja prema trendovima svetskog tržišta. Kako se u okviru grafičkog centra GRID, kao primera savremene grafičke laboratorije, nalazi veliki broj mašina i uređaja, u okviru ovog istraživanja predstavljeni su samo karakteristični predstavnici svake od faza grafičke proizvodnje i na savremen način razvijen veb pristup bazi znanja o opremi.

7. LITERATURA

- [1] About, 2015. What is Desktop Publishing Software[online] Dostupno na: http://desktoppub.about.com/od/software/f/software_list.htm [Pristupljeno 10.12.2015]
- [2] Allen, M.W., 2003. Michael Allen's Guide to e-Learning: Building Interactive, Fun and Effective Learning Programs for any Company. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Haythornthwaite, C., Andrews, R., 2011. E-Learning Theory and Practice. London: SAGE Publications Ltd.
- [4] Jovanović, G., 2014. Primena HTML5 za izradu interaktivnih video sadržaja. [pdf] Dostupno na: <https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjK7tDcxDJAhXCFSwKHcNMDsUQFggkMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.singipedia.singidunum.ac.rs%2Fattachment.php%3Fattachmentid%3D3474%26d%3D1405592581&usg=AFQjCNHvVu0oXo9sTgQNeYtYCd0wu0VeFQ&sig2=o4NGTA23OyFVbDRECSshaw&bvm=bv.110151844,d.bGg> [Pristupljeno 16.12.2015].
- [5] Novaković, D., Karlović, I., Pavlović, Ž., Pešterac, Č., 2009. Reprodukciona tehnika, priručnik za vežbe. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka
- [6] Kipphan, H., 2001. Handbook of Print Media Technologies and Production Methods. Heidelberg: Springer-Verlag.
- [7] Link group, n.d., Šta je e-Learning?. [online] Dostupno na: <http://www.link-elearning.com/site/e-learning> [Pristupljeno 05.12.2015].
- [8] Novaković, D., Apro, M., 2012. Završna grafička obrada - Praktikum za vežbe. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [9] Pachler, N., Daly, C., 2011. Key Issues in e-Learning: Research and Practice. London: Continuum International Publishing Group.
- [10] Romano, F., 2008. The Insight Report, Digital printing directions, Trends & Opportunities[pdf] Dostupno na: https://www.canon.nl/Images/Insight_Reportv1_0_tcm16-612893.pdf [Pristupljeno 12.12.2015].
- [11] Wang, C., Reeves, T., 2007. The Meaning of Culture in Online Education: Implications for Teaching, Learning, and Design. U: A. Edmundson, ed. 2007. Globalized E-Learning Cultural Challenges. Hershey: Information Science Publishing. Ch. 2.

Adresa autora za kontakt

MSc Jelena Vasić

jelena.vasic@uns.ac.rs

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ISPITIVANJE KVALITETA SPOJEVA AMBALAŽNIH KARTONSKIH KUTIJA QUALITY TESTING OF MANUFACTURER'S JOINTS OF CARDBOARD BOXES

Aleksandra Arsić, Dragoljub Novaković, Magdolna Pal, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazana istraživanja postupaka izrade kartonskih kutija i načina njihovog spajanja. Izvršena su merenja i prikazani su rezultati otpornosti na napon smicanja spojeva kartonske kutije, povezanih spojevima sa žicom i lepkom. Izvršena je analiza dobijenih rezultata u cilju utvrđivanja izdržljivosti i kvaliteta različitih načina spajanja kutija od troslojnog i petoslojnog kartona.

Ključne reči: otpornost na smicanje, lepenka, kutija

Abstract – This paper presents an investigation on cardboard box production methods and their fastening techniques. Measurements of shear testing were conducted for glued and stitched manufacturer's joints of different corrugated board boxes. Based on the obtained results, the quality and durability of different fastening methods has been analysed for boxes made of single and double wall corrugated boards.

Key words: resistance of shearing, corrugated cardboard, box

1. UVOD

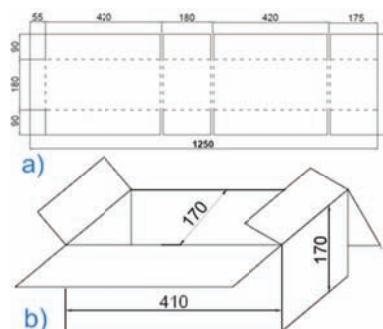
Prvi dodir sa određenim proizvodom jeste njegov kontakt sa ambalažom [1]. Pri izradi ambalaže u grafičkoj industriji najviše se koriste celulozni vlaknasti materijali (papir, karton, lepenka, talasasta lepenka). Talasasti karton (ili valoviti karton; lepenka) je ambalažni materijal sačinjen od više slojeva međusobno slepljenog papira između kojih se nalazi talasasto oblikovani papir.

Talasasti slojevi se izrađuju od različitih vrsta papira, koji mogu biti: fluting papir, fluting iz slame i šrenc, dok se za ravne slojeve koristi kraft, testlajner. Na kvalitet talasastog kartona ili lepenke u velikoj meri utiče oblik i dimenzije talasa i broj slojeva. U talasastoj lepenici, talas ili val obezbeđuje dobre mehaničke osobine, čvrstoću na savijanje, probijanje, pritisak i elastičnost [2]. U Evropi se koriste četiri standardna talasa velik A, mali B, srednji C i mikrotalas E, svaki od njih ima specifična svojstva po kojim se razlikuje od ostalih. Prema broju slojeva razlikuje se dvoslojni, troslojni, petoslojni i sedmoslojni karton ili lepenka [4]. Najčešći, najrasprostranjeniji oblik kartonske ambalaže su kutije [3].

Kutije od talasastog kartona ili lepenke su ambalaža koja se proizvodi postupkom izrezivanja i spajanja izreznanih delova [4]. Na slici 1 je prikazan razvijen oblik kutije koji se savijanjem i spajanjem formira u prostorno oblikovanu kutiju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.



Slika 1. Izgled složive kutije a) razvijen oblik koji se formira nakon savijanja i spajanja u b) kutiju

Spajanjem se skrojeni oblici ambalaže učvršćuju tako da ambalaža predstavlja finalni proizvod koji se može prostorno oblikovati i koristiti u određenu svrhu. Spajanje kartonske ambalaže se vrši lepljenjem, šivenjem žicom ili lepljenjem trakama. Jednostavne kutije imaju jedno spojno mesto (klapnu ili jezičak). Složive kutije mogu imati više spojnih mesta (tačaka) za lepljenje, 2, 4, 6 ili čak 8. Metoda spajanja lepkom je najčešće korišćena tehnika spajanja od pomenutih metoda [1].

2. EKSPERIMENT

TAPPI T 813 OM – 91 je test metoda koja opisuje postupak eksperimentalne provere različitih spojeva koji se koristi kod talasastog kartona. Metoda se koristi za merenje sile smicanja, opterećenja pri kidanju i apsorpcije energije pri kidanju papira, kartona, i talasaste lepenke upotrebom instrumenta za ispitivanje sa konstantnom brzinom istezanja [5]. Metoda se primenjuje na laboratorijski pripremljenim uzorcima tj. epruvetama koje su formirane od materijala (talasastog kartona) koji je upotrebljen za proizvodnju kutija. Cilj ovakvog eksperimentalnog ispitivanja je određivanje svojstva otpornosti i svojstva deformacije ispitivanog materijala, odnosno utvrđivanje izdržljivosti transportne kutije preko ispitivanja otpornosti na smicanje spoja kutije.

2.1. Upotrebljeni materijali i uređaji za merenje

Epruvete, prikazane na slici 2, su pravljene po TAPPI test standardu T 813 om-91. Ispitivanje je izvršeno na ukupno 70 epruveta. Za formiranje epruveta neophodno je bilo izvršiti sečenje kutije u predelu klapne, na mašini AritomatSL 1317, prilikom čega su formirane kartonske trake. Kartonske trake su zatim ručno ojačane na krajevima kako bi se postiglo lakše i sigurnije postavljanje u čeljusti mernog uređaja. Dimenzije epruvete su: širina 25mm, dužina 190mm i sa površinom spajanja od 30 x 25 mm.



Slika 2. Izgled epruvete troslojne i petoslojne mašinski slepljene

Uređaj koji je upotrebljen za merenje i ispitivanje napona smicanja je marke SHIMADZU EX-LX Longstroke model. Uređaj karakteriše maksimalno opterećenje do 5kN, kapacitet merne ćelije 2.5kN, maksimalan hod (pomeranje čeljusti) 920mm, brzina testiranja od 0,001 do 1000 mm/min.

Rezultati merenja se automatski prikazuju na ekranu kao i dijagram ispitivanja zatezne sile (dijagram sile-pomeranja).

Korišćene su dve vrste talasaste lepenke, troslojna i petoslojna, različitog sastava i vrste talasa, čije su karakteristike prikazane u tabeli 1.

Tabela 1 - Vrste, kvalitet, gramatura korišćenih talasastih lepenki

VRSTA PAPIRA		TROSLOJNA LEPENKA	PETOSLOJNA LEPENKA
S - ŠRENC	105-110 g/m ²	I. B LFS	I. EC LbFSFS
F - FLUTING	100 g/m ²		
L - TESTLAJNET	120-125 g/m ²	II. B LFL	II. EC KbFSFL
Lb - TESTLAJNER BELI	125-135 g/m ²		
K - KRAFT	115-125 g/m ²	III. B LbFL	
Kb - KRAFT BELI	120-125g/m ²		

Lepak koji je upotrebljen kod mašinski formiranih kutija je disperzni lepak, POLIKOL 1000. Polikol je sintetički disperzni lepak kojeg odlikuje snažna moć početnog slepljivanja i odlične karakteristike spajanja [3]. Kod epruveta koje su spajane sa žicom, upotrebljen je dijagonalni spoj dobijen šivenjem na mašini Hohner Exact.

3. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA

Epruveta se postavlja u merni uređaj i isteže silom sve dok se ne prekine, a vreme ispitivanja se meri. Sa porastom opterećenja, epruveta se izdužuje. Kada više ne može da pruža otpor opterećenju, dolazi do razdvajanja epruvete. Rezultat je dijagram kidanja (dijagram sila – izduženje). U cilju utvrđivanja vremenskog perioda u kojem bi trebalo da dođe do kidanja (prekida spoja) upotrebljeno je probno testiranje na realnim ispitivanim uzorcima (epruvetama). Do kidanja epruveta je dolazilo u roku od 50 sekundi.

Za svaki uzorak od petoslojne i troslojne lepenke izračunate su srednje vrednosti sile zatezanja, standardna devijacija, na osnovu kojih su dobijene vrednosti koeficijenta varijacije. Ovako dobijenim rezultatima ispitivanja otpornosti na smicanje stiče se uvid u jačinu i izdržljivost koje svaki pojedinačni uzorak ima pri spoju sa lepkom ili žicom.

3.1. Prikaz i analiza rezultata merenja napona smicanja kod spojeva sa žicom

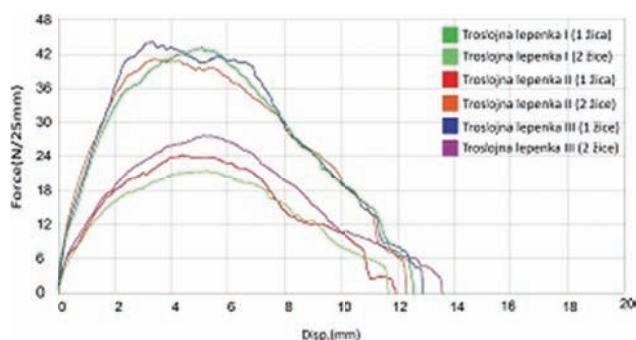
Troslojna lepenka

Srednje vrednosti rezultata ispitivanja troslojnih lepenki su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2 - Rezultati ispitivanja tri troslojne lepenke povezane sa jednom i dve žice

Materijali	Srednja vrednost merenja I žice [N/25mm]	Srednja vrednost merenja II žice [N/25mm]
Troslojna lepenka I	23.04	44.34
Troslojna lepenka II	26.49	44.21
Troslojna lepenka III	28.79	46.24

Vrednosti prikazane u tabeli su dobijene merenjem sila zatezanja kod pet pojedinačnih epruveta i računanjem srednjih vrednosti, za svaki od navedenih kvaliteta troslojne lepenke. Kod troslojne lepenke I dobijena srednja vrednosti izmerenih sila je 23.04 N/25mm, kod troslojne lepenke II iznosi 26.49 N/25mm, dok je kod troslojne lepenke III 28.79 N/25mm. Dobijene srednje vrednosti za troslojnu lepenku spojenu sa dve žice su: kod troslojne lepenke I je 44.34 N/25mm, troslojne lepenke II iznosi 44.21 N/25mm, dok je kod troslojne lepenke III 46.24 N/25mm. Koeficijenti varijacije kod troslojne lepenke spojene sa jednom i dve žice su od 8% do 13%. Grafički prikaz srednjih dijagrama ispitivanja napona smicanja troslojnih lepenki spojenih sa jednom i dve žice je dat na slici 3.



Slika 3. Grafički prikaz srednjih dijagrama ispitivanja napona smicanja troslojnih lepenki spojenih sa jednom i dve žice

Sa grafika se vidi da su dobijene približne srednje vrednosti kod spojeva sa jednom žicom i približne srednje vrednosti kod spojeva sa dve, bez obzira na različite kvalitete i strukturu troslojnih lepenki. Vrednosti dobijene kod spojeva sa dve žice su veće iz razloga što je spoj jači i izdržljiviji na veća opterećenja. Samim tim je neophodna veća sila koja će razdvojiti spojenu epruvetu.

Bez obzira na izmerene vrednosti sila zatezanja, kod svake pojedinačne epruveta spojena sa jednom ili sa dve žice od troslojne lepenke došlo je od smicanja usled razdvajanja i otvaranja krajeva žice kojima je izvršeno spajanje.

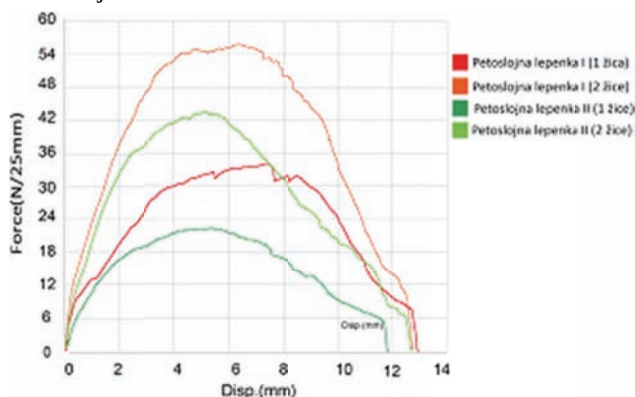
Petoslojna lepenka

Prikaz rezultata ispitivanja petoslojnih lepenki povezanih sa jednom i dve žice dat je u tabeli 3.

Tabela 3 - Prikaz rezultata ispitivanja petoslojnih lepenki povezanih sa jednom i dve žicom

Materijali	Srednja vrednost merenja I žica [N/25mm]	Srednja vrednost merenja II žice [N/25mm]
Petoslojna lepenka I	29.57	58.28
Petoslojna lepenka II	32.18	60.68

Tabelarno su prikazane srednje vrednosti koje su dobijene merenjem sila zatezanja kod petoslojne lepenke. Rezultati merenja napona smicanja epruveta petoslojnih lepenki spojenih sa jednom žicom su sledeći: kod petoslojne lepenke I je 29.57 N/25mm, petoslojne lepenka II je 32.18 N/25mm, dok kod spojeva sa dve žice izračunate srednje vrednosti su: kod petoslojne lepenke I je 58.28 N/25mm i kod petoslojne lepenke II je 60.68 N/25mm. Koeficijent varijacije kod petoslojne lepenke iznosi od 6 % do 17%. Grafički prikaz srednjih dijagrama ispitivanja napona smicanja petoslojnih lepenki spojenih sa jednom i dve žice dat je na slici 4.



Slika 4. Grafički prikaz srednjih dijagrama ispitivanja napona smicanja petoslojnih lepenki spojenih sa jednom i dve žice

Na grafiku sa slike 4 se primeti da su kod petoslojne lepenke dobijene nešto veće vrednosti kod spojeva sa jednom žicom, kao i kod spojeva sa dve žice, u poređenju sa troslojnom lepenkom. Veće vrednosti izmerenih sila su zabeležene kod petoslojne lepenke II. Ovakav ishod ukazuje da sa porastom broja slojeva javlja se i veća izdržljivosti jačina same lepenke.

Kod svakog uzorka je zapažen identičan način razdvajanja. Usled sile koja je zatezala uzorak žica se izvlačila iz površine materijala paralelno sa prekidanjem i razdvajanjem spoja na epruveti. Krajevi žice su se kretali i otvarali zajedno sa delom epruvete koji se razdvajao, stvarajući paralelna oštećenja u samoj strukturi lepenke. Dužina kretanja žice je 3-4 mm. Kako je došlo do opterećenja lepenke po uzdužnom smeru, jačina sile se manifestovala na mestu spoja sa žicom, kao najslabijoj površini na epruveti.

Otpornost na smicanje kod spojeva sa žicom najviše zavisi od jačine i izdržljivosti samog spoja – žice. Broj

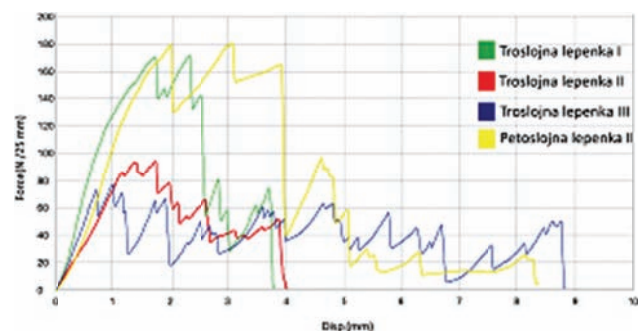
slojeva lepenke utiče na jačinu i izdržljivost samog materijala.

3.2. Prikaz i analiza rezultata merenja napona smicanja kod spojeva sa lepkom

Na grafiku prikazanom na slici 5, primeti se da su srednje vrednosti izmerenih sila zatezanja prilično različite kod svakog kvaliteta lepenke. Ovakvo variranje dobijenih vrednosti potiče od različitih izmerenih sila kod svake epruvete bilo troslojne ili petoslojne spojene sa lepkom. Prikaz rezultata ispitivanja lepenki povezanih mašinskim lepljenjem je dat u tabeli 4.

Tabela 4 - Prikaz rezultata ispitivanja lepenki povezanih mašinskim lepljenjem

Materijali	Srednja vrednost merenja [N/25mm]
Troslojna lepenka I	140.43
Troslojna lepenka II	123.12
Troslojna lepenka III	198.72
Petoslojna lepenka II	239.26



Slika 5. Grafički prikaz srednjih dijagrama ispitivanja napona smicanja lepenki spojenih sa lepkom

Dobijene srednje vrednosti od izmerenih sila kod pet epruveta za svaki od navedenih kvaliteta lepenke, spojenih lepkom su: kod troslojne lepenke I je 140.43 N/25mm, kod troslojne lepenke II je 123.12 N/25mm, dok kod troslojne lepenke III iznosi 198.72 N/25mm.

Koeficijent varijacije iznosi kod troslojne lepenke od 6% do 51%. Drastično veliko odstupanje je dobijeno između izmerenih sila zatezanja pojedinačnih uzoraka kod troslojne lepenke II (BLFL). Kod petoslojne lepenke II izračunata srednja vrednost je 239.26 N/25mm, dok je koeficijent varijacije 10%.

Kod troslojne lepenke zapaženi su sledeći ishodi na epruvetama prilikom testiranja:

Kidanje epruvete, tj. lepenke u samoj liniji žljeba, kao kod svih uzoraka troslojne lepenke I (BLFS).

Kod epruveta u kojim je došlo do pucanja u liniji žleba ukazuje na to da je čvrstoća slepljenog sloja mašinskim postupkom odlična, a da je već oslabljena površina lepenke pružala otpor sve do momenta kidanja.

Kod troslojne lepenke II (BLFL) pored kidanja epruveta u predelu linije žljeba dolazilo je do izvlačenje unutrašnjeg talasastog sloja. Ovakva pojava se vezuje za niži kvalitet slepljenih slojeva same lepenke i kvalitet pojedinačnih papira koji čine strukturu lepenke. Konkretno, ovde je u pitanju B talas,

formiran od flutinga. Fluting papir se izrađuje od celuloze a poznat je po čvrstoći koju daje talasastom sloju lepenke. B talas je poznat po velikoj otpornosti na pritisak, ali lepenka sa ovim talasom ima manju čvrstoću na savijanje u smeru pružanja talasa, što je verovatno uticalo na ovakve rezultate prilikom merenja.

Kod troslojne lepenke III (BLbFL) najčešći ishod je bio proizvoljno kidanje epruvete, odnosno kidanje vlakana koji čine strukturu lepenke. Ovakav ishod ukazuje na to da je čvrstoća slepljenog sloja i dalje odlična, a da je kvalitet same lepenke nešto slabiji. Kvalitet spoljašnjeg sloja koji je izgrađen od Lb-testlajnera je nešto manji u odnosu na ostale kvalitete. Testlajner se proizvodi od starijih papira, tako da on ima lošije mehaničke karakteristike u odnosu na ostale papire, čime se opravdava ovakvo kidanje lepenke [2]. Kod troslojne lepenke III je na nekim epruvetama uočena i mala površina smicanja, mala površina razdvajanja lepka između materijala. Ovako nešto se opet može povezati sa lošijim kvalitetom testlajnera i adhezijom lepka između slepljenih slojeva.

Za petoslojnu talasastu lepenku, usled nedostatka materijala vršeno je ispitivanje uzoraka od jednog kvaliteta na napone smicanja. Najveći i najčešći ishod ispitivanja petoslojnih epruveta je: kidanje same lepenke. Dolazilo je do kidanje vlakana materijala od kojeg je formirana petoslojna lepenke i izvlačenje (unutrašnjeg) talasastog sloja. EC KbFSFL petoslojna lepenke je pucala na poslednjem sloju, koji je od testlajnera.

Izvlačenje talasastog unutrašnjeg sloja kod petoslojne lepenke II je C talas od flutinga. Ovakvim izvlačenjem talasastog sloja C talasa, uočava se da na kvalitet slepljenog sloja utiče i vrsta talasa od kojeg se formira lepenke.

Kod nekih epruveta zapaženo je i odvajanje jednog sloja lepenke, spoljašnjeg sloja od celokupne strukture na mestu spoja lepkom.

Lepak Polikol 1000 je pokazao bolja svojstva u kombinaciji sa petoslojnom lepenkom pošto ni na jednoj epruveti nije zabeleženo smicanje. Uglavnom je spoj lepka i same lepenke (klapne) bio toliko čvrst da je odlepljivao slojeve petoslojne lepenke.

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanjem napona smicanja različitih spojeva, na različitim vrstama lepenke stiče se uvid u jačinu i izdržljivost same transportne kutija koja će se proizvesti od nje. Preciznost eksperimentalnog merenja zavisi od upotrebljenog materijala, u ovom slučaju talasaste lepenke, samih karakteristika primenjenog lepka u realnim uslovima proizvodnje i izdržljivosti spojeva formiranih sa žicom.

Prilikom procesa ispitivanja napona smicanja i otpornosti na kidanje, epruveta spojenih sa žicom došlo je kod svakog uzorka, bez izuzetka do razdvajanja na mestu spoja, preciznije do izvlačenja žice iz površine materijala. Svaka epruveta je, bez obzira na broj slojeva podlegla naponima smicanja.

Jedina razlika je u vrednostima izmerenih sila zatezanja koje su epruvete mogle da podnesu. Takođe je zabeležena veća vrednost sile zatezanja kod spojeva sa dve u odnosu na jednu žicu.

Kod ispitivanja napona smicanja na spojevima koji su formirani mašinskim lepljenjem u predelu klapne, lepak je pokazao dobra svojstva. Dobijeni rezultati i ishodi na samim epruvetama ukazuju da je jačina slepljenog sloja izuzetno velika.

Kod petoslojnih uzoraka je zabeležena veća vrednost sile zatezanja, nego kod troslojnih uzoraka, dok je kod troslojnih na malom broju epruveta zabeleženo veoma malo smicanje. Kod petoslojne lepenke ni na jednoj ispitanoj epruveti nije došlo do smicanja.

Kako je do smicanja došlo kod veoma malog broja uzoraka, a najviše do kidanja u predelu linije žljeba ili u samim vlaknima lepenke, zaključak je da je jača veza između lepka polikol 1000 i lepenke nego sama talasasta lepenka. Veza koja je stvorena između lepenke i lepka je izuzetno jaka što će se odraziti i na transportne kutije koje će biti proizvedene od njih.

5. LITERATURA

- [1] Konstantinović, V.- *Tehnologija grafičke dorade*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004
- [2] Lazić, V.; Novaković, D.- *Ambalaža i životna sredina*, monografija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2010.
- [3] NOVAKOVIĆ, D. – *Slajdovi iz predmeta Grafička Ambalaža*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014
- [4] Obradović, T.- *Savremena izrada ambalaže od papira, kartona, ravne (pune) lepenke i talasastog kartona*, Beograd 2000.
- [5] TAPPI TEST METODA , T 813OM-91
<http://www.balibago.org/Files/Tappi/DOCS/T813.PDF>

Adresa autora za kontakt:

MSc Aleksandra Arsić
aleksandra.arsic7@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ns.ac.yu

dr Magdolna Pal, doc.
apro@uns.ns.ac.yu

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**SPEKTROFOTOMETRIJSKA ANALIZA KVALITETA OTISKA
TABAČNE OFSET ŠTAMPE NA PAPIRNIM PODLOGAMA****SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF QUALITY
SHEET-FED OFFSET ON PAPER SUBSTRATES**

Danica Milovanović, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazani su rezultati kontrole kvaliteta proizvoda u štampariji "Mladost". Za proveru kvaliteta štampe korišćena je odgovarajuća test forma, dok je za analizu otisaka korišćena spektrofotometrijska metoda. Kao podloge u eksperimentu korišćene su ofsetne i kunstdruk sjajne i mat podloge, a ispitivani su parametri optičke gustine, opsega boje, Lab vrednosti, porasta tonskih vrednosti, preklapanja boje i sivi balans.

Ključne reči: Ofset štampa, vrste papira, kontrola kvaliteta, spektrofotometrija

Abstract – The paper shows the result of printing quality control in the printing house "Mladost". The quality control procedure utilizes an adequate test chart, while a print analysis relies on a spectrophotometric method. Offset and kunstdruk glossy and mate papers were used as printing substrates in this experiment. Optical density, color gamut, Lab values, trapping and grey balance were evaluated accordingly.

Key words: Offset printing, paper types, quality control, spectrophotometry

1. UVOD

Štamparski proces u ofset štampi je složen i definisan je mnogobrojnim parametrima koji određuju konačan ishod, odnosno finalni kvalitet dobijenog otiska. Održavanje ovih parametara tokom postupka štampe je ključno ukoliko se želi obezbediti konzistentnost dobijenog otiska [1]. Poznavanje postupka ofset štampe i pravovremeno uticanje na parametre kvaliteta su jedan od najvećih izazova sa kojim se suočavaju radnici u štampariji.

Kontrola kvaliteta u grafičkoj industriji podrazumeva spektro-denzitometrijska merenja različitih parametara kvaliteta dobijenog otiska i njihovu analizu. Na osnovu rezultata ovih analiza, moguće je utvrditi postignut stepen kvaliteta i pravovremeno odreagovati u slučaju potrebe za korekcijama [3].

U ovom istraživanju biće korišćeni uzorci odštampani na štamparskim podlogama različitih svojstava i gramatura na štamparskoj mašini Heilderberg SM 102F u štampariji "Mladost" iz Loznice, pri čemu je cilj eksperimenta da se na osnovu analize utvrdi koja štamparska podloga daje najbolji kvalitet štampe meren u Lab vrednostima boje, optičkoj gustini, porastu tonskih vrednosti, preklapanju i sivom balansu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo rada predstavlja analizu otisaka dobijenih na šest različitih papirnih podloga. Štamparske podloge koje su korišćene u eksperimentu su: 80 g/m² ofsetni papir, 170 g/m² ofsetni papir, 115 g/m² kunstdruk sjajni papir, 150 g/m² kunstdruk sjajni papir, 135 g/m² kunstdruk mat papir i 150 g/m² kunstdruk mat papir. Prilikom izrade štamparskih formi korišćen je CtP uređaj – Kodak Quantum Trendsetter 800 II i ofset ploče Ipagsa Arte IP-21. Tiraž je odštampan na mašini Heidelberg Speedmaster SM 102F, pri čemu su korišćene Toyo Ink NEO ERP štamparske boje. Merenje otisaka rađeno je uređajem Techon SpectroDens (merna geometrija 0/45°; standardni posmatrač 2°; standardno osvetljenje D50; tolerancija greške 0,3), kao i spektrofotometrom Gretag-Macbeth Spectrolino/SpectroScan (čime je meren opseg boje).

Važno je napomenuti da je temperatura proizvodnog pogona tokom eksperimenta iznosila 18 °C sa vlažnošću vazduha od 54% što zadovoljava preporučene standarde, dok su štamparske podloge bile uskladištene 5 dana pre postupka štampe u ovom pogonu.

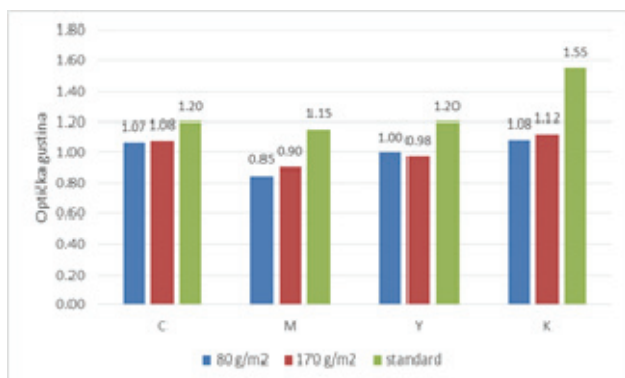
3. ANALIZA I DISKUSIJA REZULTATA

Poznato je da štamparske podloge različitih svojstava daju različite kvalitete štampe i širine opsega boje prilikom štampanja na istim štamparskim mašinama [2]. Iz tog razloga korišćeno je toliko različitih podloga, pri čemu su se upoređivali papiri iste vrste, ali različitih gramatura.

3.1. Poređenje ofsetnih papira različitih gramatura

Na osnovu rezultata merenja prikazanih na slici 1 može se uvideti razlika u optičkim gustinama procesnih boja na otiscima dobijenim na ofsetnim papirima različite gramature. Cijan, crna i žuta boja nemaju značajnih odstupanja u optičkoj gustini, dok je nešto veće odstupanje zabeleženo kod magente. Analiza je pokazala da su zabeležena mala odstupanja prema kriterijumu optičke gustine na ofsetnim papirima gramatura 80 i 170 g/m². Međutim, oba tipa ofsetnog papira beleže vrednosti optičke gustine znatno niže od standardnih, što ukazuje na niži stepen kvaliteta u štampi na ovim tipovima podloge.

Prema podacima iz tabele 1 može se zaključiti da su razlike u Lab vrednostima veoma male. Odstupanja u oblasti cijana su vidljiva, ali krupne razlike u reprodukciji boja izmerene su kod magente i crne, budući da je izmerena vrednost ΔE znatno iznad propisanih 5.



Slika 1. Poređenje optičke gustine otisaka dobijenih štampom na ofsetne papire gramature 80 i 170 g/m²

Na osnovu ovih podataka vidi se da u štampi na ofsetnim papirima gramaže 80 i 170g/m² postoje krupne razlike sa aspekta Lab vrednosti boja.

Tabela 1. Poređenje Lab i ΔE vrednosti ofsetnog papira različitih gramatura

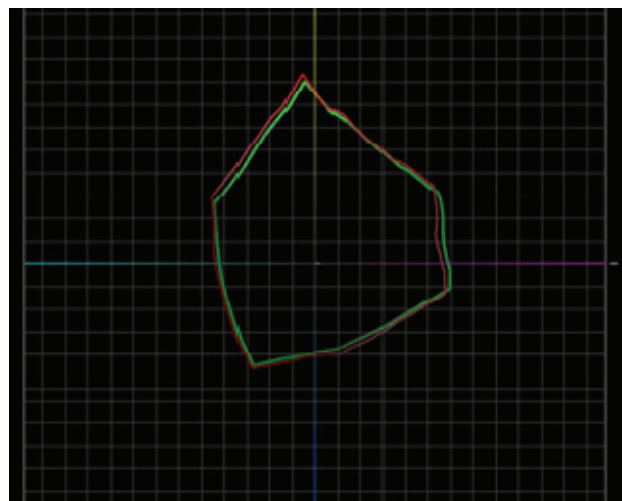
		80 g/m ²	170g/m ²	ISO	Razlike	$\Delta E_{80g/m^2}$	$\Delta E_{170g/m^2}$	ΔE_{stand}
Cijan	L	55,688	56.64	55,0	-0.367	3.55	3.79	5.0
	a	-23,804	-22.696	-37.0	-0.991			
	b	-44,414	-44.728	-50.0	0.679			
Magenta	L	56,421	56.584	48.0	0.396	7.83	6.35	5.0
	a	53,140	54.242	74.0	-1.369			
	b	-9,891	-7.598	-3.0	-2.464			
Žuta	L	86,665	88.351	89.0	-1.405	1.80	2.31	5.0
	a	-6,321	-5.224	-5.0	-1.170			
	b	69,396	68.783	93.0	-0.09			
Crna	L	37,722	38.236	16.0	-0.015	8.26	8.02	5.0
	a	0,251	0.181	0.0	0.043			
	b	0,578	-0.027	0.0	0.620			

Sa slike 2 se može videti da ofsetni papir od 80 g/m² ima širi opseg u poređenju sa 170 g/m². Međutim, u predelu magente primećuje se značajno manji opseg ofsetnog papira sa manjom gramaturom. Opseg boje kod oba uzorka je najširi između žute i magente, dok je najuži u predelu cijana i crne.

Pored toga, na osnovu rezultata primećuje se veoma malo odstupanje vrednosti u parametrima porasta tonskih vrednosti na ofsetnom papiru različitih gramatura.

Merenje je pokazalo da procenat preklapanja varira u toku štampe kod oba uzorka ofsetnog papira. Međutim, vrednosti više variraju na ofsetnom papiru gramature 170 g/m² što je pokazatelj lošijeg kvaliteta kod ovog tipa štamparske podloge.

Sivi balans predstavlja odnos cijana, magente i žute koji obezbeđuje dobijanje neutralne sive. Ovaj parametar je od velikog značaja u reprodukciji boja, budući da u velikoj meri određuje kvalitet dobijenog otiska. Na sivi balans utiče preklapanje boja kao i porast tonskih vrednosti.

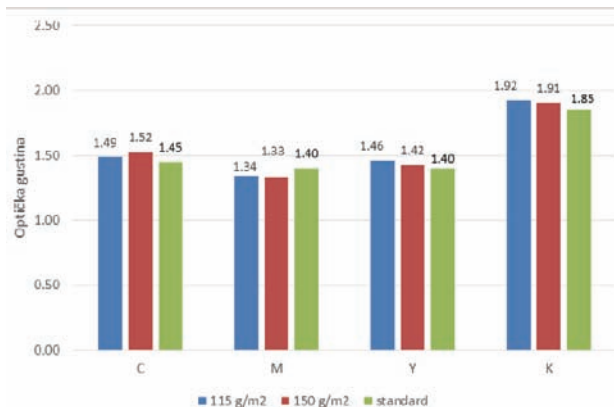


Slika 2. Opseg boja otisaka dobijenih štampom na ofsetnim papirima (crvena 80g/m², zelena 170 g/m²)

Za dobijanje 80% sive neophodan je jedan udeo svih procesnih boja. Međutim, sa grafikona se može videti da je kod oba uzorka ofsetnog papira nivo cijana, magente i crne niži, dok je nivo žute malo viši od 80%. U reprodukciji sive 40% može se uočiti da je kod oba uzorka ofsetnog papira primećen skoro zadovoljavajući nivo žute, dok su nivoi cijana, magente i crne znatno niži od potrebnih. Ipak, odstupanje je manje za ofsetni papir od 170g/m², što dokazuje da je reprodukcija 40% sive bolja na papiru veće gramature u poređenju sa papirom manje gramature.

3.2. Poređenje kunstdruk sjajnog papira različitih gramatura

Prema grafikonu sa slike 3 može se videti da su odstupanja u optičkoj gustini boje kod svih procesnih boja veoma mala, gotovo neprimetna. U poređenju sa standardnim vrednostima za ovaj tip papira, može se zaključiti da su odstupanja minimalna. Ovakvi rezultati ukazuju na visok kvalitet i konzistentnost štampe na ovom tipu podloge i da razlika u gramaturi ne utiče negativno na kvalitet dobijenog otiska.



Slika 3. Poređenje optičke gustine otisaka dobijenih štampom na kunstdruk sjajnom papiru gramature 135 i 150 g/m²

Merenja pokazuju da se izmerene vrednosti ΔE malo iznad 1 u predelu žute boje što označava skoro neprimetno odstupanje od standardizovanih vrednosti. U reprodukciji cijana takođe postoje manja odstupanja dok

su kod crne i magenteodstupanja veća od 3, odnosno primetna neuvežbanom oku. Merenja na sjajnom kunstdruku od 150 g/m² pokazuju veća odstupanja u reprodukciji crne boje u odnosu na uzorak od 115 g/m². Može se zaključiti da u slučaju kunstdruk sjajnog papira veća gramatura utiče na lošiju reprodukciju crne boje pri štampi na mašini Heidelberg SM 102F.

Tabela 2. Poređenje Lab vrednosti kunstdruk sjajnog papira različitih gramatura

		80 g/m ²	170g/m ²	ISO	Razlike	ΔE _{80g/m²}	ΔE _{170g/m²}	ΔE _{stand}
Cijan	L	52.283	51.662	0.621	55,0	2.12	2.00	5.0
	a	-31.951	-32.343	0.392	-37,0			
	b	-50.591	-50.457	-0.134	-50,0			
Magenta	L	49.02	49.122	-0.102	48,0	4.42	3.44	5.0
	a	71.144	71.054	0.090	74,0			
	b	-9.267	-8.999	-0.268	-3,0			
Žuta	L	87.469	87.864	-0.395	89,0	1.12	1.34	5.0
	a	-6.75	-6.779	0.029	-5,0			
	b	90.94	90.058	0.882	93,0			
Crna	L	16.128	16.389	-0.261	16,0	3.63	4.83	5.0
	a	-0.566	-0.415	-0.151	0,0			
	b	-0.522	-0.324	-0.198	0,0			

Sa grafika sa slike 4 se može videti da oba uzorka kunstdruk sjajnog papira imaju veoma približne opsega boja, iako im se gramature razlikuju. Takođe, može se primetiti da je opseg najširi u predelu između magente i žute, dok je najmanji u predelu cijana i crne.



Slika 4. Opseg boja otisaka dobijenih štampom na kunstdruk sjajnim papirima (crvena 150 g/m², zelena 135 g/m²)

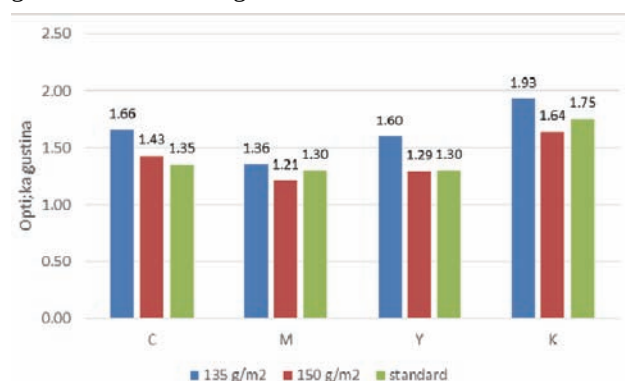
Merenje pokazuje da odstupanja u kvalitetu otiska rastu sa porastom tonских vrednosti na izmerenim uzorcima kunstruksjajnog papira različitih gramatura. Ova odstupanja su značajna pri čemu kunstruk sjajni papir od 150 g/m² ima više vrednosti u pogledu svih CMYK boja u poređenju sa kunstdruk sjajnim papirom od 115 g/m².

Prilikom merenja preklapanja, kod oba uzorka papira primećuje se porast u procentu preklapanja sa porastom broja odštampanih otisaka. Takođe se primećuju i velika odstupanja u ovim vrednostima kod oba uzorka što je indikator lošeg kvaliteta otiska.

Merenjem sivog balansa utvrđeno je da za dobijanje 80% sive učestvuje jedino magenta u dovoljnoj količini, dok su nivoi žute i crne veći, a nivo cijana manji nego što je potrebno. Međutim, kod uzorka manje gramature dobijena siva je približnija sivoj od 80%. Za reprodukciju 40% sive na jedino žuta boja kod oba uzorka učestvuje u dovoljnoj količini, dok su ostale boje u manjoj meri prisutne nego što je potrebno. Rezultati između dve vrste kunstdruk sjajnog papira se ne razlikuju značajno.

3.3. Poređenje kunstdruk mat papira različitih gramatura

Merenje optičke gustine pokazalo je značajne razlike kod svih procesnih boja štampe. Na osnovu grafika može se videti da je odstupanje u vrednostima optičke gustine najveće za crnu i žutu boju, dok je nešto niže kod plave i magente. Takođe, grafički prikaz rezultata jasno identifikuje da su vrednosti kunstdruk papira od 150 g/m² bliže standardizovanim vrednostima i da zadovoljava kriterijume kvalitetne štampe. U poređenju sa prethodne dve štamparske podloge, ova odstupanja su najvećih vrednosti i ukazuju na značajne razlike u kvalitetu boje dobijenih otisaka na kunstdruk mat papiru čije su gramature 135 i 150 g/m².



Slika 5. Poređenje optičke gustine otisaka dobijenih štampom na kunstdruk mat papira gramature 135 i 150 g/m²

Poređenje Lab vrednosti za kunstdruk mat papir prikazano je u tabeli 3 i pokazuje značajna odstupanja između uzoraka različitih gramatura. Najveće odstupanje svetline boje je zabeleženo kod cijana. Pozitivna vrednost parametra a pokazuje da su cijan, magenta i žuta crvenije, dok kod crne ovaj parametar ne pokazuje značajnu promenu. Visoke pozitivne vrednosti parametra b kod magente i žute pokazuju da su boje žuće, dok su u slučaju cijana i crne plavije. Kod žute boje razlika je neprimetna pri poređenju otiska na oba uzorka papira, dok je kod cijana vrednost ΔE manja kod kunstdruk papira veće gramature. Na osnovu vrednosti ΔE može se reći da je kod svih ostalih procesnih boja zabeležena značajna razlika.

Sa slike 6 se jasno može uočiti da kunstdruk mat papir čija je gramatura 135 g/m² ima značajno širi opseg boje u poređenju sa papirom istog tipa, ali veće gramature. Opseg boja papira manje gramature je znatno veći u predelu između magente i žute, kao i žute i cijana. Kod oba uzorka ovog tipa papira, najveći opseg boje dobijen je u predelu žute i magente, dok je najmanji u predelu cijana i crne.

Tabela 3. Poređenje Lab vrednosti kunstdruk mat papira različitih gramatura

		80 g/m ²	170g/m ²	ISO	Razlike	ΔE _{80g/m²}	ΔE _{170g/m²}	ΔE _{stand}
Cijan	L	50.001	53.647	-2.00	55,0	2.83	2.00	5.0
	a	-31.679	-32.859	-0.68	-37.0			
	b	-51.465	-49.295	-1.47	-50.0			
Magenta	L	48.982	51.02	0.98	48.0	4.05	3.44	5.0
	a	69.921	68.808	-0.08	74.0			
	b	-8.153	-11.681	1.85	-3.0			
Žuta	L	86.87	88.543	-4.13	89.0	1.85	1.34	5.0
	a	-6.503	-7.548	-1.50	-5.0			
	b	93.903	85.853	0.90	93.0			
Crna	L	16.973	20.868	0.97	16.0	4.23	4.83	5.0
	a	-0.680	-0.196	-0.68	0.0			
	b	-0.781	0.686	-0.78	0.0			



Slika 6. Opseg boja otisaka dobijenih štampom na kunstdruk mat papirima (crvena 150 g/m², zelena 135 g/m²)

Porast tonskih vrednosti ukazuje na postojanje razlika između dobijenih otisaka na kunstdruk mat papiru različitih gramatura. Manja promena primetna je kod porasta tonskih vrednosti žute prilikom čega vrednosti izmerene na kunstdruk mat papiru gramature 135 g/m² imaju postepen porast, dok vrednosti na kunstdruk mat papiru od 150 g/m² imaju promenljiv trend koji u određenim tonskim vrednostima odstupa od prethodnog uzorka, dok u drugim ne pokazuje odstupanja. Kod ostalih procesnih boja razlike u tonskim vrednostima kunstdruk mat papira različitih gramatura se postepeno povećavaju sa porastom tonskih vrednosti.

Merenje preklapanja kod oba uzorka štamparske podloge pokazuje veliku promenljivost procenta tokom postupka štampe. Preklapanje je bolje na uzorku veće gramature, ali je takođe zabeležena nekonzistentnost kvaliteta tokom štampanja.

U merenju sivog balansa utvrđeno je da je procenat magente i crne jedino na odgovarajućem nivou, dok su vrednosti cijana znatno manje, a vrednosti žuto znatno veće od neophodnih za dobijanje 80% sive kod oba uzorka papira. Međutim, treba naglasiti da je nivo CMYK boja bolji za podlogu čija je gramatura 150g/m². Za dobijanje 40% sive jedino žuta boja kod papira od 150g/m² učestvuje u potrebnoj meri, dok je kod papira manje gramature vrednost veća. Ostale procesne boje kod svih uzoraka znatno manje od potrebnih.

4. ZAKLJUČAK

Analizom otisaka utvrđeno je da štampa na ofsetnoj mašini Heilderberg Speedmaster SM 102F pokazuje visok kvalitet otisaka i konzistentnost u reprodukovanim bojama kada se koriste ofsetni papir i kunstdruk papir sa sjajnim premazom. U slučaju ovih tipova štamparskih podloga utvrđeno je da različita gramatura ne utiče značajno na reprodukciju boja prema parametrima optičke gustine, Lab vrednosti, opsega boja, porasta tonskih vrednosti i sivog balansa.

Međutim, u slučaju korišćenja kunstdruk papira sa mat premazom na ovoj ofsetnoj mašini utvrđena su velika odstupanja u kvalitetu reprodukovanih boja. Rezultati su pokazali da različite gramature ovog tipa štamparske podloge dovode do velike razlike u parametrima optičke gustine, Lab vrednosti, opsega boja, porasta tonskih vrednosti preklapanja i sivog balansa, na osnovu čega se može zaključiti da postoji nekonzistentnost u reprodukciji otiska na ovoj štamparskoj podlozi.

Da bi se utvrdilo šta je prouzrokovalo ova odstupanja, potrebno bi bilo izvršiti detaljnije analize podloga korišćenih u eksperimentu, kako bi se dobio odgovor zbog čega su dobijeni rezultati za ovu podlogu drugačiji u odnosu na prethodne dve.

5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Pavlović, Ž., & Kašiković, N. (2011). Tehnike štampe - praktikum za vežbe. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu.
- [2] Novaković, D., Pavlović, Ž., Karlović, I., & Pešterac, Č. (2008). Reprodukciona tehnika - priručnik za vežbe. Novi Sad: FTN izdavaštvo.
- [3] Trelleborg. (2015). Trelleborg Printing Solutions. Preuzeto: Januar 2015 sa <http://trelleborg.com/>

Podaci za kontakt:

Danica Milovanović, dashacarli@hotmail.rs
Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2015. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Duško Bekut	Milan Rackov	Slavko Đurić
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slobodan Dudić
Aleksandar Ristić	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slobodan Krnjetin
Bato Kamberović	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Morača
Biljana Njegovan	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Sonja Ristić
Bogdan Kuzmanović	Đura Oros	Milan Vidaković	Srđan Kolaković
Bojan Batinić	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Srđan Popov
Bojan Lalić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Milica Miličić	Staniša Dautović
Bojana Beronja	Goran Sladić	Milinko Vasić	Stevan Milisavljević
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Gordana	Miloš Živanov	Strahil Gušavac
Branislav Veselinov	Milosavljević	Milovan Lazarević	Svetlana Nikoličić
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Tanja Kočetov
Branislava	Igor Budak	Miodrag Zuković	Tatjana Lončar
Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Turukalo
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Toša Ninkov
Branko Škorić	Ivan Beker	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivana Katić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Plančak	Velimir Todić
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Popović	Veljko Malbaša
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Mitar Jcanović	Veran Vasić
Darko Reba	Jeličić	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Veselin Perović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Momčilo Kujačić	Vladan Radlovački
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragan Jovanović	Jureša	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nenad Katić	Vlastimir
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragana	Karl Mičkei	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Jorgovanović	Zdravko Tešić
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragiša Vilotić	Nešić	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radovan Štulić	
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rastislav Šostakov	
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Slavica Mitrović	

