



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXII

Број: 6/2017

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXII

Свеска: 6

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Миодраг Хаџистевић

Проф. др Растислав Шостаков

Доц. др Мирослав Кљајић

Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин

Проф. др Никола Јорговановић

Доц. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Реба

Проф. др Ђорђе Лађиновић

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић

Проф. др Драгољуб Новаковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни
уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Драгољуб Новаковић

Др Иван Пинђер

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Марина Катић, преводилац

Издавачки савет:

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН,
проф. др Радош Радивојевић, председник.

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

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је шеста 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 01.06.2017. до 23.09.2017. год., а који се промовишу 19.12.2017. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 6., објављени су радови из области:

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

У свесци са редним бројем 7. објављени су радови из области:

- саобраћаја,
- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- математике у техници,
- геодезије и геоматике,
- планирања и уривљања регионалним развојем и
- инжењерства информатиних система.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	STRANA
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Danica Štakić, Mladomir Milutinović, PRIMENA ADITIVNIH TEHNOLOGIJA U PROCESU MODELOVANJA PEĆI NA ČVRSTO GORIVO .	965-968
2. Slobodan Babić, ANALIZA OPTEREĆENJA AUTOMOBILSKOG NAPLATKA PRIMJENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA	969-972
3. Срђан Станић, ПРОРАЧУН ТОПЛОТНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА СТАМБЕНОГ ОБЈЕКТА МЕТОДАМА "ASHRAE" И "VDI 2078"	973-976
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Igor Stefanović, PARADIGMIČKA I TIPOLOŠKA ANALIZA PRIMENE PROGRAMSKOG JEZIKA C NA ARDUINO PLATFORMI	977-980
2. Mladen Bukejlović, Željko Trpovski, UVOĐENJE TRANSPARENTNOSTI U QR KODOVE I PRIMENA U ELEKTRONSKIM MEDIJIMA	981-984
3. Aleksandra Ivić, VREMENSKO-FREKVENCIJSKA ANALIZA STACIONARNIH VIZUELNO EVOCIRANIH POTENCIJALA	985-988
4. Јелена Пецељ, РАЗВОЈ АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ЛОКАЛИЗАЦИЈУ И УПРАВЉАЊЕ КВАРОМ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ СИСТЕМИМА	985-992
5. Vladimir Dabić, APLIKACIJA ZA SIMULACIJU OČITAVANJA I UPRAVLJANJA PAMETNIM BROJILIMA	993-996
6. Немања Роговић, ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ДВОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ГЕНЕРИЧКОГ ПЛАНЕРА	997-1000
7. Slađan Mitrić, RAZVOJ I ANALIZA GRAFIČKOG EDITORA ZA RAD SA TABELAMA	1001-1004
8. Dejan Mrvoš, SISTEM ZA ANALIZIRANJE PODATAKA PREKO OBD PRIKLJUČKA AUTOMOBILA	1005-1008
9. Nikola Berdić, EVALUACIJA TEHNIKA ZA KOMPRESIJU SLIKA U SISTEMIMA ZA SKENIRANJE LJUDI BAZIRANIM NA FOTOGRAFIJAMA	1009-1012

10.	Bandar Sayyed, ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПРЕДИКЦИОНОГ МОДЕЛА ЗА ПРЕПОРУКУ ПАРТНЕРА	1013-1016
11.	Miroslav Smukov, RAZVOJ HIBRIDNE MOBILNE APLIKACIJE POMOĆU IONIC 2 OKVIRA	1017-1020
12.	Laura Farkaš, MOBILNA APLIKACIJA ZA PODRŠKU DECI SA AUTIZMOM	1021-1024
13.	Tijana Devaja, Živko Bojović, REALIZACIJA PAMETNOG OKRUŽENJA ZA MERENJE RAZLIČITIH PARAMETARA PRIMENOM IOT SISTEMA ZASNOVANOG NA ARDUINO PLATFORMI	1025-1028
14.	Bojan Babić, IMPLEMENTACIJA SKALABILNOG SOFTVERSKOG SISTEMA UZ OSLOMAC NA AKKA- TOOLKIT	1029-1032
15.	Ivan Golubović, Neven Kovački, UVAŽAVANJE EKVIVALENTA PRENOSNE MREŽE U PRORAČUNIMA TOKOVA SNAGA DISTRIBUTIVNIH MREŽA	1033-1036
16.	Огњен Шобот, ПРОВЕРА РЕФЕРЕНЦИЈАЛНОГ ИНТЕГРИТЕТА УНУТАР REAL TIME БАЗЕ ПОДАТАКА	1037-1040
17.	Lazar Timotić, KONZERVACIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE REDUKCIJOM NAPONA NA OSNOVU MERENJA SA PAMETNIH BROJILA	1041-1044
18.	Marko Šavija, Predrag Vidović, PRORAČUN INDEKSA PERFORMANSI RADIJALNE DISTRIBUTIVNE MREŽE	1045-1048
19.	Jelena Đurić, Predrag Vidović, MONITORING DISTRIBUIRANIH GENERATORA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI	1049-1052
20.	Saša Đurić, RAZVOJ APLIKACIJE ZA AUTOMATSKO AŽURIRANJE I INSTALIRANJE SCADA SOFTVERA	1053-1056
21.	Stevan Filipović, IMPLEMENTACIJA CIM RESTFUL API-JA	1057-1060
22.	Ивица Ристовски, Веран Васић, Ђура Орос, КАЛИБРАЦИЈА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЕЛЛАВ ЛОГЕРА	1061-1064
23.	Dario Stefan, Vladimir Katić, DOPRINOS VETROENERGETIKE U SRBIJI ZA ISPUNJENJE ZAHTEVA EU IZ STRATEGIJE 20- 20-20	1065-1068
24.	Sabolč Berko, AUTOMATSKO TESTIRANJE WEB I MOBILNIH APLIKACIJA	1069-1072
25.	Vladimir Đurđević, PRIMENA SHACL-A PRI VALIDACIJI GRAF STRUKTURA PODATAKA	1073-1076
26.	Mirjana Petruljević, PRAĆENJE PRISUSTVA FAKTORA KVALITETA U PROCESU RAZVOJA SOFTVERA	1077-1080
27.	David Dabić, Jelena Kovačević, Željko Trpovski, REALIZACIJA MODULA ZA PRILAGOĐENJE ZVUČNOG SADRŽAJA IZLAZNOJ KONFIGURACIJI ZVUČNIKA KOD AUDIO TEHNOLOGIJA NOVE GENERACIJE	1081-1084
28.	Predrag Ivanović, Dragan Milićević, PRIMENA INDUSTRIJSKIH PRETVARAČA UČESTANOSTI U PROCESNOJ KONTROLI	1085-1088
29.	Vladimir Ivković, Dejan Nemec, OSOBINE I IZBOR STANDARDA ZA KODOVANJE I PRENOS SIGNALA U DIGITALNOJ TELEVIZIJI	1089-1092
30.	Branislav Manojlović, Željko Trpovski, Dejan Nemec, PROJEKTOVANJE IP SISTEMA ZA VIDEO NADZOR STAMBENE ZGRADE	1093-1096
31.	Maja Spasojević, EKSPERTSKI SISTEM ZA ODABIR OPTIMALNOG BROJA VETROGENERATORA I FOTONAPONSKIH ČELIJA	1097-1099

32.	Ljiljana Milješić, UPRAVLJANJE PROCESOM ALOKACIJE AWS SPOT SERVERSKIH INSTANCI ZA APLIKACIJE KOJE ČUVAJU STANJA	1100-1103
33.	Filip Petrović, Vladimir Katić, KOMPARATIVNA ANALIZA SOLARNE ENERGETIKE U AUSTRIJI I SRBIJI	1104-1107
34.	Lazar Bročilo, Željko Trpovski, Dejan Nemec, DIGITALNA TELEVIZIJA	1108-1111

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Sladana Jotanović, REKONSTRUKCIJA ZGRADE POŠTE U BEOČINU	1112-1115
2.	Filip Marković, PROCENA STANJA I SANACIJA ARMIRANOBETONSKOG NADVOŽNJAKA NA PRUZI NOVI SAD - SUBOTICA U SUBOTICI	1116-1119
3.	Mina Ljubisavljević, PROCENA STANJA, DOGRADNJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE U KRAGUJEVCU	1120-1123
4.	Radenko Kovačević, IZBOR OPTIMALNOG PROCESA BETONIRANJA NA PRIMJERU AB SPORTSKE HALE	1124-1127
5.	Zoltan Majer, IDEJNO REŠENJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA NASELJA ČURUG	1128-1131
6.	Ивана Лукић, Владимир Мученски, ИДЕНТИФИКАЦИЈА РИЗИКА У ПРОЦЕСУ ИЗГРАДЊЕ ОБЈЕКТА ОД ЛАМЕЛИРАНОГ ЛЕПЉЕНОГ ДРВЕТА	1132-1135
7.	Saša Milivojević, PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE PO EVROKODU	1136-1139
8.	Dejan Krsmanović, PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA	1140-1143
9.	Aleksandar Barjaktarović, PROJEKAT KONSTRUKCIJE STAMBENE ZGRADE Su+P+5 PREMADOMAĆEM PRAVILNIKU I ANALIZA EFEKATA TEORIJE DRUGOG REDA	1144-1147
10.	Slobodan Džinović, PROJEKAT AB VIŠESPRATNE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE PREMA EVROKODU I POREĐENJE SA DOMAĆIM STANDARDIMA	1148-1151
11.	Stefan Janković, REKONSTRUKCIJA ZEMLJANE BRANE „PROTO NERO“ NA HILANDARU U GRCKOJ	1152-1155
12.	Dragan Duvnjak, Matija Stipić, ANALIZA SISTEMA ZA ODVOĐENJE ATMOSFERSKIH VODA NASELJA ŠIMANOVCI	1156-1159

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1.	Maja Otašević, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, ANALIZA KVALITETA OTISKA INK JET ŠTAMPE NA TEKSTILNIM MATERIJALIMA	1160-1163
2.	Jovana Ješić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, UTICAJ SVOJSTAVA PAPIRA NA KVALITET OTISKA U INK JET ŠTAMPI	1164-1167
3.	Anka Petrović, Savka Adamović, Miljana Prica, ADSORPCIONI TRETMAN OTPADNOG SREDSTVA ZA VLAŽENJE	1168-1171

	STRANA
4. Darko Vukosavljev, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, UTICAJ PROCESA TRLJANJA NA DUGOTRAJNOST OTISKA NA TKANINI	1172-1175
5. Aleksandra Peković, Sandra Dedijer, ANALIZA REPRODUKCIJE LINIJSKIH ELEMENATA NA DIGITALNIM FLEXCEL NXH FLEKSO ŠTAMPARSKIM FORMAMA	1176-1179

PRIMENA ADITIVNIH TEHNOLOGIJA U PROCESU MODELOVANJA PEĆI NA ČVRSTO GORIVO**THE APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF MODELING SOLID FUEL FURNACE**

Danica Štakić, Mladomir Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - Rad se bavi unapređenjem postojećeg modela peći na čvrsto gorivo - Čarobna peć, proizvođač Team System, u cilju poboljšanja njene energetske efikasnosti. U razvoju računarskog 3D modela korišćeni su savremeni CAD i CAE softveri dok je fizički model izrađen pomoću Fused Deposition Modeling (FDM) metode koja spada u grupu aditivnih tehnologija

Ključne reči: Peć na čvrsto gorivo, modelovanje, aditivne tehnologije, FDM, SolidWorks, FloXpress

Abstract - The paper deals with the improvement of the existing model of solid fuel-burning furnace - Magic furnace, from Team System, in order to improve its energy efficiency. Design of the CAD model is performed using CAD and CAE software while and additive technology (Fused Deposition Modeling - FDM) is employed for creation of the physical model.

Key Words: Furnace with secondary combustion, modeling additive technologies, FDM, SolidWorks FloXpress.

1. UVOD

Peći predstavljaju objekat u kome se toplotna energija dobija sagorevanjem goriva i koji posredstvom radnih površina prenosi toplotu na okolni prostor. Naglašavanje ekonomskog faktora je veoma važno, jer se pravilnim postupkom izbora tipa peći i odgovarajućim konstruktivnim rešenjima mogu ostvariti značajne uštede u energentima. Pri izboru peći se u većini slučajeva polazi samo sa stanovišta namene i konačnog efekta, a konstrukcija i ekonomika su od manjeg značaja. Pristupanje rešavanju problema na ovaj način je veoma pogrešno, pa je posao inženjera da napravi izvedbu - konstrukciju peći koja zadovoljava sve funkcionalne, estetske i ekonomske zahteve.

Cilj ovog rada je razvoj unapređenog modela peći na čvrsto gorivo sa sekundarnim sagorevanjem pre svega u pogledu energetske efikasnosti. Kao polazni model peći izabrana je Čarobna peć proizvođača Tim System iz Nove Pazove. Na bazi izvršene analize rada peći i uočenih nedostataka pristupilo se redizajniranju navedenog modela peći. Rezultat toga je novi model peći sa većom energetsom efikasnošću i toplotnim kapacitetom.

NAPOMENA:

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

Postupak modelovanja i redizajniranja peći sproveden je u SolidWorks programskom paketu. U smislu prikaza poboljšanja koje nudi unapređeni model peći u posebnom modulu ovoga softvera (SolidWorks -FloXpress) izvršena je analiza-simulacija strujanja vazduha kod oba modela peći. Takođe, izrađen je umanjeni model redizajnirane peći primenom Fused Deposition Modeling (FDM) postupka.

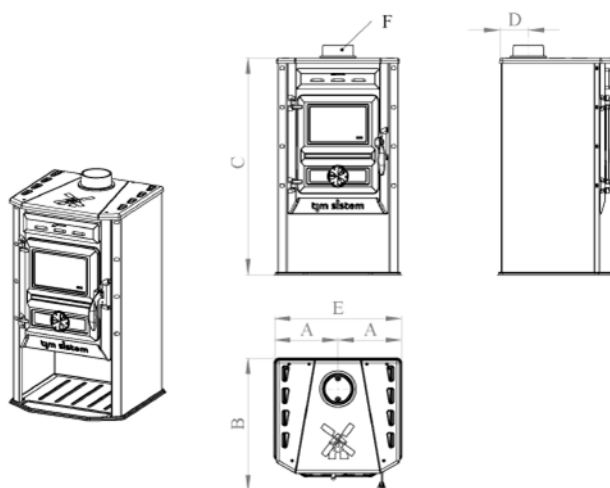
2. KONSTRUKCIJA UNAPREĐENOG MODELA PEĆI SA SEKUNDARNIM SAGOREVANJEM**2.1. Prikaz postojećeg rešenja peći sa sekundarnim sagorevanjem - Čarobna peć Tim System**

Na slici 1- levo prikazan je model Čarobne peći koja je korišćena kao osnova za razvoj energetski unapređene konstrukcije peći (slika 1 –desno). Ovaj model peći na čvrsto gorivo već duži niz godina nalazi se na tržištu i namenjen je, pre svega, za individualno zagrevanje manjih objekata.



Slika 1. Čarobna peć Tim System (levo) i modelovana peć sa sekundarnim sagorevanjem (desno), [2]

Čarobna peć je napravljena u potpunosti od čelika sa čeličnom gornjom pločom i vratima, dok je ložište napravljeno od šamota koji je kombinovan sa livenom rešetkom. Ložište je većih dimenzija tako da je moguće koristiti cepanice drva dužine 40cm (dijagonalni položaj), a vrata se otvaraju i do 180° [2]. Velika pepeljara je pogodna za čišćenje, a pokretna istresna rešetka omogućava lako uklanjanje pepela. Tehnički crtež peći dat je na slici 2. Tabela 1 pokazuje dimenzije Čarobne peći, a tabela 2 osnovne karakteristike iste. Peć ima dva regulatora dotoka vazduha - primarni i sekundarni, koji kontrolišu brzinu sagorevanja i snagu peći. Protok vazduha u peći je projektovan tako da se vrši stalno dovodenje primarnog i sekundarnog vazduha. Tercijalni dotok vazduha predstavlja usmeravanje vazduha na staklo kako ne bi došlo do njegovog prljanja prilikom rada, [2]. Na slici 3 je prikazano strujanje vazduha unutar peći.



Slika 2. Tehnički detalji modela Čarobna peć [2]

Tabela 1. Dimenzije Čarobne peći [2]

A	B	C	D	E	F
245mm	510mm	835mm	110mm	490mm	Ø120

Tabela 2. Tehničke karakteristike Čarobne peći - Tim System [3]

Karakteristike	Mer. jedinica	Vrednost
Dimenzije (Š x D x V)	mm	490 x 510 x 835
Dimenzije ložišta (Š x D x V)	mm	300 x 350 x 250
Nominalna termalna snaga	kW	7.7
Težina	kg	60
Prečnik odvoda dima	mm	Ø 120
Gorivo		drvo, drveni briket



Slika 3. Strujanje vazduha kod modela Čarobna peć [3].

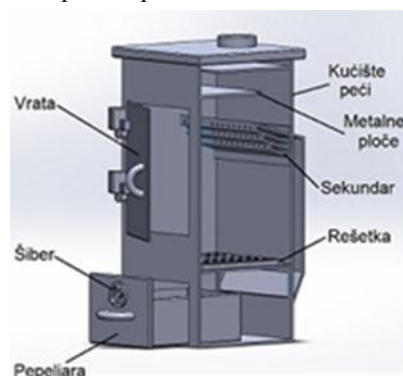
2.2. Unapređeni model peći

Na prikazanom modelu peći uočeni su sledeći nedostaci:

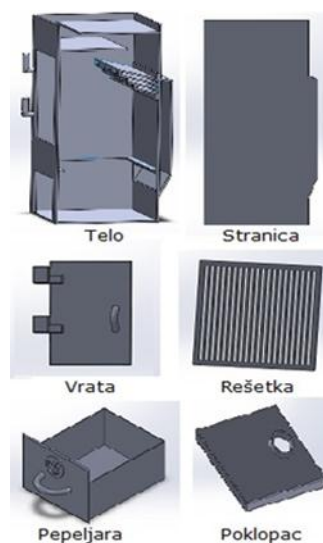
- 1) nedovoljno veliki ložišni prostor,
- 2) dovodni kanal sekundarnog sagorevanja je organizovan tako da daje manji stepen iskorišćenja peći,
- 3) turbulentno strujanje koje uzrokuje nepotpuno sagorevanje izlaznog gasa,
- 4) zahtev veće temperature paljenja sekundarnog gasa u odnosu na modelovanu peć,
- 5) veći gubitak energije - plamena u sulundaru.

Redizajn postojećeg modela izveden je u pravcu eliminacije navedenih nedostataka peći što je dovelo do novog konstrukcijskog rešenja. Modelovana peć razlikuje se od polazne varijante ne samo po konstrukciji, već i po strukturi pojedinih segmenata. Rezultat toga je povećana energetska efikasnost peći i bolje funkcionalne karakteristike.

Modelovanje peći izvršeno je u softveru SolidWorks 2012, koji omogućava pretvaranje osnovne 2D skice modela u 3D model dela pomoću jednostavnih, ali visoko efikasnih alati za modeliranje. Izgled peći je dat na slici 4, a osnovne celine peći su prikazane na slici 5.



Slika 4. Izgled unapređenog modela peći sa sekundarnim sagorevanjem



Slika 5. Osnovne celine unapređenog modela peći

Osnovna prednost novog modela peći sa sekundarnim sagorevanjem u odnosu na postojeću Čarobnu peć jeste laminarno strujanje vazduha unutar peći. Zagrevanje vazduha unutar unapređenog modela peći i povećavanje brzine strujanja u zadnjem delu pokazuje da je potrebna manja temperatura plamena da bi se upalili produkti primarnog sagorevanja u odnosu na Čarobnu peć kojoj je potrebno više vremena da bi se podigla temperatura unutar peći. Dovod sekundarnog vazduha obezbeđuje sagorevanje - dogorevanje prethodnih nepotpunih produkata sagorevanja u modelovanoj peći.

Najbitniji deo razvijenog modela peći sa sekundarnim sagorevanjem je kućište peći sa kanalima za usmeravanje vazduha ka dimnim gasovima u ložištu. Na slici 6, dat je poprečni presek modelovane peći, a njene tehničke karakteristike su date u tabeli 3.

Modelovana peć ima veći prostor ložišta, pa samim tim i mogućnost ubacivanja većih komada cepanica drva za sagorevanje. Konstrukcija peći i položaj dovedenog kiseonika dikтира količinu i protok potreban za paljenje izduvnih gasova. S obzirom da su ovakve peći obično postavljene u prostoriji gde borave ljudi, neophodno je smanjiti često provetravanje prostorije i gubljenje korisne toplote. U nastavku rada dat je prikaz analize strujanja vazduha kod oba modela peći.



Slika 6. Poprečni presek modelovane peći

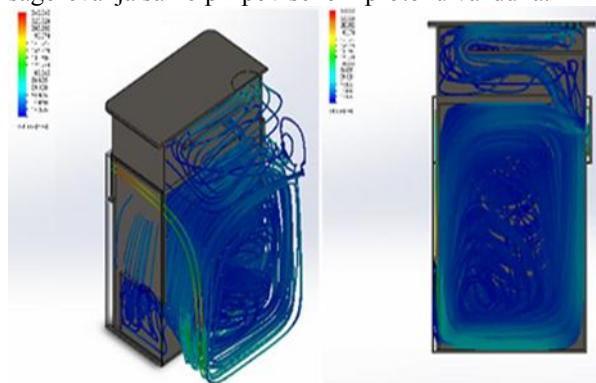
Tabela 3. Tehničke karakteristike peći sa sekundarnim sagorevanjem

Karakteristike	Merna jedinica	Vrednost
Dimenzije (Š x D x V)	mm	425 x 380 x 956
Dimenzije ložišta (Š x D x V)	mm	380 x 380 x 657
Nominalna termalna snaga	kW	10
Gorivo		drvo, drveni briket
Prečnik odvoda dima	mm	Ø 120

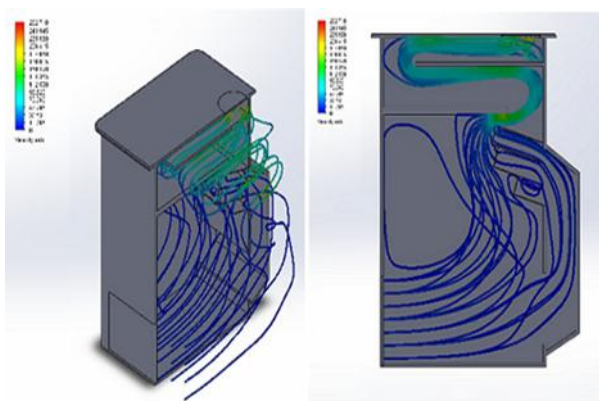
3. ANALIZA STRUJANJA VAZDUHA

Brzina strujanja gasova je veoma bitna karakteristika peći jer od nje zavisi prenos toplote i njen rad, kao i otpori u pojedinim delovima peći. Prema Rejnoldsovom broju određuje se vrsta strujanja, pa se razlikuju dva načina strujanja vazduha: laminarno i turbulentno strujanje. Ukoliko vrednost Rejnoldsovog broja prelazi 2500, laminarno strujanje prelazi u turbulentno. Primenom savremenog softvera za analizu tečenja SolidWorks FloXpress urađena je simulacija protoka vazduha u obe peći. Rezultati analize su pokazali da je konstrukcija dovodnog kanala za sekundarno sagorevanje kod unapređenog modela mnogo efikasnija u odnosu na postojeći model. Na slici 7, uočava se kako vazduh bez kontrole ulazi na oba otvora i pravi veliko vrtloženje (turbolenciju) u Čarobnoj peći. Nedostatak laminarnog kretanja je nedostatak kontrole dotoka kiseonika, pa se može desiti da gorivo izgori brže od očekivanog vremena. Za to vreme se stvara veća temperatura (prema zakonu termodinamike) koja nije uvek tražena. Teži se konstantnom sagorevanju zbog uštede goriva, a to je i cilj unapređene - modelovane peći.

Slika 8 pokazuje da se modelovana peć izuzetno lako i brzo potpaljuje i to samo papirom i sitnim drvima i momentalno počinje da greje. Gori izuzetno lepo sa veoma jakim - intenzivnim plamenom i vrlo brzo postiže temperaturu u ložistu koja je potrebna za sekundarno sagorevanje. Sekundarno sagorevanje pali gasove sagorevanja samo pri povišenom protoku vazduha.



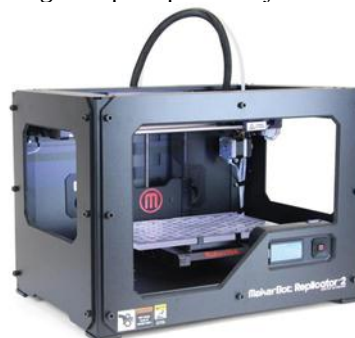
Slika 7. Prikaz strujanja vazduha u peći Tim System [4]



Slika 8. Prikaz strujanja vazduha u peći sa sekundarnim sagorevanjem [4]

4. IZRADA FIZIČKOG MODELA PEĆI

Fizički model unapređene varijante peći izrađen je FDM postupkom 3D štampe (deponovanjem istopljenog filamenta) pomoću MakerBot Replicator 2 uređaja, firme MakerBot® Industries. Ovo je desktop uređaj, prenosiv, malih dimenzija, jednostavan za upotrebu i pogodan za izradu raznovrsnih 3D objekata solidnog kvaliteta. Fotografija ovog štampača prikazan je na slici 9.



Slika 9. FDM uređaj „MakerBot Replicator 2“ [5]

Postupak FDM-a se odvija na sledeći način: Termoplast, koji je u obliku žice se provodi kroz glavu (ekstruder) u kojoj se zagreva i topi parcijalno. U delimično

rastopljenom stanju istiskuje se kroz mlaznicu. Materijal se istiskuje na radnu platformu mašine, kreirajući na taj način budući model [1]. Nakon uvoza i pozicioniranja svih računarskih 3D modela peći na radnu površinu uređaja, vrši se podešavanje parametara procesa štampanja. Pri izradi modelovane peći sa sekundarnim sagorevanjem posebno se vodilo računa o kvalitetu/tačnosti pojedinačnih segmenta peći jer je to od suštinskog značaja za ispravnu montažu i proferu funkcija skpola peći. Od moguća tri kvaliteta štampe, koje uređaj nudi, odabran je srednji kvalitet i to rezolucije Z ose (debljine sloja) od 200 μm .. Poseban problem prilikom štampe predstavljala je mala debljina zidova peći, pogotovu ako se uzme u obzir činjenica da je štampan skalirani (umanjeni) model peći zbog ograničenog radnog prostora uređaja. Delovi peći sa sekundarnim sagorevanjem nakon izrade FDM postupkom (razmera 1:10) prikazani su na slici 10, kao i sklop peći.



Slika 10. Delovi peći i sklop dobijeni FDM postupkom

5. ZAKLJUČAK

Vreme i način oblikovanja novog proizvoda se uveliko promenio u odnosu na klasični pristup. Primenom savremenih CAX softverskih paketa i aditivnih tehnologija proces modelovanja je olakšan i ubrzan, dok se troškovi značajno smanjuju jer se sve neophodne provere i korekcije izvode na računarskim modelima i ranim fazama razvoja.

U ovom radu efikasnost i potencijal savremenog pristupa u razvoju proizvoda demonstriran je na primeru razvoja unapređenog modela peći na čvrsto gorivo sa sekundarnim sagorevanjem. U samom radu za potrebe 3D modelovanja konstrukcije peći i proveru strujanja vazduha korišćeni su različiti moduli softverskog paketa SolidWorks.

Izrada fizičkog modela peći realizovana je postupkom „Fused Deposition Modeling” (FDM) u „Laboratoriji za virtuelno projektovanje i brzu izradu prototipa” na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu.

Izmene na polaznom modelu peći (model Čarobna peć, proizvođača Team System) sprovedene su najvećim delom u zoni ložišta i na kanalima za sagorevanje gasova kako bi se povećala energetska efikasnost peći. Analiza strujanja gasova je pokazala da je promenama u konstrukciji peći i primenom kanala za dovod kiseonika u zonu paljenja dimnih gasova moguće poboljšati sagorevanje otpadnih gasova, tako da oni više ne predstavljaju gubitak energije već doprinose ukupnom bilansu povećanja snage peći.

Dobijeni rezultati ukazuju da je poboljšan stepen iskorišćenja goriva kod unapređenog modela peći time što se više otpadnih gasova sagoreva. Time je potrebna manja temperatura plamena za početak sagorevanje gasova ostatka primarnog sagorevanja, u odnosu na Čarobnu peć gde gasovi primarnog sagorevanja počinju sagorevati pri višim temperaturama.

Poboljšanom konstrukcijom ložišta dobijen je veći ložišni prostor i bolji protok vazduha za sekundarno sagorevanje u odnosu na Čarobnu peć. Sekundarno paljenje gasa primarnog sagorevanja drastično smanjuje zagađenje životne sredine i doprinosi ukupnom energetskom bilansu prostorije.

Od brzine strujanja gasova zavisi prenos toplote unutar peći, gde modelovana peć opet prednjači u odnosu na Čarobnu peć, jer se unutar nje odvija laminarno strujanje, koje omogućava kontrolisano sagorevanje što je i cilj - postići veću energetska efikasnost peći. Postavljanjem metalnih ploča unutar modelovane peći usporava se gubitak toplote kroz sulundar i na taj način se postiže oslobađanje veće količine toplote u samoj peći.

Poređenjem unapređenog modela peći i Čarobne peći Tim System - a, može se zaključiti da modelovana peć daje bolje rezultate kada je u pitanju ušteda energije i ima bolje funkcionalne karakteristike.

U pogledu estetike Čarobna peć prednjači, jer je izuzetno lepo dizajnirana, dok je modelovana peć robusne konstrukcije. Kako bi ostvarilo poboljšanje i pogledu estetskih karakteristika peći neophodno je u proces modelovanja uključiti i dizajnere koji bi svojim predlozima učinili ovu peć vizuelno prihvatljivijom.

4. LITERATURA

- [1] Miroslav Plančak, (2004), "Brza izrada prototipova, modela i alata: Rapid Prototyping and Rapid Tooling", ISBN 86-80249-96-3, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, Srbija
- [2] <http://timsistem.rs/product/carobna-pec77kw/?lang=sr>
- [3] <http://www.svetlostnis.rs/proizvod/10021602/#!prettyPhoto>
- [4] M. Lombard, „SolidWorks 2009”, ISBN:987-0-470-25825-5, Beograd
- [5] MakerBot Replicator, User Manual, http://downloads.makerbot.com/replicator2/MakerBotReplicator2_user_manual.pdf

Kratka biografija:



Danica, Jadranka, Štakić rođena je 15.06.1984. godine u Pančevu. Završila je osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Proizvodno mašinstvo - Savremene tehnologije oblikovanja materijala 2015. godine.

Mladimir Milutinović rođen je 1967. godine u Arilju, Republika Srbija. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1994., magistrirao 2001., i doktorirao 2013. godine. Izabran u zvanje docenta 2013 godine.

ANALIZA OPTEREĆENJA AUTOMOBILSKOG NAPLATKA PRIMJENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA**LOAD ANALYSIS CAR RIM USING THE FINITE ELEMENT METHOD**

Slobodan Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Metod konačnih elemenata je nezaobilazna tačka u procesu inženjerske analize i optimizacije konstrukcije. Ovaj rad prikazuje mogućnost primjene ove metode pri analizi napona i deformacija automobilskeg naplatka u cilju optimizacije rešenja. Modelovanje i analiza je vršena u programskom paketu Autodesk Inventor.

Abstract – The finite element method is an unavoidable point in the process of engineering analysis and design optimization. This paper shows the possibility of using this method in the analysis of stress and deformation of the car rim in order to optimize solution. Modeling and analysis was performed in the software package Autodesk Inventor.

Ključne reči: čelični naplatak, aluminijumski naplatak, metod konačnih elemenata, naponi, deformacije

1. UVOD

Glavna tematika ovog rada jeste ispitivanje naplatka na savijanje. Proračun vrijednosti opterećenja koja djeluju na automobilske naplatke izvršice se pomoću međunarodnog standarda za ispitivanje naplataka ISO 3006 iz 2005. godine [1]. Razmotriće se glavni zahtjevi koje model mora da ispuni, tj. zahtjevi koji su bitni za tačnost rezultata. Cilj ovog zadatka je da se modelira naplatak koji odgovara realnom fizičkom naplatku, da se optereti silama i momentima uvijanja na određenim dijelovima i da se prikažu rezultati mjerenja. Pomoću programskog paketa Autodesk Inventor 2015 modeliraće se dvije vrste naplatka iste dimenzije (čelični i aluminijumski), nakon čega će se pristupiti simulaciji na osnovu prethodno proračunatih opterećenja. Takođe će biti reči o računarskim simulacijama uopšte, a detaljno će biti objašnjen konkretan slučaj koji se obrađuje, počev od same njegove problematike preko cilja izrade simulacije, metodologije modeliranja kao i metode konačnih elemenata, pa do krajnjih rezultata. Po završetku simulacije pristupiće se analizi pomijeranja (ugiba) i naponskog stanja navedenih vrsta naplatka.

2. KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE NAPLATKA

Postoje dve najčešće izvedbe naplataka, čelični i oni napravljeni od laganih legura, prvenstveno aluminijumskih i magnezijumskih, koji se zajedno nazivaju alu naplaticima. Takođe se mogu susresti i naplatci izređeni od ugljeničnih vlakana (karbona).

NAPOMENA:

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

Nekadašnji naplatci sa žičanim žbicama ostaju u kategoriji "egzotike" i mogu se vidjeti samo na ponekom ekskluzivnom automobilu. Ove tri navedene izvedbe naplatka prikazane su na slici 1.



Slika 1. Tri različite izvedbe naplatka

Što se tiče izgradnje, naplatak može biti napravljen od jednog, dva ili tri dijela. Svaka vrsta ima svoje mjesto na današnjem tržištu automobila. Većina aluminijumskih naplataka su konstruisani kao jednodijelni proizvodi. Naplatci su izrađeni u kalupu, kao jedan komad. Ova vrsta naplatka se široko koristi zbog dostupnosti i čvrstoće strukture. Nažalost, ovi naplatci su teško popravljivi. U slučaju oštećenja, najpouzdanija varijanta je da se zamijeni sa drugim. Što se tiče dvodjelnih naplataka, naplatak je proizveden od centralnog dijela i oboda. Ti zasebni dijelovi su zavareni ili učvršćeni vijcima. Ova vrsta naplatka ima više opcija u veličinama. Prednost ovih naplataka se javlja kod popravaka. Kada se unutrašnja polovina naplatka, vanjska polovina naplatka i centar spoje koristeći vijke, dobijamo trodijelni naplatak.

3. ISPITIVANJE NAPLATAKA

Automobilske naplatke se podvrgavaju sledećim postupcima ispitivanja:

- Ispitivanje korozije,
- Udarno ispitivanje,
- Ispitivanje naizmjeničnom torzijom,
- Ispitivanje na savijanje.

Ovi postupci ispitivanja se koriste da bi se postigao bolji učinak i kvalitet, dizajn i proizvodnja naplataka i kako bi osigurali da naplatak zadovoljava propisane zahtjeve. Međutim, ovi testovi su jako skupi i zahtijevaju dosta vremena. Danas se uz pomoć računara i raznih softverskih paketa vrši simuliranje raznih opterećenja naplatka. Time se uveliko štedi vrijeme i novac.

4. RAČUNARSKE SIMULACIJE NA BAZI METODE KONAČNIH ELEMENATA

Simulacija predstavlja imitaciju rada realnog procesa ili sistema tokom vremena. Model predstavlja konceptualni okvir koji opisuje sistem. Glavne prednosti računarskih simulacija su: procedure upravljanja se mogu proveravati bez remećenja rada realnog sistema, stiće se uvid u nivou uticaja pojedinih varijabli na rad sistema itd., u nedostatke

spadaju: pravljenje modela zahtijeva posebnu obuku, interpretiranje rezultata simulacije može biti komplicirano, modeliranje i analiza u nekim slučajevima mogu da zahtijevaju puno vremena i novca.

Ono što je najbitnije reći o simulacijama, sa aspekta ovog rada, je to da su one od neprocjenjivog značaja za ispitivanje mehaničkih konstrukcija svake vrste, ali samo ako se pravilno pristupi njihovoj izradi. U suprotnom one mogu biti izuzetno kontraproduktivne jer će dati potpuno pogrešne rezultate. Pravilan pristup izrade simulacije podrazumijeva dobro poznavanje suštine problema koji se želi riješiti. Ukoliko je ovaj zahtjev ispunjen može se otpočeti sa izradom modela koji treba da u što većoj mjeri odgovara fizičkom modelu, a da pri tome bude što je moguće jednostavniji bez suvišnih elemenata koji će simulaciju samo opterećivati, a neće davati bolje rezultate. Ovde dolazi do izražaja sposobnost inženjera da uvidi na koji će način određene fizičke karakteristike i pojave pretvoriti u virtuelni model.

4.1. Principi i primjena metode konačnih elemenata

Metod konačnih elemenata predstavlja numerički postupak rješavanja inženjerskih problema i problema matematičke fizike. Metodom konačnih elemenata vrši se analiza struktura, računaju se temperaturna polja, tok fluida, naponska polja, transport masa itd.

U najvećem broju slučajeva kada analizirana struktura ima složenu geometriju, kada je složeno opterećenje i kada su strukture od različitih materijala, nije moguće naći rješenje u analitičkom obliku. Analitičko rješenje podrazumijeva dobijanje analitičkih izraza za računanje traženih karakteristika na različitim mjestima strukture (pomijeranje, temperature, napon i sl.). Za dobijanje takvih podataka treba rješavati diferencijalne ili parcijalne jednačine. To je moguće uraditi samo za vrlo jednostavne probleme. Za složenu geometriju (kao što je geometrija ispitivanog modela) i složeno opterećenje nije moguće naći rješenja u analitičkom obliku. Zbog toga se koriste numerički metodi, a jedan od njih, najčešće korišćen je metod konačnih elemenata (MKE). Rješavanje problema metodom konačnih elemenata svodi se na rješavanje sistema algebarskih jednačina.

Zavisno od vrste problema koji se rešava, kao rješenja se dobijaju odgovarajuće veličine. Tako u slučaju računanja naponsko deformacionog stanja strukture rezultati su pomijeranja svakog čvora strukture i naponi unutar svakog elementa. Pomijeranja i naponi su posledica djelovanja spoljašnjeg opterećenja [2].

5. ANALIZA OPTEREĆENJA NAPLATKA PRIME-NOM METODE KONAČNIH ELEMENATA

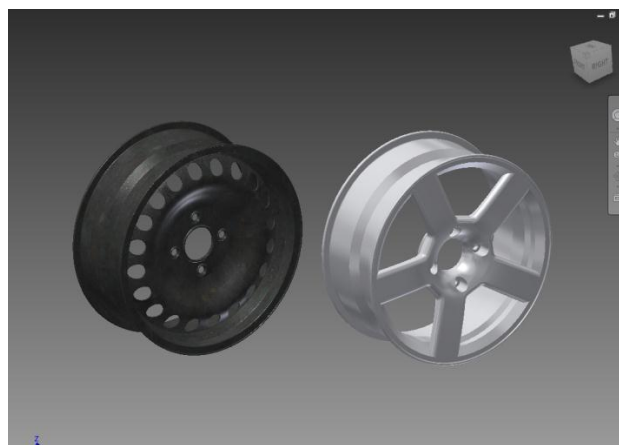
U ovom radu će se pomoću programskog paketa Autodesk Inventor 2015 vršiti simuliranje ispitivanja naplatka na savijanje, što i jeste glavna tematika rada. Ispitivaće se dvije vrste naplatka, a to su aluminijumski i čelični sa istom oznakom 6J x 15 H. Konkretno, to su naplatci koji se nalaze na putničkom automobilu Peugeot 308 1.6 HDI, kao zimska (čelična) i ljetna (aluminijumska) verzija naplatka. U zavisnosti od vrste naplatka (čelični i aluminijumski) vršiće se dvije varijante ispitivanja naplatka na savijanje i to u slučaju kada se pogonski naplatak kreće u krivini (djeluje moment M_T , sila F_V i sila F_B).

Vrijednosti navedenih opterećenja usvojenih iz međunarodnog standarda za ispitivanje naplatka ISO 3006 iz 2005. godine iznose:

- Obrtni moment $M_T=2041[Nm]$,
- Vertikalna sila $F_V=4120[N]$,
- Bočna sila $F_B=4120[N]$.

Da bi proces simulacije bio omogućen, potrebno je prethodno izvesti određene korake, a to su modeliranje (kreiranje 3D modela naplatka), zadavanje materijala, umrežavanje modela, zadavanje graničnih uslova, zadavanje opterećenja i sprovođenje simulacije.

Izgled 3D modela čeličnog i aluminijumskog naplatka nakon izvršenja navedenih koraka prikazan je na slici 2.



Slika 2. Izgled 3D CAD modela (lijevo-čeličnog, desno-aluminijumskog) naplatka

Formiranje mreže na modelu vrši se podešavanjem tri parametra mreže, a to su prosječna veličina elementa, minimalna veličina elementa i maksimalni ugao zakretanja elemenata. Važno je napomenuti da se prilikom umrežavanja modela (određivanja gustine mreže konačnih elemenata) teži da broj konačnih elemenata bude optimalan. Mali broj elemenata (mala gustina mreže) dovodi do greške u analizi, a prevelik broj elemenata zahtijeva veliku memoriju računara.

U slučaju čeličnog naplatka broj čvorova je 247014, a broj elemenata je 131044. U slučaju aluminijumskog naplatka broj čvorova je 116896, a broj elemenata je 65691.

5.1. Prikaz i analiza rezultata ispitivanja naplatka

Dobijeni rezultati primenom MKE se analiziraju i interpretiraju. Zaključak svake analize svodi se na određivanje tačnog mjesta djelovanja najvećih napona i deformacija.

Kao što se može zaključiti iz do sada rečenog, u ovom radu ćemo imati dvije različite varijante ispitivanja naplatka.

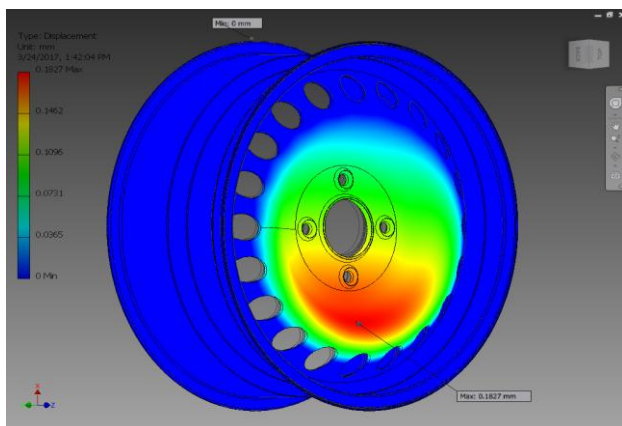
5.1.1. Varijanta 1

U ovoj varijanti vršiće se simuliranje opterećenja naplatka u slučaju kada se pogonski čelični naplatak kreće u krivini. U ovom slučaju na njega djeluje vertikalna sila F_V , bočna sila F_B i obrtni moment M_T . Na slici 3 prikazan je čelični naplatak sa svim opterećenjima koji djeluju na njega u ovom slučaju.



Slika 3. Čelični naplatak sa opterećenjima koja djeluju na njega u varijanti 1

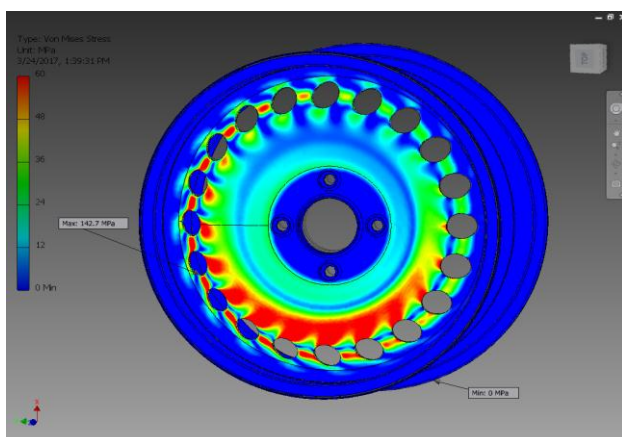
Na slici 4 prikazan je model naplatka sa prikazanim ugibom, kao i vrednost maksimalnog i minimalnog ugiba.



Slika 4. Ukupno pomjeranje (ugib) čeličnog naplatka u varijanti 1

Maksimalni ugib naplatka za ovaj slučaj opterećenja iznosi $0.1827 [mm]$ a minimalna vrijednost $0 [mm]$. Sa slike se vidi da se mjesto maksimalnog ugiba nalazi na centralnom disku naplatka (približno na polovini obima centralnog diska) vertikalno naniže od mjesta djelovanja opterećenja, što je i očekivano mjesto maksimalnog ugiba. Deformacije koje se javljaju ne mogu značajno ugroziti funkcionalnost naplatka.

Na slici 5 prikazan je model sa rasporedom veličine Von Mises-ovih napona u konstrukciji naplatka, kao i vrijednost maksimalne i minimalne vrijednosti napona.



Slika 5. Naponi u čeličnom naplatku u varijanti 1

U ovom slučaju, maksimalni napon koji deluje po Von Misses-u ima vrednost $142.7 [MPa]$ i nalazi se ispod dozvoljenog napona, koji za usvojeni materijal iznosi $350 [MPa]$. Sa slike se vidi da se mjesto djelovanja maksimalnog napona nalazi na centralnom disku naplatka na ivici otvora za hlađenje kočionog diska. Ova vrijednost od $142.7 [MPa]$ predstavlja maksimum napona, dok realna vrijednost maksimalnog napona iznosi oko $60 [MPa]$ (oblast dejstva ovog napona je prikazan na prethodnoj slici crvenom bojom).

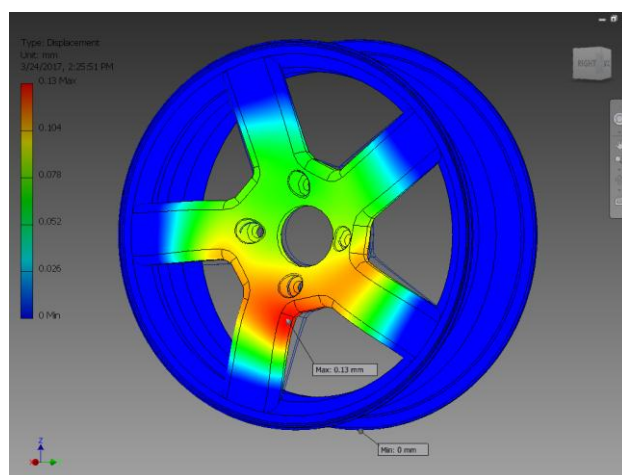
5.1.2. Varijanta 2

U ovoj varijanti vršice se simuliranje opterećenja naplatka u slučaju kada se pogonski aluminijumski naplatak kreće u krivini. U ovom slučaju na njega djeluje vertikalna sila F_V , bočna sila F_B i obrtni moment M_T . Na slici 6 prikazan je aluminijumski naplatak sa svim opterećenjima koji djeluju na njega u ovom slučaju.



Slika 6. Aluminijumski naplatak sa opterećenjima koja djeluju na njega u varijanti 2

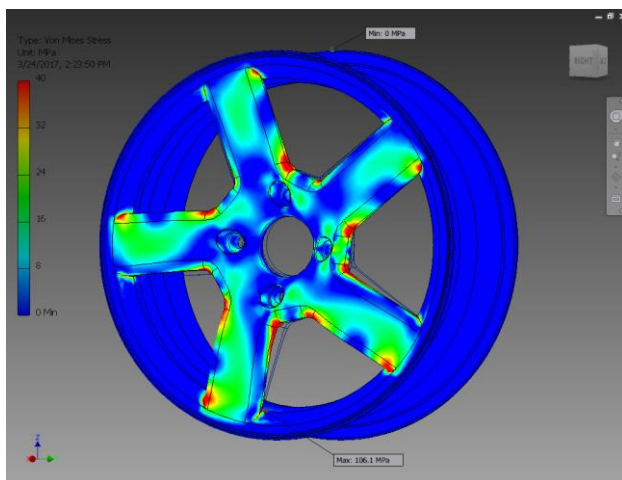
Na sl.7 prikazan je model naplatka sa prikazanim ugibom, kao i vrijednost maksimalnog i minimalnog ugiba.



Slika 7. Ukupno pomjeranje (ugib) aluminijumskog naplatka u varijanti 2

Maksimalna vrijednost ugiba iznosi $0.13 [mm]$. U ovom slučaju vrijednost ugiba za aluminijumski naplatak je manja od vrijednosti ugiba za čelični naplatak za isti slučaj opterećenja, na osnovu čega se može zaključiti da se aluminijumski naplatak bolje ponaša u krivini od čeličnog (manji ugib).

Na slici 8 prikazan je model sa rasporedom veličine Von Mises-ovih napona u konstrukciji naplatka, kao i vrijednost maksimalne i minimalne vrijednosti napona.



Slika 8. Naponi u aluminijumskom napolatku u varijanti 2

U ovom slučaju, maksimalni napon koji djeluje po Von Mises-u ima vrednost 106.1 [MPa] i nalazi se ispod dozvoljenog napona, koji za usvojeni materijal iznosi 185 [MPa] .

U radu pod nazivom “CAD Modeling and FEA Analysis of Wheel Rim for Weight Reduction” autora Rahul K., Jape S. i Jadhav G. [3] sa Mašinskog fakulteta u Mumbai (India) iz 2016. godine izvršena je analiza napona na bazi metode konačnih elemenata za aluminijumski naplatak istih dimenzija kao i u ovom radu. Simulacija je vršena u programskom paketu Ansys R15.0 za isti slučaj opterećenja kao u varijanti 2, dakle, kada na naplatak djeluje obrtni moment, vertikalna i bočna sila. Vrijednosti ovih opterećenja su nešto veće od vrijednosti korištenih u ovom radu.

Maksimalna vrijednost napona za aluminijumski naplatak dobijena u Ansys-u (navedeni slučaj) iznosi 139.55 [MPa] . S’obzirom na to da su vrijednosti opterećenja naplatka zadata u Ansys-u (navedeni primjer) nešto veća od vrijednosti opterećenja naplatka zadatih u Inventoru (u ovom radu), dobijeni rezultati su iz ovog primjera su približni rezultatima dobijenim u ovom radu (veći proporcionalno većim opterećenjima naplatka).

Navedeni primjer ukazuje na tačnost rezultata dobijenih u ovom radu, odnosno na tačnost rezultata dobijenih pomoću programskog paketa Autodesk Inventor 2015 na bazi metode konačnih elemenata.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je odrađena analiza opterećenja i napona u dva automobilska naplatka (čeličnom i aluminijumskom) primjermom softverskog paketa Autodesk Inventor. Na početku su date teorijske osnove o različitim izvedbama i vrstama naplatka.

Takođe je dat kratak pregled postupaka ispitivanja automobilskih naplataka, gdje je akcenat stavljen na ispitivanje naplatka na savijanjem, što i jeste glavna tema ovog rada.

Da bi se postigao bolji učinak, kvalitet i dizajn u proizvodnji naplatka, i da bi naplatak zadovolji propisane zahtjeve od strane ovlaštenih institucija koriste se opisane metode ispitivanja naplataka. Ove metode su jako skupe i zahtijevaju dosta vremena. Međutim, tu su računarske simulacije koje uveliko redukuju vrijeme i troškove. Dakle, ispitivanja se izvode sa ciljem provjere sigurnosti proizvoda s obzirom da naplatak igra jako važnu ulogu pri vožnji. Osim toga, proizvođačima su ispitivanja od velikog značaja jer na taj način obezbjeđuju dosljedan kvalitet svog proizvoda i sakupljaju potrebnu dokumentaciju koja se potom koristi za razvijanje novih modela.

Oba naplatka su pažljivo modelirana na osnovu postojećih fizičkih modela naplataka. Oba modela su ispitivana metodom konačnih elemenata, određene su im osobine materijala, formirana je mreža, zadati su oslonci i opterećenja nakon čega je svaki od modela pušten u ispitivanje. Cilj metode konačnih elemenata bio je da se dobije vizuelizacija rješenja i interpretacija rezultata.

Nakon izvršenih ispitivanja za ova dva navedena slučaja dobijena su zadovoljavajuća rješenja. Kada je u pitanju čelični naplatak, najveći napon po Von Misesu iznosi 142.7 [MPa] , a ugib iznosi 0.18 [mm] . Ovaj napon se nalazi u dozvoljenim granicama, odnosno manji je od maksimalnog dozvoljenog napona (napona tečenja) koji za čelik iznosi 350 [MPa] . Takođe i kada je u pitanju aluminijumski naplatak, najveći napon po Von Misesu iznosi 106.1 [MPa] , a ugib iznosi 0.13 [mm] . I ovaj napon se nalazi u dozvoljenim granicama, odnosno manji je od maksimalnog dozvoljenog napona (napona tečenja) koji za aluminijum iznosi 185 [MPa] . Na osnovu prethodno rečenog može se zaključiti da je aluminijumski naplatak u odnosu na čelični čvršći i bolje podnosi opterećenje (za isto opterećenje manji su naponi). Takođe, i ugib je manji kod aluminijumskog naplatka.

Bitno je naglasiti da su ovi naplatci postojeća zimska verzija (čelični) i ljetna verzija naplatka (aluminijumski) putničkog automobila Peugeot 308, za koji su proračunata opterećenja koja su korištena u ovim simulacijama. Budući da su ovi naplatci već dokazali svoju funkcionalnost u praksi, moguće je ocijeniti valjanost pomenutih simulacija.

7. LITERATURA

- [1] International standard, ISO 3006, Fourth edition, 2005.
- [2] Babin N., Vladić J., Brkljač N., Šostakov R.: Metalne konstrukcije u mašinstvu, FTN Novi Sad, 2012.
- [3] Rahul K., Jape S., Jadhav G.: CAD Modeling and FEA Analysis of Wheel Rim for Weight Reduction, Department of Mechanical Engineering, Muambai, India, 2016.

Kratka biografija:



Slobodan Babić rođen je u Bijeljini 1991. god. Osnovne akademske studije prvog stepena na studijskom programu Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo završio je 2015. god.

ПРОРАЧУН ТОПЛОТНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА СТАМБЕНОГ ОБЈЕКТА МЕТОДАМА "ASHRAE" И "VDI 2078"**LOAD CALCULATION OF A RESIDENTIAL BUILDING BY "ASHRAE" AND "VDI 2078" METHODS**

Срђан Станић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - МАШИНСТВО

Кратак садржај – У раду су описана два стандарда "ASHRAE" и "VDI 2078" за прорачун расхладног капацитета климатизационог постројења. Изнете су математичке релације на основу којих се врши прорачун, као и приказ и упоредна анализа добијених резултата.

Abstract – The paper describes two standards "Ashrae" and "VDI 2078" for the calculation of the cooling capacity of the air conditioning plant. The mathematical relations on the basis of which the calculation is carried out are presented, as well as the presentation and comparative analysis of the obtained results.

Кључне ријечи: Cooling capacity, Thermal load, Calculations

1. УВОД

Климатизација је процес обраде ваздуха са циљем да се у одређеном простору створе одговарајући услови за боравак људи и других живих бића у њему. Овај термин се у ширем смислу може односити на било који облик вентилације, грејања, хлађења или дезинфекције, односно свих процеса којим се мења стање ваздуха. Климатизација представља грану технике и научну дисциплину која обухвата технолошке поступке за стварање жељених параметара ваздуха, као и задржавање жељених параметара у простору коришћењем термотехничких уређаја током читаве године. Ваздух се климатизује помоћу уређаја који чине климатизационо постројење, а ти уређаји су расхладни уређаји, уређаји за припрему ваздуха, за производњу топлоте, као и уређаји за аутоматску контролу и регулацију рада система.

Климатске карактеристике и прилике на Земљи су неповољне за човека. Температура ваздуха на Земљи варира од -70°C до $+50^{\circ}\text{C}$ у зависности од географског положаја. Исто важи и за релативне влажности које могу да се крећу од веома ниских 10%, али и до екстремно високих 90% у условима високе спољне температуре. Захваљујући веома брзом развоју цивилизације и технике данас је могуће у затвореном простору остварити све жељене оптималне параметре око 20°C и релативну влажност од око 50% независно од спољне климе.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из рада чији је ментор био доц. др Александар Анђелковић.

2. ЗАДАТАК РАДА

Задатак мастер рада јесте да се прикаже поступак прорачуна топлотних добитака стамбеног објекта по стандардима "ASHRAE" и "VDI 2078".

У складу са изнетим теоријским основама, извршен је прорачун за потребно расхладно, односно топлотно оптерећење објекта. Одређивање неопходног расхладног капацитета свих просторија које чине објекат извршено је у највишем температурском пику, односно за датум у години 21. јул за 12:00 и 14:00 часова.

3. ТЕХНИЧКИ ОПИС СТАМБЕНОГ ОБЈЕКТА

Просторна организација, функционалне целине:

Приземље:

1. Дневна соба - просторија 1
2. Кухиња - просторија 2
3. Трпезарија - просторија 3
4. Ходник са степенишним простором - просторија 4

Први спрат:

1. Спаваћа соба 1 - просторија 5
2. Спаваћа соба 2 - просторија 6
3. Спаваћа соба 3 - просторија 7
4. Спаваћа соба 4 - просторија 8

Предметни објекат је по својој намени стамбени објекат спратне структуре П+1. намењен породичном становању. Приземље је предвиђено за дневне заједничке просторије чланова породице, први спрат је предвиђен за спаваће собе. Везу између етажа представља степениште, сматра се функционалним простором, природно је осветљено и проветрено. Површина приземља је $66,75 \text{ m}^2$, а први спрат је укупне површине 65 m^2 .

4. "ASHRAE" МЕТОДА

"ASHRAE" представља америчко друштво за грејање, хлађење и климатизацију. Друштво је формирано 1984. године и од самог старта је фокусирано на изградњу енергетских система, енергетску ефикасност, квалитет ваздуха у затвореном простору, за расхладне и одрживе технологије. Као што је у уводу описана тема овог рада, у наставку ће се дати детаљан опис поменутог стандарда.

Приликом прорачуна и одабира спољне пројектне температуре уведени су критеријуми за дефинисање температура и релативне влажности, на основу којег климатизационо постројење треба да ради. Летња спољна пројектна температура је одређена као вредност која ће се у просечној години достићи или бити превазиђена у 5% часова у периоду од почетка јуна до краја септембра. Пројектна влажност је дефинисана преко температура по влажном термометру по истом критеријуму као и пројектна температура

Топлотна оптерећења која се рачунају по методи "ASHRAE" су:

- 4.1. топлотно оптерећење кроз зидове
- 4.2. топлотно оптерећење кроз кровове
- 4.3. топлотно оптерећење кроз спољна врата
- 4.4. топлотно оптерећење од сунчевог зрачења кроз прозоре коришћењем коефицијента акумулације
- 4.5. топлотно оптерећење од сунчевог зрачења кроз прозоре коришћењем јединичног оптерећења
- 4.6. топлотно оптерећење преносом топлоте кроз прозоре кондукцијом
- 4.7. топлотно оптерећење од људи
- 4.8. топлотно оптерећење од осветљења
- 4.9. топлотно оптерећење од машина
- 4.10. топлотно оптерећење услед продора топлот ваздуха
- 4.11. топлотно оптерећење од суседних неклиматизованих просторија.

Математичке релације за набројана топлотна оптерећења су:

- 4.1. топлотно оптерећење кроз зидове

$$Q_Z = k \cdot A \cdot TOTR [W]$$

- 4.2. топлотно оптерећење кроз кровове

$$TOTR = [TOTR_t + M] \cdot K + (25,5 - t_u) + (t_{sm} - 29,4) \cdot f [^{\circ}C]$$

- 4.3. топлотно оптерећење кроз спољна врата

$$Q_{(\tau)} = k_v \cdot A_v \cdot [t_{s(\tau)} - t_u] [W]$$

- 4.4. топлотно оптерећење од сунчевог зрачења кроз прозоре коришћењем коефицијента акумулације

$$Q_{(\tau)} = STD_{max} \cdot A \cdot f_{PR} \cdot S_{\tau} [W]$$

- 4.5. топлотно оптерећење од сунчевог зрачења кроз прозоре коришћењем јединичног оптерећења

$$Q_{STO} = STO \cdot A_p \cdot f_{PR} [W]$$

- 4.6. топлотно оптерећење преносом топлоте кроз прозоре кондукцијом

$$Q_{(\tau)} = k_p \cdot A_p \cdot [t_{s(\tau)} - t_u] [W]$$

- 4.7. топлотно оптерећење од људи

$$Q_{(\tau)} = n \cdot q_s \cdot (KTO)_{lj} [W]$$

- 4.8. топлотно оптерећење од осветљења

$$q = N \cdot f_1 \cdot f_2 (KTO)_s [W]$$

- 4.9. топлотно оптерећење од машина

$$q_m = (P/e_m) \cdot f_m \cdot f_o (KTO)_m [W]$$

- 4.10. топлотно оптерећење услед продора топлот ваздуха

$$Q_S = \rho \cdot V (C_{ps} + C_{pv}) \cdot (t_s - t_u) \cdot 3,6 [W]$$

- 4.11. топлотно оптерећење од суседних неклиматизованих просторија.

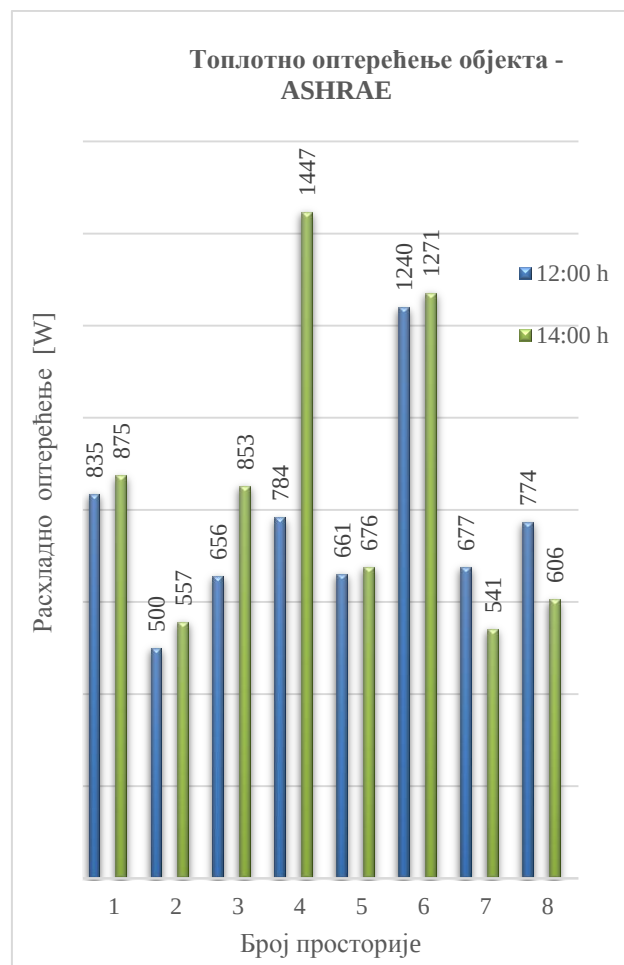
$$Q_{(\tau)} = k \cdot A \cdot [t_b - t_u] [W]$$

Коефицијент пролаза топлоте за спољни зид:

$$k_{sz} = \frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{2,027} = 0,493 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Коефицијент пролаза топлоте за унутрашњи зид:

$$k_{pz} = \frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{0,505} = 1,9803 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



Дијаграм 1. Расхладно оптерећење објекта по просторијама - ASHRAE.

5. "VDI 2078" МЕТОДА

"VDI 2078" је немачки пропис издат 1992. године и представља кориговану и допуњену верзију прописа из 1972. године. VDI стандард је такође основан на принципу преносних функција, као и претходно описана метода АСХРАЕ. У даљем тексту ће бити образложен тзв. кратак поступак прорачуна методом која је слична методи температурних разлика меродавних за топлотно оптерећење и коефицијенте акумулације - АСХРАЕ.

Прописи VDI за топлотно оптерећење највише одговарају потребама домаће пројектантске праксе тј. за конструкције зидова и кровова који се примењују код нас са немачким грађевинским конструкцијама.

У даљем прорачуну метода је описана за непрекидни рад климатизационог постројења са неопходним корекционим вредностима, али за унутрашњу пројектну температуру од 22 °C, по чему се и ове две методе разликују.

5.1 Топлотно оптерећење кроз зидове и кровове

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t_{ekv}$$

5.2 Топлотно оптерећење кроз прозоре

$$Q = k \cdot A \cdot (t_s - t_u)$$

5.3 Топлотно оптерећење од унутрашњих извора топлоте - људи -

$$Q = n \cdot q_{lj} \cdot S_n$$

5.4 Топлотно оптерећење од осветљења

$$Q = P \cdot l \cdot \mu \cdot S_n [W]$$

5.5 Топлотно оптерећење од машина и апарата

$$Q = l \cdot S_n \cdot \sum \left(\frac{P_i}{\eta} \cdot \mu_i \right) [W]$$

5.6 Топлотно оптерећење од неклиматизованих просторија.

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t [W]$$

За прорачун топлотног оптерећења које настаје од пролаза топлоте кроз зидове и кровове, користи се еквивалентна температурска разлика Δt_{ekv} , којом су обухваћене све последице нестационарног преноса топлоте, као и термичке и физичке карактеристике грађевинских конструкција.

Еквиваленти температурске разлике су одређени за следеће услове:

- средња дневна температура јулског дана
- унутрашња температура је константно
- коефицијент апсорпције сунчевог зрачења је за зидове $\alpha=0,7$, за кровове $\alpha=0,9$
- сунчево зрачење у месецу јулу
- коефицијент емисије спољне стране зидова и кровова са дуготаласним зрачење $\epsilon=0,9$

Ако постоје одступања средње дневне температуре од 24,5 °C или одступања пројектне температуре од 22 °C, на основу којих се одређује t_{ekv} , неопходно је извршити корекцију табличних вредности, као што је урађено и за TOTR из методе ASHRAE.

$$\Delta t_{ekv}' = \Delta t_{ekv} + (t_{sm} - 24,5) + (22 - t_u)$$

где је:

t_{sm} - стварна средња дневна температура [°C]

t_u - стварна унутрашња пројектна температура [°C]

Спољни утицаји услед преноса топлоте кроз стакло кондукцијом и пропуштањем сунчевог зрачења рачунају се одвојено.

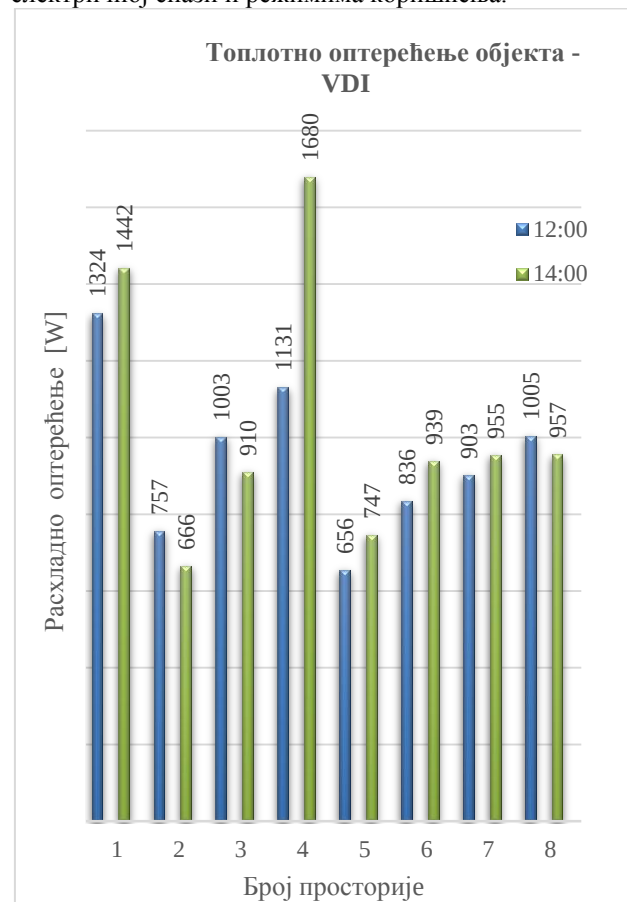
За топлотно оптерећење које се односи на сунчево зрачење које продире у унутрашњост објекта кроз прозор и која подлеже акумулацији у грађевинској маси која окружује просторију, користи се образац:

$$Q = [A_I \cdot I_{\max} + (A - A_I) \cdot I_{dif, \max}] \cdot b \cdot S$$

Унутрашњи добици топлоте од људи, осветљења и машина се прорачунавају на исти начин као и претходно изнета метода ASHRAE.

Осетна топлота код људи се дели на конвективну компоненту која представља тренутно оптерећење и на део који човеково тело емитује зрачењем, па с тога подлеже ефекту акумулације.

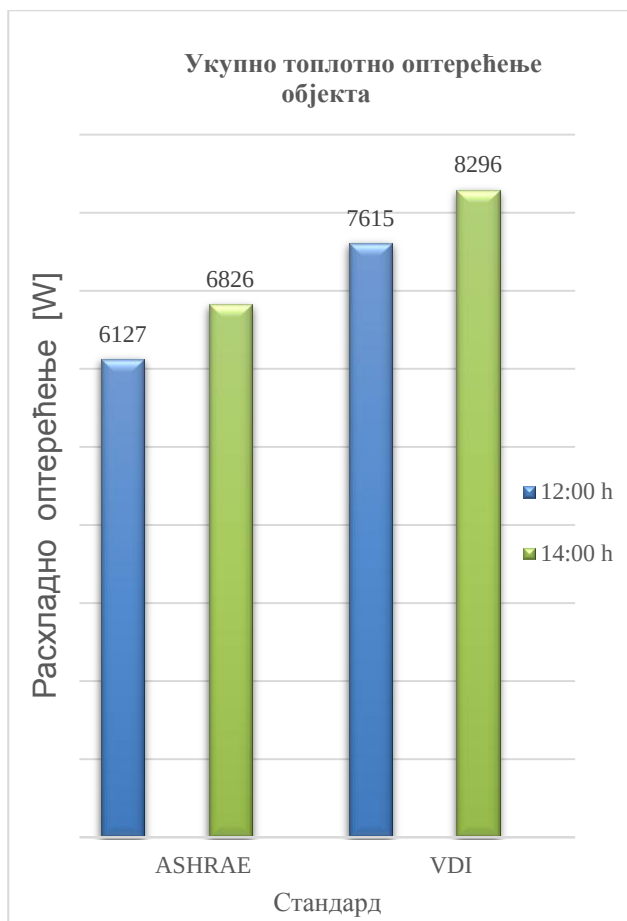
Прорачун за одређивање топлотног оптерећења од осветљења у немачком пропису могућ је само уколико су познати подаци о стварно инсталисаној електричној снази и режимима коришћења.



Дијаграм 2. Расхладно оптерећење објекта по просторијама - VDI.

6. ПРЕГЛЕД И УПОРЕЂИВАЊЕ ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА ПО СТАНДАРДИМА "ASHRAE" И "VDI"

За потребе покривања топлотних добитака одабран је мулти сплит систем, са једном спољном јединицом марке LG MV - MU5M40 U02, снаге 8,8 kW и са три унутрашње јединице.



Дијаграм 5. Укупно топлотно оптерећење за 12 и 14 часова по стандардима.

7. ЗАКЉУЧАК

У раду су изнете теоријске основе из области система даљинског грејања, Циљ мастер рада је била да се прикажу принципи, методе и релације по којима се врши прорачун топлотног оптерећења помоћу два светска стандарда "ASHRAE" и "VDI".

На основу методе прорачуна и добијених резултата може се видети из дијаграма 5. да постоје извесне разлике у добијеним резултатима, како за сваку просторију појединачно, тако и за читав стамбени објекат. За методу "ASHRAE", за сваку просторију у 12:00 и 14:00 часова постоје мале разлике у добијеним резултатима. Исто важи и за немачки пропис "VDI". Једина велика одступања се јављају за просторију 4, из чега се може закључити да добијени резултат топлотног оптерећења је последица метода оба прорачуна.

Конкретно, у методи "ASHRAE", највећи топлотни добитак се остварује услед јединичног оптерећења кроз прозор, док у методи "VDI", овај увећани топлотни добитак за просторију 4. је последица сунчевог зрачења кроз прозор и велике акумулације у грађевинској маси. Велики проблем представља и велика површина прозора која је оријентисана са југозападне стране у 14:00 часова, при чему се јављају високе вредности коефицијента акумулације (S) са једне стране, и (STO) са друге стране.

Приликом одабира одговарајућег климатизационог постројења пројектант је обавезан да обрати пажњу који од ова два описана стандарда је адекватан за поднебље у којем пројектује систем.

Као што је већ написано, подударност конструкција зидова и кровова које се примењују код нас са немачким грађевинским конструкцијама показују да прописи "VDI" у многим детаљима одговарају домаћој пројектантској пракси.

Од великог значаја су добијени резултати, јер они увелико утичу на инвестиционе трошкове и улагања, како за мања климатизациона постројења, тако и за већа. Изабрано климатизационо постројење својим радом може да обезбеди расхладни капацитет и комфор у читавом објекту.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Todorović, B.: *Klimatizacija*, SMEITS, Beograd, 2009.
- [2] Jeffrey D. Spitler: *Load Calculation Applications Manual*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - ASHRAE, Atlanta, 2010.

Кратка биографија:



Срђан Станић рођен је у Вуковару 1992. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства – Термотехника одбранио је 2016. године.



Александар Анђелковић рођен је у Шапцу 1981. Докторирао на Факултету техничких наука 2015. год., а од 2015. је у звању доцент. Област интересовања су неконвенционални системи грејања и хлађења.

PARADIGMIČKA I TIPOLOŠKA ANALIZA PRIMENE PROGRAMSKOG JEZIKA C NA ARDUINO PLATFORMI**PARADIGM AND TYPOLOGICAL ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION IN PROGRAMMING LANGUAGE C ON THE ARDUINO PLATFORM**

Igor Stefanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – RAČUNARSTVO I INFORMATIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje paradigmičku i tipološku analizu koncepta rešenja za pravljenje uređaja korišćenjem „open-source“ hardver platforme Arduino. Primena uređaja je daljinsko prikupljanje podataka – stanja senzora, upravljanje mašinama kao i slanje podataka za akviziciju na server i upravljanje uređajem preko klijent server aplikacije.

Abstract – This work is showing a paradigmatic and topological analysis of concept solution for making a device using „open-source“ hardware platform Arduino. Application of device is a remote acquisition of data – sensor state, controlling machines and sending data for acquisition to remote server and controlling device over client/server application.

Ključne reči: paradigma, tipologija, C/C++ jezik, Arduino, daljinsko prikupljanje podataka

1. UVOD

Nalazimo se u svetu u kome smo okruženi mašinama na svakom koraku, gde se zastoje svake mašine, zastoje svakog procesa rada meri gubitkom novca. Takođe i prekomerni rad mašina je problem, potrošnja energije, nepotrebno habanje dovodi do gubitka novca. Kako bi se ti negativni efekti smanjili što više i povećala efikasnost potrebne su nam informacije.

Informacija o stanju motora koja je došla od nekog senzora može dovesti do sprečavanja havarije motora i prestanka rada procesa. Informacije o stanju temperature, vlažnosti vazduha u velikim objektima kao i daljinsko upravljanje dovešće do optimizacije rada i uštede energije na radu klima komora i sistema za grejanje/hlađenje.

U poljoprivredi je takođe izražena potreba za uvođenjem sistema za praćenje određenih parametara okoline i zatim donošenja odluka o opravljavanju mašina. Podaci kao što su temperatura, vlažnost vazduha, vlažnost zemlje, atmosferski pritisak direktno utiču na proizvodnju poljoprivrednih kultura. Korišćenjem uređaja i sistema za akviziciju podataka možemo značajno uticati na gore navedene nedostatke.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Popov, docent.

2. ARHITEKTURA SISTEMA

Na tržištu danas postoji velika lepeza mikrokontrolera raznih proizvođača. Svaki proizvođač nudi uz hardver i softver uz pomoć kojeg se programira mikrokontroler. Neki daju softvere besplatno uz kupljeni hardver, dok drugi dodatno naplaćuju visoku cenu za softver.

Polazeći od zahteva koje sam postavio kao preduslov opredelio sam se za Arduino platformu. Arduino je nastao na institutu Ivrea Interaction Design za potrebe studenata da služi kao prototip ploča za razne projekte. Zahvaljujući jednostavnom korišćenju i otvorenosti hardvera i softvera, vrlo brzo se raširio i stvorila se velika zajednica Arduino

korisnika. Velika zajednica korisnika je uticala na pojavu velikog broja raznih modela ploča, kao i šildova (shield – hardverska nadogradnja osnovne ploče) koji omogućavaju dodatne hardverske funkcije. Najvažnije prednosti arduino platforme su:

- Jeftin hardver, cena ploče iznosi oko 50 USD
- Arduino softver (IDE) radi na svim većim platformama (Win, Linux, MAC OSX)
- Jednostavno i lagano programiranje sa IDE
- Otvoren softver (open-source)
- Otvoren hardver (open-source).

3. UREĐAJ ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA I UPRAVLJANJE

Kako bi se opredelio za određen hardver, potrebno je da isti zadovolji određene funkcionalnosti kako bi se mogao iskoristiti kao osnova uređaja. Potrebno je da hardver pada pod vrstu PAC – programabilni automatski kontroler, kako bi imali što više slobode u programiranju, da ima određen broj analognih i digitalnih ulaza, kao i digitalnih izlaza. Potrebno je da uređaj ima komunikacijsku jedinicu.

Osnovu uređaja čini programabilni automatski kontroler Arduino, za čiju primenu sam se odlučio jer zadovoljava sve gore navedene uslove. Arduino je naziv za hardversku i softversku platformu otvorenog koda („open-source“) zasnovanu na jednostavnoj I/O ploči i razvojnom okruženju. Osnovu kontrolera čini Atmelov 8-bitni AVR kontroler sa pripadajućim komponentama koje omogućavaju povezivanje sa dodatnim hardverskim modulima. Razvojno okruženje – IDE (Integrated Development Environment) napisano je u Javi kao osnovi a čine ga standardni kompajler i bootloader koji se nalazi na samoj ploči. Arduino programi se pišu u C/C++ programskom jeziku.

4. ARDUINO - IDE

Kako je lakše programirati u jeziku višeg nivoa, razvojni tim arduina je napravio IDE – razvojno okruženje. U osnovi IDE je WinAVR koji je verzija poznatog GCC kompajlera, a koji se najčešće koristi za kompajliranje programa napisanih u C/C++.

Razvojno okruženje – IDE (Integrated Development Environment) se može koristiti na svim poznatijim platformama kao što su LINUX, WINDOWS, MAC OSx. Neke novije linux distribucije dolaze sa već preinstaliranim Arduino IDE-om, kao npr. Kali Linux.

Arduino IDE se može preuzeti sa zvanične web stranice Arduino platforme (www.arduino.cc) i potpuno je besplatan.

Sam IDE je napravljen tako da približi programiranje korisnicima koji nisu njemu vični ili se nisu još susreli sa njim. IDE ima mogućnost provere tačnosti koda, kao i upload gotovog, napisanog koda na Arduino platformu. Programski kod koji je napisan za Arduino naziva se „sketch“. Sintaksa Arduino IDE-a je vrlo slična sintaksi C i C++ programskih jezika.

Kako je Arduino mikrokontroler, i njegova arhitektura je AVR, IDE ne koristi sve biblioteke kao standardni C++ kompajler za PC (x86) platformu. IDE koristi funkcije i biblioteke koje su prilagođene njemu, njegovim ulaznim/izlaznim pinovima kao i interfejsima za komunikaciju [1].

5. PROGRAMSKI MODEL

Arduino YUN na sebi ima i linux distribuciju OpenWrt-Yun, baziranu na OpenWrt. On nam omogućava da uradimo podešavanja mrežnih parametara (wifi kartice, mrežne kartice) preko web konfiguracionog interfejsa (zove se LuCi), iako uvek možemo da uradimo podešavanja mreže preko konzole – CLI.

Python instalacija je uključena u OpenWrt-Yun. OpenWrt nam omogućava i pokretanje skripti pisanih u shell-u ili pythonu.

5.1. Očitavanje senzora – imperativna paradigma

Karakteristične funkcije:

readTemperature()

Funkcija za očitavanje temperature, vraća float u rasponu od -40 do +123°C. Ako dobije vrednost -40 znači da postoji problem u komunikaciji.

Primer: float tempC = sht1x.readTemperature();

readTemperatureF()

Funkcija za očitavanje temperature, vraća float u rasponu od -40 do +254.9°F. Ako dobije vrednost -40 znači da postoji problem u komunikaciji.

Primer: float tempF = sht1x.readTemperatureF();

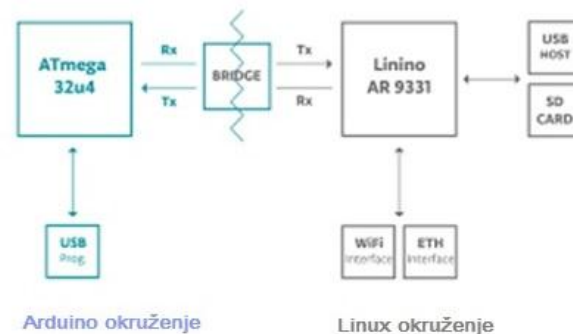
readHumidity()

Funkcija za očitavanje vlage, vraća float u rasponu od 0 do 100%. Ako dobije negativnu vrednost znači da postoji problem u komunikaciji.

Primer: float humidity = sht1x.readHumidity();

5.2. BRIDGE interna komunikacija – objektna paradigma

Komunikacija između kontrolera se odvija preko BRIDGE biblioteke i ima ulogu da uprosti komunikaciju između dva čipa 32U4(mikrokontroler) sa jedne strane i AR9331(SoC) sa linux strane. Bridge komande koje dolaze sa atmel-a se interpretiraju preko python-a sa strane AR9331. Imaju ulogu da pokreću programe sa strane linux-a kada zatraži atmel, da obezbedi skladišteni prostor sa strane AR9331 koji kontroliše memorijsku karticu, kao i da interpretira komande koje dolaze sa strane interneta i prosledi ih atmelu. Ukratko, vrši dvosmernu komunikaciju (slika 2.).



Slika 2. Logička šema komunikacije 32U4 i AR9331 preko bridge biblioteke

Karakteristične klase:

- Bridge Class
- Process Class
- Console Class
- FileIO Class
- Mailbox Class
- HttpClient Class
- BridgeClient Class
- BridgeServer Class
- Deprecated classes

5.3. Web servisi - distribuirana paradigma

OpenWrt-Yun koristi REST za klijente i servere. REST je akronim za „Representational State Transfer“. To je softverska arhitektura koja otkriva određene delove Arduino hardvera preko URL-ova.

Tri završne tačke (end point) REST-a koje raspoznaje Yun su:

- /arduino
- /data
- /mailbox

Završna tačka /arduino: direktorijum nema ništa prekonfigurisano. Sve dodato na URL posle „end point“-a se šalje sa webservera na skeč na 32U4. Možemo definisati naše API-je unutar skeča.

Završna tačka /data: se koristi za pristup internom key/value skladištenom prostoru.

Pozivi su sledeći:

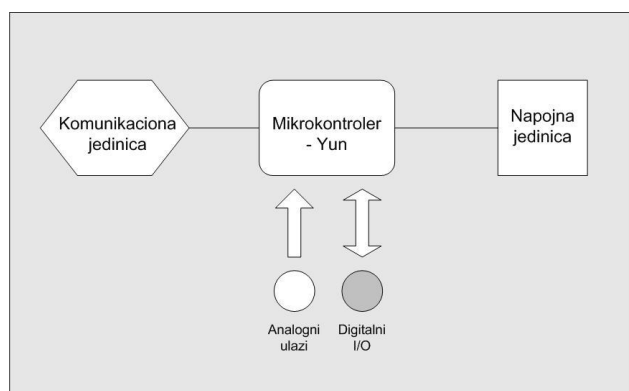
- /put/KEY/VALUE - snima vrednost unutar skladištenog prostora

- /get/KEY – preuzima vrednost zahtevanog ključa u JSON formatu
- /get – preuzima kompletnu listu skladištenog prostora u JSON formatu
- /delete – briše interni skladišteni prostor

Završna tačka /mailbox se koristi da šaljemo poruke sa linux strane na AVR. REST zahtevima na YUN možemo da šaljemo poruke za AVR, te poruke se smeštaju u mailbox folder u red na čekanje. Poruke se pozivaju sa readMessage() metodom sa strane AVR-a.

6. STUDIJA SLUČAJA: STANICA, ANALOGNI, DIGITALNI SENZOR

Upotrebićemo mikrokontroler Yun kao osnovu za pravljenje jeftine meteorološke stanice. Osnovni delovi stanice su upravljačka jedinica (mikrokontroler), napojna jedinica, komunikaciona jedinica kao i analogni i digitalni senzori.



Slika 1. Logička šema meteorološke stanice

6.1. Analogni senzori

Za analogne ulaze kontroler poseduje 10-bitni A/D konvertor, funkcija koja očitava stanje ulaza vraća vrednost od 0 – 1023. Analogni ulazi rade na naponu od 0 – 5V.

Za merenje temperature možemo koristiti temperaturno zavisni otpornik, takvi otpornici menjaju otpornost u zavisnosti od temperature. Postoji više vrsta takvih otpornika, a razlikuju se u brzini promene otpornosti, temperaturnom opsegu merenja, nivou promene otpornosti pri promeni temperature.

Mi ćemo koristiti termistor kao temperaturni senzor.

Termistor

Tehničke karakteristike termistora:

- Otpornost na 25°C: 10K +/-1%
- B25/50: 3950 +/-1%
- Temperaturna vremenska konstanta: 15s
- Temperaturni opseg termistora: -40°C – 125°C
- Temperaturni opseg žice: -40 – 105
- Dužina žice: 45cm
- Tabela zavisnosti otpornost/temperatura

Kako bi mogli koristiti termistor (otpornik), čija je merna veličina otpornost, kao senzor moramo ga prilagoditi ulaznim veličinama na kontroleru. To ćemo učiniti

koristeći električno kolo tzv. „delitelj napona“ kako bismo dobili napon kao izlaznu vrednost prema kontroleru. Zatim izračunavamo otpornost senzora preko izmerenog napona [3].

$$V_{out} = R/(R+R_s) * V_{in} \quad ADC = V_{out}/V_{in} * 1023$$

Iz ove dve formule dobijamo vrednost R_s , $R_s = R * ((1023/ADC) - 1)$

Kada dobijemo otpornost senzora, iz tabele termistora izvlačimo vrednost temperature.

Odabir otpornika R:

Da bismo odabrali otpornik R moramo prvo da definišemo temperaturni opseg u kom ćemo vršiti merenja i da zadovoljimo opseg ulaznog napona na kontroleru, u ovom slučaju 0 – 5V. Koristićemo temperaturni opseg od -40°C – 100°C.

Ako uzmemo otpornik od $R=15K$, i $V_{in}=5V$ i koristeći vrednosti iz tabele otpornosti izračunaćemo granice ulaznog napona u kontroleru.

$$V_{out}(-40C) = 0.25667 \text{ V} \quad V_{out}(100C) = 4.78487 \text{ V}$$

Ulazni napon nam je u granicama dozvoljenog i možemo da koristimo gore navedene vrednosti.

Rezolucija $Q = (V_{max} - V_{min})/2M$, gde je M rezolucija ADC u bitima (u našem slučaju $M=10$)

$$Q = 5V - 0V/1024 = 0.0049V$$

Očitana vrednost koju nam kontroler vraća je $ADC = V_{out} / 0.0049$

Greške:

Sam termistor ima grešku od +/-1% što znači da na 25°C može da ima vrednost od 10100 do 9900 Ohm. Kako je 450 Ohm razlika od 1°C, sam termistor unosi grešku od 0.25°C

Greške unosi i ADC, na temperaturi oko 25°C, greška u rezoluciji od 1 unosi grešku u proračunu oko 50 Ohm što je manje od same greške termistora.

U teoriji možemo ukupnu grešku da spustimo na 0,25°C a u praksi ta greška iznosi 0.5°C.

Senzor za merenje brzine vetra - anemometar

Anemometar služi za merenje brzine vetra. Poseduje tri žice za povezivanje, crna za uzemljenje, braon za napajanje (7-24)V, i plavu na kojoj merimo vrednosti. Vrednost može biti od 0.4(0m/s) – 2V(32.4ms) [5].

6.2. Digitalni senzori

VEML6070 UV senzor

VEML6070 UV senzor meri intenzitet UV svetla, poseduje pravi senzor svetlosti u UV spektru. Ima na sebi I2C interfejs za komunikaciju. Vršiti očitavanja u vremenskom intervalu od 60ms – 500ms, ima 4 vrednosti za odabir. Što je interval za merenje veći, to je očitavanje tačnije, dok je za manji interval manja i preciznost. Radi na vrednostima 3 ili 5V [2].

Primer koda, štampa vrednost UV

```
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_VEML6070.h"
```

```

Adafruit_VEML6070 uv =
Adafruit_VEML6070();
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Test VEML6070
senzora");
    uv.begin(VEML6070_2_T); // parametar
očitavanja vrednosti za vremenski
interval, VEM6070_2_T ~250ms
}
void loop() {
    Serial.print("Nivo UV svetlosti: ");
    Serial.println(uv.readUV());
    delay(1000);
}

```

Senzor vlage i temperature tla – SHT10

Ovi senzori koriste „2-wire“ komunikaciju koja je slična sa I2C i može da stoji na istim žicama kao i I2C.

Koristi biblioteku SHT1x, i na početku moramo odrediti koje pinove koristi za komunikaciju [4].

Primer inicijalizacije:

```

#include <SHT1x.h>
#define dataPin 9
#define clockPin 8
SHT1x sht1x(dataPin, clockPin);
readTemperatureC()

```

Funkcija za očitavanje temperature, vraća float u rasponu od -40 do +123°C. Ako dobije vrednost -40 znači da postoji problem u komunikaciji.

Primer: float tempC = sht1x.readTemperatureC();

```
readTemperatureF()
```

Funkcija za očitavanje temperature, vraća float u rasponu od -40 do +254.9°F. Ako dobije vrednost -40 znači da postoji problem u komunikaciji.

Primer: float tempF = sht1x.readTemperatureF();

```
readHumidity()
```

Funkcija za očitavanje vlage, vraća float u rasponu od 0 do 100%. Ako dobije negativnu vrednost znači da postoji problem u komunikaciji.

Primer: float humidity = sht1x.readHumidity();

7. PARADIGMIČKA I TIPOLOŠKA ANALIZA SOFTVERA

Odabir programske paradigme uslovljava konkretan način razmišljanja i konstruisanja algoritama za rešavanje postavljenih zadataka. Kako je u prethodnim poglavljima pomenuto, različiti apsekti komunikacije rešeni su u različitim programskim paradigmama.

Komunikacija sa senzorima rešena je u duhu imperativne paradigme, akcenat je na grupisanju naredbi u pravom redosledu kako bi se dobile željene informacije. Svaki zahtev za određenim podacima morao je biti izdvojen na proste celine koje su se mogle pretvoriti u pojedinačne naredbe i korišćeni su prosti tipovi podataka od kojih je najčešće korišćen tip tokom izrade ovog dela softvera razlomljeni brojevnii tip – 32-bitni float.

Sa druge strane, dvosmerna interna komunikacija realizovana je u objektno-orijentisanoj paradigmi. Ovaj deo sistema zadužen je razmenu poruka i izazivanje određenog ponašanja na onome što se nalazi sa druge strane komunikacionog toka te se, kao i komunikacija u realnom svetu, implementacija iste vrši pomoću klasa i samih instanci datih klasa – objekata. Klase se u ovom delu sistema koriste kako bi se srodni podaci i za njih vezane procedure enkapsulirale na taj način da se dozvoli samo ona manipulacija podacima koja je interno predviđena. To pruža sigurnost unutrašnjim svojstvima objekata, a takođe omogućava i hijerarhijsku organizaciju samog sistema komunikacije.

Još jedna paradigma korišćena u izradi sistema ističe se u realizovanju Web servisa, a to je distribuirana paradigma. Sama distribuiranost podrazumeva jasnu fizičku razdeljenost jedinica koje izvršavaju zajedničke funkcije u pojedinačnim zahtevima koji su istovremeno dostupni većem broju klijenata. API (application programming interface) definiše semantički jasan način na koji klijenti pozivaju izvršenje usluga koje pruža server.

8. ZAKLJUČAK

Ovim radom sam pokazao kako se može napraviti uređaj koji će funkcionalno raditi istu stvar kao i gotovi (fabrički) uređaj ali sa znatno manje troškova. Takođe funkcionalnost uređaja se može prilagoditi sopstvenim potrebama uz malo programiranja, a to je veći problem kod gotovih rešenja.

„Open-source“ platforma nam omogućava laku nadogradnju i hardvera i softvera prema potrebama koje se ukažu u budućnosti, pa na ovo rešenje treba obratiti pažnju.

9. LITERATURA

- [1] Arduino zvanična web strana [Online] Dostupno na: www.arduino.cc
- [2] Adafruit [Online], Dostupno na: <https://www.adafruit.com/products/2899>
- [3] Adafruit [Online], Dostupno na: <http://learn.adafruit.com/thermistor>
- [4] Adafruit [Online], Dostupno na: <https://www.adafruit.com/product/1298>
- [5] Adafruit [Online], Dostupno na: <https://www.adafruit.com/products/1733>

Kratka biografija:



Igor Stefanović rođen je u Novom Sadu 1976. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i upravljanje sistemima odbranio je 2016.god.

UVODENJE TRANSPARENTNOSTI U QR KODOVE I PRIMENA U ELEKTRONSKIM MEDIJIMA

INTRODUCTION OF TRANSPARENCY INTO QR CODES AND APPLICATION IN ELECTRONIC MEDIA

Mladen Bukejlović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – QR kodovi su razvojem tehnologije i povećanjem baze korisnika postali pogodan posrednik u prenosu male količine podataka. U radu su analizirane karakteristika QR koda i potencijalne mogućnosti primene u različitim poljima. Pokazana je primena QR koda kao multimedijalnog posrednika između TV programa, gledalaca i smart uređaja. Pokazan je postupak dizajniranja transparentnog QR koda.

Abstract – With development of technology and increase of customer base, QR codes became convenient intermediary in the transfer of small amounts of data. The paper analyses QR code features and the potential application in various fields. The application of QR codes as multimedia mediator between TV program, viewers and smart devices is shown. Design of the transparent QR code is described here.

Ključne reči: QR kod, transparentnost slike, elektronski mediji.

1. UVOD

U ovom radu opisane su karakteristike QR (Quick Response) koda i njegova primena, pogotovo kao multimedijalnog posrednika između TV programa, gledalaca i njihovih smart uređaja. Time je proširena primena QR koda na elektronske medije.

Takođe, dat je pregled razvoja QR koda, strukture i vrste QR kodova. Opisano je nekoliko varijanti primene QR kodova, a pokazan je i postupak dizajniranja QR koda prema unapred postavljenim zahtevima.

Detaljno je opisan postupak dizajniranja QR koda sa delimično transparentnim modulima. Prikazane su različite varijante dimenzija kodova, oblika i vrste transparentnosti. Osobine čitljivosti testirane su pomoću nekoliko aplikacija za očitavanje QR kodova sa televizijskih ekrana.

2. STRUKTURA QR KODA

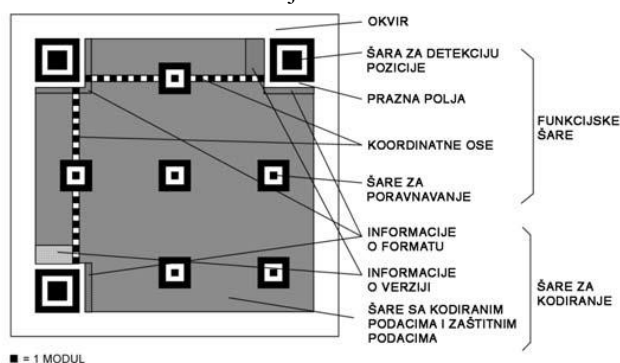
Osnovni sastavni delovi QR koda su moduli, odnosno crni i beli kvadratići koji čine kvadratnu mrežu. Crni kvadratići predstavljaju logičku „1“ a beli predstavljaju logičku „0“. Po ISO/IEC18004 standardu, minimalna veličina jednog modula je 4x4 tačke (eng. pixels) pri rezoluciji štampe od 300 dpi (eng. dot per inch) [1, 2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željen Trpovski.

Ako pogledamo strukturu QR koda prikazanog na slici 1, uočavamo dve različite grupe elemenata po funkciji koju vrše:

1. Funkcijske šare;
2. Šare za kodiranje.



Slika 1. Struktura slike QR koda [1]

Funkcijske šare (eng. function patterns) su :

1. šara za detekciju pozicije (eng. finder pattern)
2. prazna polja (eng. separator)
3. koordinatne ose (eng. timing pattern)
4. šare za poravnavanje (eng. alignment pattern)

Funkcijske šare su obavezni elementi QR koda. One su namenjene očitavanju koda i ne sadrže podatke [1, 3].

3. VRSTE QR KODOVA

Postoji mnogo različitih vrsta QR kodova. Ovde su navedeni samo najznačajniju sa aspekta njihove primene u elektronskim medijima [4].

3.1. QR kod Model 2

Model 2 sa najvećom mogućom verzijom 40 (177x177 modula) može da sadrži i do 7.089 brojeva. Ovo je model koji se preporučuje za nove i otvorene aplikacije, slika2.



QR Code Model 2

Slika 2. Originalna verzija QR koda [1]

3.2. SQRC kod

SQRC (eng. Secure Quick Response Code) je QR kod koji ima ograničenje čitanja podataka. Može da se koristi za skladištenje privatnih informacija ili internih podataka neke firme. Izgleda apsolutno isto kao i običan QR kod. Karakteristike SQRC koda su sledeće:

1. Zaključavanje kodiranih podataka - SQRC može da se pročitati samo sa specifičnim skenerima mada ova funkcionalnost ipak ne garantuje potpunu zaštitu tj. bezbednost kodiranih podataka.
2. Mešavina javnih i tajnih podataka - Podaci na SQRC-u sastoje se iz javnih i tajnih delova. Sa SQRC-om je moguće imati 2 kontrolna nivoa podataka u jednom.
3. Izgled SQRC koda potpuno je isti kao i kod klasičnog QR koda (slika 6.).

3.2. LogoQ kod

LogoQ je novi tip QR koda koji je napravljen kako bi se poboljšala vizuelna prepoznatljivost, tako što se kombinuje QR kod sa slovima, slikama u boji.

Pošto se u ovom kodu koriste specijalne metode spajanja slike ili grafike sa običnim QR kodom, pouzdanost ovog koda nije tako velika kao kod običnih QR kodova ili kod iQR kodova.



Slika 3. Formiranje LogoQ kodova.

Pošto LogoQ ima veoma veliki stepen dizajniranja, lako se razlikuje LogoQ od običnog QR koda. Koristi se specijalna tehnika i logika kada se prave LogoQ kodovi, moguće je na razne načine mešati dizajn sa čitljivošću.

4. PRIMENA QR KODA

QR kodovi imaju veoma široku oblast primene. Npr. često se koriste kao pomoć turistima u vidu dodatnih informacija na tablama u: gradskom prevozu, muzejima, parkovima, turističkim atrakcijama, aerodromima, restoranima, itd., slika 4.



Slika 4. Primena QR koda u restoranima

U magazinima se kod koristi i kao prečica za komunikaciju sa čitaocima. Takođe, u prodavnicama, kao vid pružanja dodatnih informacija o proizvodu.

U elektronskim medijima QR kodovi se ponekad koriste tako što se u toku programa prikazuje QR kod, koji će gledaocu odvesti na neku veb stranicu sa detaljnijim informacijama o temi, koja je trenutno na programu, slika 5.



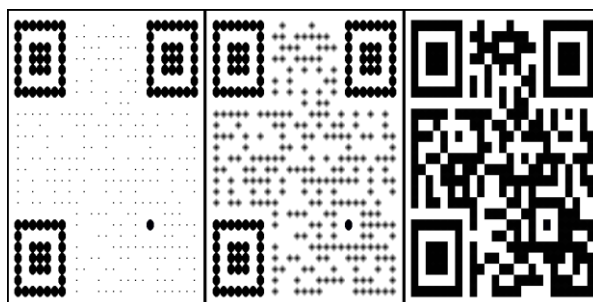
Slika 5. QR kod u BBC emisiji o kuvanju

Ova specifična oblast primene je bila dovoljno interesantna i kao motivacija za izradu ovog rada.

5. TEST EFIKASNOSTI PROVIDNIH QR KODOVA

U cilju postizanja optimalnog oblika transparentnog QR koda (koji i dalje može uspešno da se očitati), napravili smo seriju testova. Svaka iteracija tih testova je nastojala da pruži sve više informacija o parametrima koji utiču na kvalitet i čitljivost generisanih QR kodova.

Povećanjem transparentnosti QR koda, postizemo da se slika ispod QR koda bolje vidi, a samim tim je i QR kod na toj slici manje upadljiv, kao na slici 6. Međutim, tim povećanjem transparentnosti gubimo na čitljivosti samog QR koda i aplikacije, koje treba da očitavaju takav QR kod, sve više imaju detektovanih grešaka, pa time i sporije očitavaju taj kod [5].



Slika 6. Primeri transparentnosti QR koda

Transparentnost smo postizali promenom oblika QR modula i nivoa njihove providnosti.

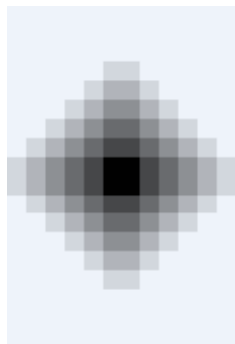
U prvih nekoliko iteracija, intuitivna pretpostavka je bila da će kružni oblik gradijenta transparentnosti QR modula biti najbolje rešenje, kao na slici 7. To znači da se od centra QR modula transparentnost piksela širi u kružnom obliku ka ivicama QR modula. U svim slikama u nastavku crni pikseli u sredini su neprovidni, a providnost je opisana nijansom sive: što je nijansa sive svetlija, to je providnost veća.



Slika 7. Primer promene transparentcije u obliku kruga

Međutim, ubrzo se pokazalo da takav kružni oblik ne čini QR kod dovoljno transparentnim i da bi bilo dobro isprobati i neke druge oblike.

U narednih nekoliko iteracija, isprobavajući razne oblike, ustanovili smo da se najbolje pokazao oblik romba, iz razloga što romb pokriva manju površinu nego krug (i time se postiže više transparentnosti), dok je brzina očitavanja takvog QR koda bila ista kao i za kružni oblik. Subjektivni doživljaj transparentnosti je pružao utisak da QR kod ne ometa mnogo pozadinsku sliku, a pri tom je dovoljno čitljiv, pa smo naredne eksperimente nastavili koristeći QR module u obliku romba, kao na slici 8.

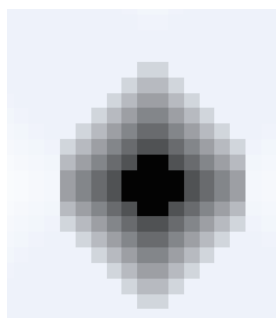


Slika 8. Primer promene transparentcije u obliku romba

U narednim iteracijama smo pokušavali da procenimo koja to veličina transparentnog dela QR koda počinje već znatno da smanjuje brzinu očitavanja tog koda. Takođe smo nastojali da eksperimentišemo i sa brzinom porasta transparentnosti od centra QR modula ka njegovim krajevima (gradijent).

Ako posmatramo QR modul, u čijem centru je romb, a zatim zamislimo piramidu čija osnova je takođe romb, onda brzinu porasta transparentnosti možemo vizuelno predstaviti kao nagib stranica te piramide.

Što je piramida viša, tj. njen nagib, u odnosu na osnovu piramide, veći, to je i brzina porasta transparentnosti veća, slika 9. U tim slučajevima, QR modul izgleda kao romb, koji jako brzo postaje sasvim transparentan prilikom kretanja od centra QR modula ka njegovim ivicama. Ukoliko je, međutim, nagib/visina piramide mala, tada taj porast transparentnosti nije tako brz i u tom slučaju transparentnost raste ka ivicama QR modula lagano, skoro neprimetno.



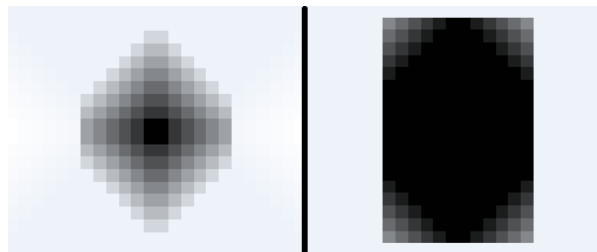
Slika 9. Piramida, gledana od gore

Na kraju smo probali da variramo veličinu same slike QR koda, da bismo ustanovili koja veličina QR koda je optimalna za TV program, pa smo odabrali nekoliko predefinisanih veličina, koje TV stanice mogu da izaberu i koriste u prikazivanju QR koda na svom TV programu.

U cilju dodatnih poboljšanja čitljivosti QR koda, uveli smo i nove pojmove, kao parametre algoritma:

1. faktor ekspanzije, 2. faktor skaliranja i 3. veličina neprovidnog centra QR modula. Ovi parametri su nam pomogli da lakše dođemo do oblika providnog QR modula, koji je imao najbolje karakteristike za čitljivost.

Faktor ekspanzije predstavlja obrnuti gradijent porasta transparentnosti. Što je veći faktor ekspanzije, to transparentnost sporije raste od centra QR modula ka njegovim krajevima. Na slici 10. vidi se razlika između dva QR modula, koji su generisani upotrebom različitih faktora ekspanzije. Na levi QR modul je primenjen faktor ekspanzije od 0 %, a na desni modul je primenjen faktor ekspanzije od 100 %.



Slika 10. Uporedni primer primene faktora ekspanzije

Faktor skaliranja govori koliko mnogo želimo da povećamo ili smanjimo QR modul, unutar zadate dimenzije QR modula. Što je veći ovaj faktor, QR modul sve više izlazi iz okvira dimenzija QR modula (sve van ovih okvira se odseca, preciznije rečeno), dok smanjivanje ovog faktora skuplja sliku QR modula unutar tih dimenzija jednog QR modula. Na slici 11. vidi se primer dva QR modula čiji je faktor skaliranja 100 % (levo) i QR modul sa faktorom skaliranja od 40 % (desno).



Slika 11. Uporedni primer primene faktora skaliranja

Veličina neprovidnog centra QR modula je deo QR modula, koji se nalazi u centru i koji mora da bude potpuno neprovidan (nije transparentan).

Izuzetno je važno da QR moduli budu potpuno neprovidni u svom centru, da bi algoritmi za čitanje QR koda mogli lakše i brže da očitaju QR kod.

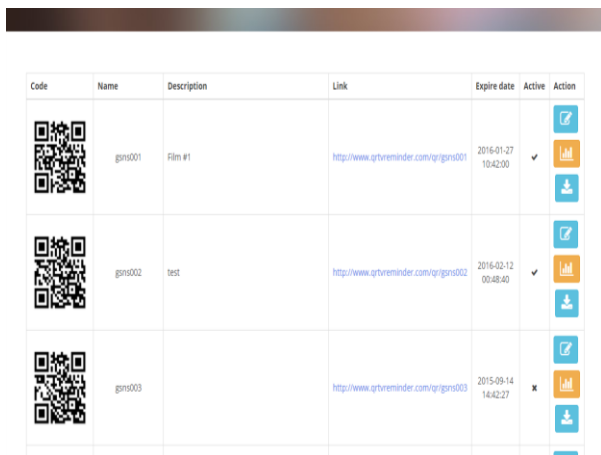
Na slici 12. vidi se primer dva QR modula čiji je poluprečnik neprovidnog kružnog centra 10% (levo) i QR modul sa poluprečnikom od 50% osnove (desno):



Slika 12. Uporedni primer primene neprovidnog centra

5. PRIMENA REZULTATA TESTOVA

Rezultate testova iz prethodnog poglavlja primenili smo i u praksi. Na veb sajtu www.qrtvreminder.com smo napravili sistem koji dozvoljava TV stanicama da prate razne statistike vezane za QR kod, koji su emitovali tokom svog programa, kao npr. informacije o pregledima određenog QR koda za svakog gledaoca ponaosob (datum i vreme, verzija internet brauzera, geografska lokacija, itd), kao i ukupan broj ljudi koji su pogledali određeni QR kod.



Code	Name	Description	Link	Expire date	Active	Action
qr001	qr001	Film #1	http://www.qrtvreminder.com/qr/qr001	2016-01-27 10:42:00	✓	  
qr002	qr002	test	http://www.qrtvreminder.com/qr/qr002	2016-02-12 00:48:40	✓	  
qr003	qr003		http://www.qrtvreminder.com/qr/qr003	2015-09-14 14:42:27	✗	  

Slika 21. Korisnički panel na veb sajtu [qrtvreminder.com](http://www.qrtvreminder.com). Pored pregleda statistike i modifikovanja sadržaja, koje gledaoci vide kada otvore link sa određenih QR kodova, ubacili smo i mogućnost da TV stanice mogu da preuzmu QR kodove u raznim varijantama, dimenzijama i formatima. Na taj način smo želeli da omogućimo svakoj TV stanici da odabere onakav QR kod koji najviše odgovara njihovom TV programu, bez potrebe da sami vrše potrebne modifikacije QR koda, pre njegovog prikazivanja.



Slika 22. Prikaz opcija za modifikovanje QR koda

6. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza osnovnih karakteristika QR koda kao jednog od interesantnih grafičkih posrednika između različitih medija. Navedene su njegove osnovne karakteristike, kao i oblasti primene.

U praktičnom delu rada opisan je rad sistema od dve komponente, klijent-server, čiji cilj jeste uvođenje QR koda u TV program, sa posebnim akcentom na Android aplikaciji.

Prikazana je i veb aplikacija, koja TV stanicama nudi uslugu pripreme i generisanja providnog QR koda, koji može da se prikazuje tokom TV programa i koji gledaoci mogu da očitaju, a zatim i da pogledaju određeni sadržaj povezan sa tim QR kodom. Pored toga, aplikacija nudi TV stanicama i uslugu praćenja statistika, vezanih za gledaoce koji su očitali QR kod sa TV programa. Na taj način TV stanice indirektno dobijaju objektivnu informaciju o gledanosti pojedinih emisija.

Sama veb aplikacija je rađena u programskom jeziku PHP i pored ostalih funkcija, nudi TV stanicama mogućnost prilagođavanja QR koda svojim potrebama.

Iscrpnim testiranjem raznih parametara transparentnosti QR kodova, došli smo do optimalnih parametara i to znanje ugradili u aplikaciju.

Na taj način smo krajnjim korisnicima omogućili lakši i prirodniji rad sa aplikacijom.

Zahvaljujući open-source implementacijama kao što je ZXing biblioteka moguća je brza i jednostavna implementacija skeniranja QR kodova, a brzi razvoj mobilnih uređaja nam omogućava da korišćenje ove funkcionalnosti bude lako i brzo.

Tehnologija je pokazala svoje mogućnosti, dalje primene su ograničene samo ljudskom maštom.

7. LITERATURA

[1] <http://www.qrcode.com> DENSO WAVE INCORPORATED, mart 2015.

[2] A Review on 1D & 2D Barcode with QR Code Basic, Structure and Characteristics, Rathod Rinkalkumar M, PG Student, E.C Dept., Parul Institute of Engg. & Tech., Vadodara, Gujarat, India.

[3] http://eprints.grf.unizg.hr/1605/1/DB271_Janko_Kristina.pdf, mart 2015.

[4] <https://www.wikipedia.org/>

[5] <http://stackoverflow.com/>

Kratka biografija:



Mladen Bukejlović rođen je u Doboju (ex BiH) 1978. god. Diplomski-master rad je odbranio 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

**VREMENSKO-FREKVENCIJSKA ANALIZA STACIONARNIH VIZUELNO
EVOCIRANIH POTENCIJALA****TIME-FREQUENCY ANALYSIS OF STEADY STATE VISUALLY EVOKED
POTENTIALS**

Aleksandra Ivić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je jedno-stavan BCI sistem baziran na stacionarnim vizuelnim evociranim potencijalima (eng. *Steady state visually evoked potentials* - SSVEP). Da bi se generisali SSVEP signali, kao vizuelni stimulator upotrebljen je ekran monitora koji treperi na određenim frekvencijama. Urađena je vremensko-frekvencijska analiza signala primenom dve metode: STFT metode i Wavelet transformacije.

Abstract – This paper presents a simple BCI system based on SSVEP (*Steady state visually evoked potentials*). To generate SSVEP signals, as visual stimulator was used screen that flickers at certain frequencies. Time-frequency signal analysis with application of two methods: STFT method and Wavelet transformation, has been done.

Ključne reči: BCI, SSVEP, EEG signali, STFT, Wavelet transformacija, vremensko-frekvencijska analiza

1. UVOD

Sistem u kojem čovek komunicira sa spoljnim svetom uz pomoć računara, bez uključivanja normalnih izlaznih puteva, perifernog nervnog sistema ili mišića, naziva se BCI (eng. *brain-computer interface*) sistem. U ovom sistemu meri se električna aktivnost čovekovog mozga, zatim se snimljena aktivnost mozga tehničkim metodama prevodi u odgovarajuće kontrolne signale za upravljanje. Da bi BCI sistem ostvario svoju namenu neophodno je da zadovolji sledeće uslove: snima se direktna moždana aktivnost, podaci moraju da se obrade u realnom vremenu, treba da se obezbedi povratna sprega do korisnika, sistem mora da prepozna nameru korisnika [1]. Zadnja stavka znači da korisnik mora da izvrši mentalni zadatak kad god želi da realizuje neku aktivnost primenom BCI. Primarni razlog nastajanja ovakvih sistema je potreba da se osobama sa invaliditetom omogući što bolja komunikacija sa spoljašnjim svetom. Osim toga koriste se u kombinaciji sa virtuelnom stvarnošću za kreiranje *hands free* igrica, u vojnoj industriji itd...

Jedan od tipova BCI sistema je BCI zasnovan na stacionarnim vizuelnim evociranim potencijalima (eng. *SSVEP - steady state visually evoked potential*).

SSVEP signali se javljaju kao odgovor mozga na vizuelnu stimulaciju, čija je frekvencija ponavljanja veća od 6 Hz [2].

NAPOMENA:

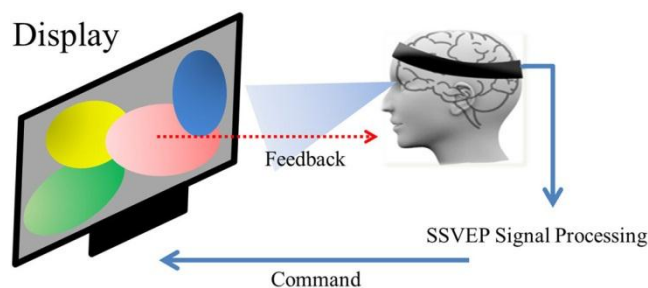
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nikola Jorgovanović, red.prof.

SSVEP signali se snimaju pomoću elektroda koje se postavljaju na koži glave. Nakon snimanja signala vrši se njihova obrada kako bi se prepoznao i izdvojio SSVEP od uobičajene moždane električne aktivnosti. Obrada signala se najčešće vrši u frekvencijskom domenu, gde se u amplitudskom spektru pronalazi frekvencija komponente sa dominantnom amplitudom. Vrednost ove frekvencije treba da je jednaka frekvenciji ponavljanja vizuelnog stimulusa.

Dizajn SSVEP BCI sistema obuhvata sledeće stavke: vizuelni stimulator, snimanje signala, obradu signala i izlazni uređaj (Slika1. SSVEP BCI sistem).

Kao vizuelni stimulator se najčešće koristi LED dioda ili ekran monitora. Stimulus se kreira na taj način što dioda ili polja na ekranu monitora trepere na željenoj frekvenciji. Ukoliko se stimulacija vrši primenom ekrana monitora frekvencija treperenja polja na ekranu mora biti usklađena sa frekvencijom osvežavanja monitora [3]. Monitor se u BCI sistemima osim kao stimulator koristi i kao izlazni uređaj, za prikaz povratnih informacija, pa je njegova upotreba za vizuelnu stimulaciju praktičnija u odnosu na LED diode.

Prilikom obrade signala upotrebljavaju se metode koje će sa što većom tačnošću detektovati frekvenciju vizuelne stimulacije u spektru snimljenog signala. U ovom radu primenjene su dve metode za detektovanje SSVEP signala: STFT (kratkotrajna Furijeova transformacija) i Wavelet transformacija. Obe metode se baziraju na vremensko frekvencijskoj analizi podataka.



Slika1. SSVEP BCI sistem

2. REALIZACIJA**2.1. Vizuelni stimulator**

Vizuelni stimulusi su kreirani na LCD monitoru, koji ima frekvenciju osvežavanja 60Hz. Ekran monitora treperi (naizmenično se smenjuju dve boje ekrana) na frekvenciji od

8Hz ili 12Hz i na taj način se prave stimulusi. Za programsku realizaciju je upotrebljen program *Matlab* sa dodatkom *psychtoolbox*-a.

Njegova uloga jeste da obezbedi stabilnu frekvenciju treperenja ekrana, što inače ne bi mogli postići u samom *Matlab*-u. *Psychtoolbox* je skup funkcija koje se koriste za istraživanja u vizuelnim i neuronskim naukama. On olakšava sintezu i omogućava dobru kontrolu auditivnih i vizuelnih stimulusa i interakciju sa korisnikom.

To je u osnovi interfejs između *Matlab*-a i hardvera računara. Rutine u jezgru *Psychtoolbox*-a obezbeđuju pristup frejm baferu monitora i tabeli sa bojama, omogućavaju sinhronizaciju sa vertikalnim osvežavanjem monitora,...

Programski kod realizovan je u sledećih nekoliko koraka. Izračunat je broj frejmova koji predstavljaju jedan period treperenja stimulusa (jedan intenzivan i jedan manje intenzivan stimulus) po jednačini:

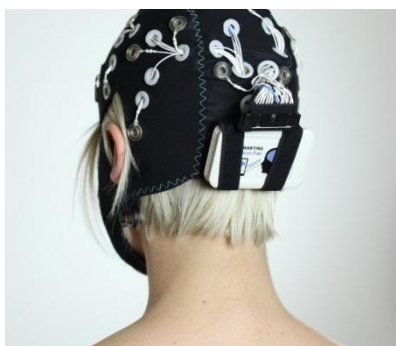
$$\text{brojFrejmova} = \frac{f_{scr}}{f_s} \quad (1)$$

Gde je f_{scr} frekvencija osvežavanja monitora, f_s frekvencija vizuelne stimulacije. Broj frejmova se deli na dva dela. Dok traje prvi deo frejmova ekran je potpuno beo, a u drugom delu u crn. Komanda 'Flip' omogućava da treperenje ekrana bude sinhronizovano sa vertikalnim osvežavanjem monitora, da bi se dobila stabilna frekvencija stimulacije.

2.2. Akvizicija podataka

Za vreme snimanja *SSVEP* signala ispitanik je, kada se to od njega zahtevalo, gledao u ekran monitora koji treperi (kako bi se generisali *SSVEP* signali) ili je gledao u beli zid (kako se ne bi generisali *SSVEP* signali). Da bi se videlo kakav uticaj ima osvetljenost prostorije, signali su prvo snimani u zamračenoj, a zatim u prostoriji osvetljenoj dnevnim svetlošću.

Simanje je izvršeno pomoću 'Smarting' sistema (Slika 2. 'Smarting' uređaj). To je sistem koji snima električnu aktivnost mozga sa 24 elektrode (kanala) i snimljene signale prenosi na računar putem *Bluetooth* interfejsa u realnom vremenu.



Slika 2. 'Smarting' uređaj – mBrainTrain d.o.o.

Od interesa su nam signali prikupljeni sa elektrode O1 (kanal 2) i O2 (kanal 11), koji daju informacije sa vizuelnog korteksa (okcipitalna regija mozga). Frekvencija semplovanja signala je 500 Hz, a amplitude signala prikazane su u mikrovoltima.

2.3. Detekcija SSVEP signala

Na snimljene signale primenjen je *Butterworth*-ov filter propusnik opsega četvrtog reda. Donja granična

učestanost filtra je 0.5 Hz, dok je gornja granična učestanost 40 Hz. Nakon filtriranja radi se analiza signala. Potrebno je detektovati frekvenciju vizuelne stimulacije. Za obradu su odabrane dve metode: *STFT* metoda i *Wavelet* transformacija.

STFT je metod vremensko-frekvencijske analize koji se bazira na segmentaciji kompletnog signala na više kratkih delova i analizi tih delova koristeći Furijeovu transformaciju, koja se predstavlja izrazom

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt \quad (2)$$

Isecanje željenog dela signala vrši se množenjem vremenskog oblika celog signala sa nekom prozorskom funkcijom. Tokom izvršenja *STFT* algoritma, prozorska funkcija se pomera (klizi) duž signala u vremenu i za svaki položaj prozora, tj. isečak signala određuje se njegov spektar. Širina prozora prozorske funkcije treba da se odabere tako da je u intervalu određenom širinom prozora signal stacionaran. Tako se uvodi pojam lokalnih frekvencija, tj. izdvajanje spektralnih komponenti u određenom vremenskom intervalu (prozoru) primenom Furijeove transformacije. Analizom dobijenih spektara određujemo da li u signalu postoji *SSVEP* i koja je frekvencija stimulacije.

Prilikom analize sa *STFT* metodom širina prozora bila je: 1s, 5s, 10s, 20s. Upotrebljeni su pravougaoni prozori amplitude 1, a preklapanje dva susedna prozora iznosilo je 90% širine prozora. Cilj nam je bio da odredimo koja je širina prozora potrebna za uspešno detektovanje *SSVEP* signala, što je prikazano u rezultatima istraživanja (odeljak 3. REZULTATI).

Wavelet transformacija omogućava primenu mnoštva različitih test funkcija, ali familija ovih funkcija se uvek sastoji od „raširenih i suženih“ verzija bazične funkcije (*mother wavelet*) kao i njihovih translacija duž ispitivanog signala. Ovaj koncept vodi ka definisanju kontinualne *Wavelet* transformacije (*CWT*):

$$W(a,b) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (3)$$

gde parametar b vrši translaciju funkcije ψ duž $x(t)$, dok promenljiva a varira vremensku skalu test funkcije ψ . Ako je a veće od 1 *Wavelet* funkcija ψ se širi po vremenskoj osi (ekspanzija), a ukoliko je a manje od 1, ali i dalje pozitivno funkcija se sužava (komprimovanje). Iako test funkcija ψ može biti bilo koja funkcija, ona je uvek oscilatornog tipa i otuda naziv „wavelet“ (talasić). Oznaka * u formuli *CWT* označava operaciju kompleksne konjugacije, a faktor normalizacije $1/\sqrt{a}$ obezbeđuje da energija *wavelet*-a uvek bude ista za sve vrednosti a . *Wavelet* koeficijenti, $W(a,b)$, opisuju korelaciju između signala i *wavelet*-a u zavisnosti od translacije (b) i skaliranja (a) tj. sličnosti između signala i *waveleta*-a u datoj kombinaciji skale i pozicije (a,b).

Frekvencijski opseg nad kojim se radi *Wavelet* transformacija je 0.5 Hz – 40 Hz sa korakom od 0.5 Hz. Za *Wavelet* funkciju odabran je *Morlet*-ov *wavelet*, jer je

dao bolje rezultate u odnosu na druge funkcije. Ova funkcija definiše se jednačinom:

$$\psi(t) = e^{-t^2} \cos(\pi \sqrt{\frac{2}{\ln 2}} t) \quad (4)$$

Parametar a , koji skalira *Morlet* funkciju, uzima vrednosti od 0.5 do 40 sa korakom 0.5. Kompletan signal se množi sa skaliranim vrednostima *Morlet* funkcije. Dobijene vrednosti predstavljaju wavelet prezentaciju signala u ravni vreme-frekvencija. Vremenska osa se deli na intervale od 1s, 5s, 10s, 20s (isto kao širina prozora prilikom analize *STFT* metodom). Maksimalne vrednosti bi trebalo da se nađu na frekvenciji vizuelne stimulacije, ukoliko se radi o *SSVEP* signalu.

2.4. Klasifikacija signala

Nakon primene metoda za analizu radi se postupak klasifikacije signala. Klasifikacija se radi na osnovu vrednosti amplituda frekvencijskog spektra. Signal se raspoređuje u jednu od dve klase:

- Klasa1 – u koju se klasifikuju signali koji su detektovani kao *SSVEP* signali, tj detektovano je da je subjekat gledao u vizuelni stimulus u toku snimanja.
- Klasa2 – u ovu klasu se smeštaju signali koji nisu detektovani kao *SSVEP* signali, tj. subjekat prilikom snimanja nije gledao u stimulaciju.

U situaciji kada subjekat gleda u ekran koji treperi, u frekvencijskom spektru *SSVEP* signala javlja se izražena amplituda na osnovnoj frekvenciji treperenja, ali i na višim harmonicima. Klasifikovanje signala izvršeno je na osnovu vrednosti ovih amplituda. Klasifikator K izračunat je po formuli:

$$K(f) = x(f) + x(2f) + x(3f) \quad (5)$$

gde je $x(f)$ vrednost amplitude frekvencijskog spektra na frekvenciji stimulacije f . $x(2f)$ i $x(3f)$ predstavljaju vrednosti drugog i trećeg harmonika.

Ako je vrednost klasifikatora K veća od zadatog praga P (*threshold*) signal se svrstava u Klasu1, a ako je vrednost niža u Klasu2. Prag P se izračunava sledećom formulaom:

$$P = 3 * \text{mean}(x(f_{\min} : f_{\max})) \quad (6)$$

$f_{\min}$ uzima vrednost 0.5 Hz, a $f_{\max}$ vrednost 40 Hz, jer je to opseg od interesa za rešavanje ovog zadatka.

3. REZULTATI

Rezultati klasifikacije predstavljeni su pomoću sledećih parametara:

- TP (tačno pozitivan) – broj signala koji su detektovani kao *SSVEP* u signalima sa stimulacijom.
- LN (lažno negativan) – broj signala koji nisu detektovani kao *SSVEP* u signalima sa stimulacijom.
- LP (lažno pozitivan) – broj signala koji su detektovani kao *SSVEP* u signalima bez stimulacije.

- TN (tačno negativan) – broj signala koji nisu detektovani kao *SSVEP* u signalima bez stimulacije.

Uz pomoć prethodno opisanih parametara izračunate su sledeće karakteristike sistema:

- Senzitivnost je mera tačnosti eksperimenta koja se odnosi na signale koji su snimani sa stimulacijom. Procenat tačno detektovanih *SSVEP* signala u odnosu na ukupan broj signala snimljenih prilikom stimulacije (jednačina 7).

$$Se = \frac{TP}{TP + LN} \quad (7)$$

- Specifičnost je mera tačnosti eksperimenta koja se odnosi na signale snimane bez stimulacije (jednačina 8). Predstavlja odnos broja signala kod kojih je tačno detektovano da nisu *SSVEP* signali i ukupnog broja signala snimljenih bez stimulacije.

$$Sp = \frac{TN}{TN + LP} \quad (8)$$

- Tačnost – sveukupna tačnost je odnos ukupnog broja tačnih rezultata i ukupnog broja snimljenih signala (jednačina 9).

$$Ta = \frac{TP + TN}{TP + LN + LP + TN} \quad (9)$$

- Greška – odnos ukupnog broja lažnih rezultata i ukupnog broja snimljenih signala (jednačina 10).

$$Gr = \frac{LN + LP}{TP + LN + LP + TN} \quad (10)$$

Prilikom analize podataka *STFT* metodom dobijaju se rezultati klasifikacije prikazani u Tabeli 1. i Tabeli 2.

Tabela 1. Rezultati klasifikacije za frekvenciju stimulacije od 8Hz, primena *STFT* metode za analizu podataka

Ширина прозора		1 s	5 s	10 s	20 s
Сензитивност	Замрачена просторија	1	1	1	1
	Осветљена просторија	0,42	0,55	0,92	1
Специфичност	Замрачена прост.	0,90	0,91	0,93	0,95
	Осветљена прост.	0,81	0,77	0,91	0,95
Тачност	Замрачена прост.	0,93	0,94	0,95	0,96
	Осветљена прост	0,67	0,69	0,91	0,97
Грешка	Замрачена прост.	0,07	0,06	0,05	0,04
	Осветљена прост.	0,33	0,31	0,09	0,03

Tabela 2. Rezultati klasifikacije za frekvenciju stimulacije od 12Hz, primena STFT metode za analizu podataka

Ширина прозора		1 s	5 s	10 s	20 s
Сензитивност	Замрачена просторија	1	1	1	1
	Осветљена просторија	0,26	0,43	0,60	0,92
Специфичност	Замрачена прост.	0,89	0,84	0,84	0,86
	Осветљена прост.	0,98	0,99	0,99	0,97
Тачност	Замрачена прост.	0,93	0,89	0,89	0,91
	Осветљена прост.	0,80	0,85	0,89	0,96
Грешка	Замрачена прост.	0,07	0,11	0,11	0,09
	Осветљена прост.	0,20	0,15	0,11	0,04

Primena Wavelet transformacije dala je rezultate prikazane u Tabeli 3. i Tabeli 4.

Tabela 3. Rezultati klasifikacije za frekvenciju stimulacije od 8Hz, primena Wavelet transformacije za analizu podataka

Ширина прозора		1 s	5 s	10 s	20 s
Сензитивност	Замрачена просторија	1	0,99	0,99	0,97
	Осветљена просторија	0,66	0,67	0,64	0,57
Специфичност	Замрачена прост.	0,72	0,73	0,74	0,64
	Осветљена прост.	0,58	0,51	0,50	0,50
Тачност	Замрачена прост.	0,81	0,82	0,82	0,75
	Осветљена прост.	0,61	0,57	0,55	0,53
Грешка	Замрачена прост.	0,19	0,18	0,18	0,25
	Осветљена прост.	0,39	0,43	0,45	0,47

Tabela 4. Rezultati klasifikacije za frekvenciju stimulacije od 12Hz, primena Wavelet transformacije za analizu podataka

Ширина прозора		1 s	5 s	10 s	20 s
Сензитивност	Замрачена просторија	1	0,99	0,99	0,97
	Осветљена просторија	0,51	0,58	0,60	0,40
Специфичност	Замрачена прост.	0,76	0,75	0,79	0,79
	Осветљена прост.	0,97	0,98	0,96	1
Тачност	Замрачена прост.	0,84	0,83	0,86	0,85
	Осветљена прост.	0,85	0,88	0,87	0,84
Грешка	Замрачена прост.	0,16	0,17	0,14	0,15
	Осветљена прост.	0,15	0,12	0,13	0,16

Na osnovu prethodno prikazanih rezultata možemo zaključiti da se uz pomoć STFT metode dobijaju bolji rezultati, nego što je slučaj sa Wavelet transformacijom. U slučaju kada su signali snimani u zamračenoj prostoriji dovoljna je 1 sekunda gledanja u stimulus da bi se detektovao SSVEP, dok je za signale snimane u osvetljenoj prostoriji potrebno minimum 10 sekundi. Ovo može biti objašnjeno time što su u zamračenoj prostoriji smanjeni vizuelni uticaji iz okoline, što uzrokuje povećanu vrednost amplitude na frekvenciji stimulacije u odnosu na ostatak spektra SSVEP signala.

4. ZAKLJUČAK

Jedan od najvećih izazova u BCI sistema baziranih na SSVEP signalima jeste razvoj algoritama za analizu i klasifikaciju signala. U ovom radu predstavili smo kako dve različite metode za analizu podataka utiču na detekciju SSVEP signala. Iz priloženih rezultata može se videti da je primena STFT metode bolje rešenje u odnosu na Wavelet transformaciju. Kada su signali snimani u zamračenoj prostoriji dovoljno je kraće vreme stimulacije (1s) da bi se tačno prepoznali SSVEP signali, nego što je slučaj prilikom snimanja u osvetljenoj prostoriji (minimum 10s). U nekom daljem radu trebalo bi pokušati promeniti neke parametre prilikom analize podataka (npr. tip prozora, tip Wavelet-a) ili na drugačiji način formulisati klasifikator prilikom klasifikacije da bi se dobili tačniji rezultati. Osim toga da bi se omogućilo funkcionisanje sistema u online režimu neophodne su izmene u algoritmima kako bi se oni što brže izvršavali.

5. LITERATURA

- [1] Bernhard Graimann, Brendan Z. Allison, Gert Pfurtscheller, "Brain-Computer Interfaces: Revolutionizing Human-Computer Interaction", Springer, Heidelberg, 2010.
- [2] Wang Yijun, Wang Ruiping, Gao Xiaorong, Gao Shang kai "Brain-computer Interface based on the High-frequency Steady-state Visual Evoked Potential", 2005 First International Conference on Neural Interface and Control Proceedings; 26-28 May 2005; Wuhan, China
- [3] Volosyak, H. Cecotti, and A. Graser, "Impact of Frequency Selection on LCD Screens for SSVEP Based Brain-Computer Interface", Proc. IWANN, Part I, LNCS 5517, pp 706–713, 2009.

Kratka biografija:



Aleksandra Ivić rođena je u Sremskoj Mitrovici 1984. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – automatika i upravljanje sistemima odbranila je 2014. god.

РАЗВОЈ АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ЛОКАЛИЗАЦИЈУ И УПРАВЉАЊЕ КВАРОМ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ СИСТЕМИМА**DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR FAULT LOCALIZATION AND FAULT MANAGEMENT IN ELECTRIC POWER SYSTEMS**

Јелена Пецељ, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – Главна намена FLISR (енгл. Fault Location Isolation and Supply Restoration) сервиса јесте аутоматска идентификација секције са кваром, те изолација квара и враћање напајања потрошачима. Ово смањује посао на терену, обезбеђује тренутно враћање напајања потрошачима и повећава поузданост и сигурност дистрибутивне мреже. FLISR функционалност доступна је и у мануалном режиму, на захтев оператера. Све промене на мрежи, као и резултати извршених функција надгледају се са графичког корисничког интерфејса.

Abstract – The main purpose of FLISR (Fault Location Isolation and Supply Restoration) service is automated detection of faulted section, and fault isolation and supply restoration. This minimizes the workload for the field crews, provides almost immediate power restoration for the consumers, and improves reliability and robustness of the distribution grid. Also, FLISR functionality is available in manual mode, on operator requirements. All changes on the grid are monitored on graphical user interface, as same as FLISR functions results.

Кључне речи: FLISR, elektrodistributivna мрежа

1. УВОД

Електроенергетски систем се сматра једним од најзначајнијих и најутицајнијих од свих техничких система. Може се поделити на четири подсистема: производња, пренос, дистрибуција и непосредна потрошња. Испад (квар) у појединим деловима електроенергетског система може да узрокује широк дијапазон нежељених последица, од привременог престанка напајања (као најблаже и неминовне последице), преко великих трошкова, до мањих или већих материјалних и/или људских губитака. Стога, електроенергетски систем важи за систем с критичном мисијом и мора се много улагати у безбедност, сигурност, економичност сваког његовог подсистема.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Дарко Чапко, доцент

Distribution Management System (DMS) је софтверски систем који се бави надзором, управљањем и планирањем погона електродистрибутивне мреже. Састоји се од великог броја сервиса. Важна компонента DMS система је сервис који је задужен за управљање кваром - FLISR.

2. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА

Електроенергетика је дисциплина у оквиру науке о електрицитету (електрике), у којој се изучавају трансформације енергије у електричну енергију, њене унутрашње трансформације, пренос и дистрибуција, као и њене трансформације у употребне облике, односно њене трансформације о које се човек окоришћује [1].

Електроенергетски систем је систем у оквиру којег се изводе све електроенергетске трансформације, те електрична енергија преноси и дистрибуира [1].

Електроенергетски систем може се поделити на четири подсистема. Имајући у виду ток електричне енергије (од места производње ка потрошачима), ти подсистеми наводе се редоследно: **подсистем производње, преносна мрежа, дистрибутивна мрежа, непосредна потрошња**. У подсистему производње се врши трансформација различитих облика енергије (угаљ, вода...) у електричну енергију. Високонапонском преносном мрежом се електрична енергија преноси од произвођача до великих, високонапонских трансформаторских станица у којима се трансформише на средњи напон, погодан за подсистем дистрибуције.

Средњенапонска дистрибутивна мрежа повезује пренос и непосредну потрошњу а може и да напаја неке групе потрошача директно. Подсистем непосредне потрошње је место где се врши трансформација електричне енергије у друге облике енергије који су потрошачима од интереса: топлота, механичка енергија, осветљење...

2.1. Дистрибутивна мрежа

Средњенапонске дистрибутивне мреже могу бити напајане једнострано или двострано. У случају једностраног напајања, снабдевање свих водова електричном енергијом врши се из једне трансформаторске станице. У случају двостраног напајања, могуће је довести електричну енергију до појединих делова мреже различитим путањама са различитих трансформаторских станица.

Електроенергетске мреже су сложене мреже са великим бројем чворова и грана, али са малим степеном међусобне интер конекције. **Колективност** мреже представља физичку дефиницију међусобне повезаности опреме, док **топологија** представља логичку дефиницију међусобне повезаности опреме преко затворених прекидача [2].

Радијална дистрибутивна мрежа састоји се од **корена** и изолованих деенергизованих **острва**. Корен подразумева комплетну опрему на мрежи која се напаја једносмерно из правца једног напојног извода. Скуп корена на мрежи чине енергизовани део мреже. Острва су сачињена од елемената који су међусобно тополошки повезани и са свих страна изоловани од енергизованих делова отвореним пољима. Корени и острва динамички се мењају у времену јер прате динамичку природу топологије мреже.

Графовски алгоритми налазе широку примену у рачунарству. Тополошка анализа обједињује групу алгоритама који се користе за моделовање веза између елемената мреже, као и праћење тополошких промена унутар мреже и ажурирање модела. Тополошка анализа се не бави описивањем физичких особина мреже. Њени прорачуни базирани су само на логичкој повезаности елемената у мрежи.

3. FLISR

FLISR функционалност аутоматски идентификује елемент са кваром, изољује квар и враћа напајање потрошачима, тако што их прикључи на „здрави“ део мреже. Ово смањује посао на терену, обезбеђује тренутно враћање напајања потрошачима и повећава поузданост и сигурност дистрибутивне мреже [4].

Испад (енгл. *Ootare*) представља апстрактни ентитет који групише информације везане за један квар. *Ootare* прати само стање топологије мреже (нпр. промена стања прекидача). *Outage* се креира на било коју промену топологије која узрокује креирање деенергизованог острва.

FLISR, као интегрисана апликација, може да се покреће у аутоматском и у мануелном режиму. Аутоматски *FLISR* покреће секвенцу функција без интеракције корисника (оператера). Мануелни *FLISR* обезбеђује покретање произвољне *FLISR* функције (*FL*, *FLL*, *EI*, *SR*, *RN*) на захтев оператера. Резултат већ извршених функција утиче на друге функције.

3.1 Детекција квара

Значајна одступања од нормалних погонских прилика у електроенергетским мрежама, детектују се од стране заштитне опреме. Интензивно се користи релејна заштита.

Релеја заштита је моћан систем који може да закључи на основу измерених апсолутних вредности струја и напона да ли постоји квар на мрежи. Релеја заштита комуницира са струјним брег рима, који треба да Дис конектују линију са кваром.

У већини случајева, релеја заштита добија измерене апсолутне вредности од струјних и напонских трансформатора и пореди те вредности са предефинисаним праговима или користи неку другу логику [5].

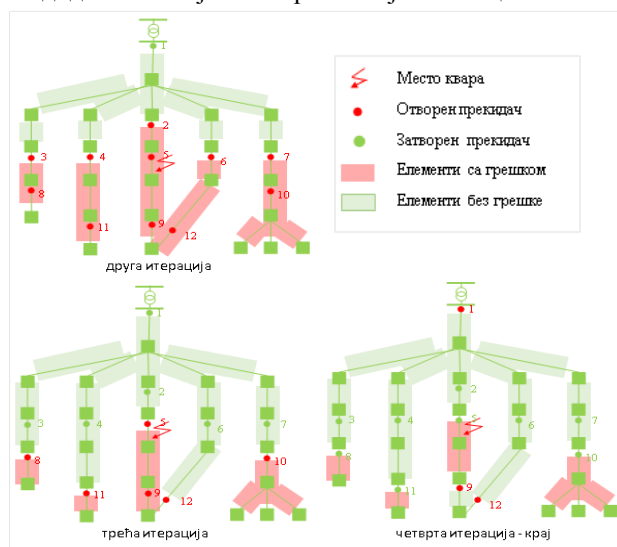
3.2. Локализација квара

Главна идеја *FLL*-а је да смањи скуп секција које су потенцијално под кваром командујући прекидачима. Редуција је базирана на подели скупа секција на два дела, затим се елиминише један део скупа помоћу физичког експеримента. Овај експеримент подразумева враћање напајања једном делу скупа затварањем струјног прекидача. Ако се струјни прекидач отвори опет након затварања, то значи да тај део скупа садржи секцију са кваром (други део скупа се елиминише као део без квара). Ова подела и елиминација се успешно наставља све док се потенцијални скуп секција са кваром не редукује до минимума.

Локализација квара не захтева никакву специјалну опрему на мрежи да би се покренула; комплетан алгоритам базира се само на колективности: тренутна топологија и статуси прекидача.

3.2.1. Алгоритам функције за локализацију квара

Посматра се једна варијанта редоследе методе, позната као **тражење у дубину** (енгл. *deep search*). *Deep search* метода у првој итерацији отвара све уређаје испод струјног прекидача и означи све секције као кандидате за квар. У свакој следећој итерацији отвара се по један слој прекидача, следећи на доле, почевши од струјног прекидача. Затим функција чека још неко предефинисано време, за које струјни прекидач треба да одреагује ако је секција са кваром енергизована. Ако секција са кваром није енергизована, струјни прекидач неће одреаговати, што значи да квар није у енергизованом делу, те се енергизоване секције испод отворених прекидача избацују из скупа кандидата. Ако струјни прекидач одреагује квар се налази на делу који је енергизован отварањем слоја прекидача и итерирање по слојевима се завршава. Пример итеративног редуковања кандидата по слојевима приказан је на слици 1.



Слика 1 - *Deep search*, итеративно редуковање кандидата

За прецизно одређивање места квара, потребно је додатно итерирање по прекидачима унутар лоцираног слоја. Када *FLL* пронађе секцију или скуп секција са кваром, може да одради и изолацију једноставно,

отварањем последњег затвореног прекидача, онога чије је затварање узроковало отварање струјног прекидача.

3.3. Изолација квара

Почетна тачка за *EI* функцију су елементи који треба да буду изоловани од остатка мреже. Елементи за изолацију могу да се одаберу произвољно или то могу да буду кандидати из резултата *FL*-а или *FLL*-а. *EI* не захтева никакву специјалну опрему на мрежи да би се извршила. Модел тополошке конективности је довољан за покретање функције изолације. Резултат функције изолације је листа команди извршених на уређајима како би се квар изоловао.

3.3.1. Алгоритам функције за изолацију квара

Методологија *EI*-а састоји се од тражења по мрежи у свим правцима за одговарајућим уређајима како би се извршила изолација. Ако постоји више елемената који треба да буду изоловани, креира се заједничко подручје које треба да се изолује. Када елементи припадају истом фидеру, заједничко подручје може да се креира. Ако елементи не припадају истом фидеру *EI* изолује елементе један по један фидер. Када су пронађени одговарајући уређаји, креира се секвенца операција за изолацију, која представља излаз из функције.

3.4. Рестаурација напајања

SR се користи за одређивање оптималног плана за редоследно управљање прекидачима како би се вратило напајање делу дистрибутивне мреже који је деенергизован.

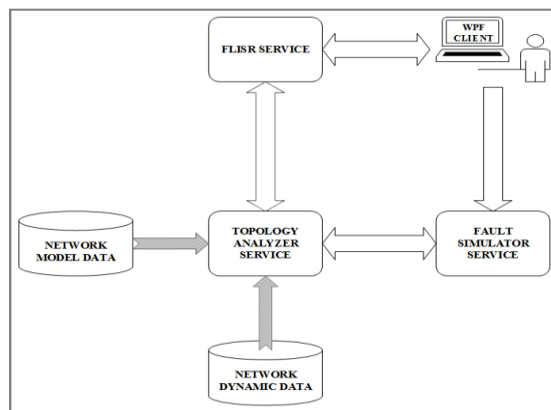
3.4.1. Алгоритам функције за рестаурацију

Идеалан случај и најбоља варијанта је враћање напајања преко оригиналног извора, када није потребно водити рачуна о преоптерећењу. Међутим, није увек могуће напојити сва деенергизована острва преко њиховог оригиналног фидера. Тада се траже суседне напојне гране преко којих може да се врати напајање, али је потребно водити рачуна о оптерећењу. Тражи се најбоља варијанта, односно суседна грана која ће најбоље да поднесе додатно оптерећење. Може да се деси и то да не постоји суседна напојна грана која може да поднесе додатно оптерећење. Последња опција је парцијална рестаурација, односно покушај да се врати напајање бар једном делу деенергизованог острва.

4. ОПИС АПЛИКАТИВНОГ РЕШЕЊА

Архитектура система је приказана на слици 2.

TopologyAnalyzerService имплементира функције за промене топологије тако што се мењају стања расклопне опреме и он обавештава заинтересоване стране о тополошким променама које су се десиле. Приликом покретања *TopologyAnalyzer* иницијално попуњава интерни модел података, а даље га ажурира по потреби тако да увек садржи најсвежије податке.



Слика 2 – Архитектура система

FLISRService је претплаћен на промене топологије које врши *TopologyAnalyzerService*. Он може да мења топологију мреже позивањем функција за отварање и затварање прекидача, као клијент *TopologyAnalyzer* сервиса. Специјалан случај отварања прекидача је функција за симулирање квара. Ова функција отвара прекидач, односно симулира реалну ситуацију на терену да се прекидач сам отвори услед квара. У случају симулирања квара, креира се *Outage*, који прати промене топологије и статус *FLISR* функција за симулирани квар.

Најважније функције *FLISR* сервиса су функције за локализацију, изолацију квара и рестаурацију напајања, као и функције за подешавање режима рада *FLISR*-а. *FLISRService* обавештава клијента о променама статуса прекидача, као и о резултатима извршених *FLISR* функција.

FaultSimulatorService служи клијенту да подеси место на којем жели да квар буде симулиран. Симулира се релејна заштита: ако је место квара под напоном, отвара се струјни прекидач и дисконектује цео фидер. Симулатор је претплаћен на промене топологије, те сваки пут када добије обавештење да се десила нека промена брзо проверава да ли је место квара под напоном и, ако јесте, позива функцију *TopologyAnalyzer* сервиса за отварање струјног прекидача извода на којем се налази елемент са кваром.

Комуникација између сервиса реализована је коришћењем *WCF* алата. Клијент може да позива функције *FLISR* сервиса и функцију симулатора за подешавање места квара. Свестан је догађаја у систему јер добија обавештења од *FLISR* сервиса. Са клијентске апликације је могуће позивање *FLISR* функција у мануалном режиму, подешавање аутоматског режима, позиционирање квара, манипулисање прекидачима, графички приказ резултата извршених функција...

4.1. Интерни модел

Интерни модел садржи информације о целокупној мрежи у облику погодном за вршење различитих електроенергетских прорачуна. Електрични елементи мреже описују се помоћу три врсте података:

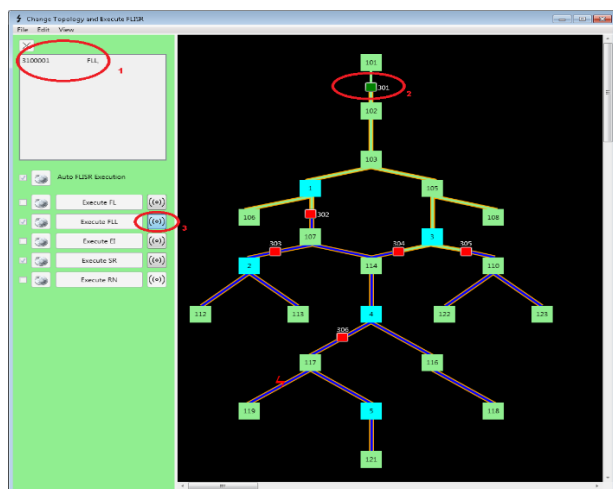
статички подаци, динамички подаци, подаци топологије.

4.2. FLISR сервис

Потребно је покренути *TopologyAnalyzer* па затим и FLISR сервис. FLISR функције се могу позивати појединачно, у мануелном режиму или се може одабрати секвенца за аутоматско извршавање. (Ако се локализација покреће у мануелном режиму, извршава се само једна итерација по позиву функције.)

4.3. Клијентска апликација

WPF клијентска апликација имплементирана је по MVVM моделу. На главном прозору се издвајају следеће целине: листа свих кварова (*Outages*), део за конфигуравање FLISR режима и избор функција за извршавање, део на којем се исцртава шема (Слика 3).



Слика 3 - Освежавање приказа у току FLL функције

Команде за отварање и затварање прекидача, као и за симулирање квара налазе се у падајућем менију прекидача. Симбол за место квара поставља се дуплим кликом на секцију.

Када је *Outage* креиран, могуће је управљати одговарајућим кваром. Клијент послушнује обавештења од сервиса и, по потреби, ажурира приказ. Очекују се обавештења о статусу FLISR функција и њихови резултати. Постоји посебна компонента која боји резултате на захтев клијента. Нпр. уколико је итеративно извршавање FLL функције у току и дугме за приказ FLL резултата притиснуто, након сваке итерације се освежава бојење линијских сегмената, тако да они одговарају редуктованим кандидатима FLL функције на сервису (Слика 3).

5. ЗАКЉУЧАК

За надгледање и управљање у подсистему дистрибуције развијен је DMS систем. Сервис за управљање кваром је један од сервиса DMS-а. Његов примарни задатак је да лоцира квар, да га изолије и да предложи секвенцу чије извршавање враћа напајање здравом делу извода.

У раду су разрађени алгоритми FLISR функција: локализација квара, изолација и рестаурација напајања. Локализација напајања се користи када мрежа није опремљена или је слабо опремљена уређајима за детекцију квара или брзим струјним мерним уређајима. Постоје различити алгоритми претраживања. Имплементирана је варијанта недоследног тражења позната као *deep search*.

У даљим корацима развоја, могли би да се имплементирају још неки алгоритми локализације квара, те би се, у зависности од топологије мреже, могао бирати онај адекватнији или би се могли комбиновати ови алгоритми у циљу прецизније локализације. Још једно унапређење могло би да буде комбиновање функција локације и локализације, где би се локализација извршавала након локације и претрага би била ограничена на резултате функције локације. Такође, могла би се имплементирати функција за враћање мреже у нормално стање. Ова функција се позива када је елемент са кваром поправљен или замењен, те мрежа може да се врати у стање које је било пре него што се квар десио.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Владимир Ц. Стрезоски, Основи електроенергетике – Системи, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1996.
- [2] Т. Ковач, Тополошка анализа мреже коришћењем технике ретких матрица, Мастер рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2013.
- [3] Д. Поповић, Д. Бекут, В. Тресканица, Специјализовани ДМС алгоритми, ДМС Група, Нови Сад, 2004.
- [4] Gulnara Zhabelova, Valeriy Vyatkin, Multiagent Smart Grid Automation Architecture, Transactions on Industrial Electronics, 2012.
- [5] Ole Berdiin Olesen, Smarter Fault Localization in Distribution Systems, Institutt for elkraftteknikk, 2014.
- [6] М. Станојевић, Сервис за управљање кваром у електродистрибутивним мрежама, Мастер рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2016.

БИОГРАФИЈА



Јелена Пецељ рођена је 09.11.1992. године у Љубињу, БиХ. Завршила је Основну школу "Свети Сава" у Љубињу, после чега уписује Гимназију "Светозар Ђоровић", смер општи. Факултет техничких наука, смер Рачунарство и аутоматика, одсек за Рачунарске науке и информатику уписује школске 2011/2012 године. Основне студије је завршила 2016. године након чега је уписала мастер студије, смер Примењено софтверско инжењерство. Положила је све испите прописане планом и програмом.

APLIKACIJA ZA SIMULACIJU OČITAVANJA I UPRAVLJANJA PAMETNIM BROJILIMA**APPLICATION FOR SIMULATION OF SMART METER READINGS AND CONTROL**

Vladimir Dabić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**2. PAMETNA MREŽA**

Kratak sadržaj – Pametna mreža predstavlja najnapredniji oblik elektroenergetskog sistema. Jedna od glavnih komponenti pametne mreže je sistem pametnih brojila. Pametna brojila podržavaju funkcionalnost periodičnog slanja daljinskih očitavanja, kao i notifikacija o bitnim događajima. Za razliku od svojih prethodnika, pametna brojila podržavaju i dvosmernu komunikaciju što im omogućava da primaju daljinske komande za očitavanje ili upravljanje. Ovaj rad onucuje aplikaciju koja simulira ove komande, kao i njihove odgovore na servisu za upravljanje pametnim brojlilima.

Abstract – Smart grid represents the most advanced form of electrical power system. One of the main components of the smart grid is a system of smart meters. Smart meters support periodic sending of remote readings, as well as notification of important events. Unlike its predecessors, smart meters also support two-way communication, enabling them to receive remote commands for reading or control. This document describes an application which simulates these commands, as well as their responses on smart meter management service.

Ključne reči: pametna mreža, pametna brojila, simulacija

1. UVOD

Glavni cilj elektroenergetskog sistema jeste isporuka električne energije od proizvođača do krajnjih potrošača. Prvi elektroenergetski sistemi su nastali krajem 19. veka u Sjedinjenim Američkim Državama i Engleskoj. U odnosu na današnje električne mreže, tadašnji zahtevi su bili veoma skromni. Početkom 21. veka, zbog sve većeg broja uređaja u svetu koji koriste električnu energiju, kompanije za isporuku električne energije su suočene sa ogromnim energetskeim zahtevima.

Nemogućnost konvencionalnih električnih mreža da odgovore na dinamičke zahteve današnjeg društva dovele su do nastanka pametnih mreža. Pametne mreže se nadovezuju na funkcionalnosti konvencionalnih sistema i unapređuju ih, ali i pružaju nove funkcionalnosti u nadzoru i upravljanju električnom mrežom u realnom vremenu, kao i automatizaciji raznih procesa unutar mreže. Pametna mreža donosi mnoge prednosti pružaoćima usluge isporuke električne energije, ali i potrošaćima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Vukmirović, vanr. prof.

Po definiciji sekretarijata za energiju Sjedinjenih Američkih Država, *pametna mreža je električna mreža koja koristi informacione i komunikacione tehnologije da prikupi i automatski deluje na osnovu informacija o proizvodnji i potrošnji, u cilju unapređivanja efikasnosti, pouzdanosti, ekonomičnosti i održivosti proizvodnje i distribucije električne energije* [1]. Pametne mreže poboljšavaju funkcionalnosti postojeće elektromreže koristeći moderne tehnologije, omogućujući dvosmernu komunikaciju sa udaljenim pametnim brojlilima, kao i automatsko prikupljanje i analiziranje potrošnje čime je moguće uskladiti potražnju i proizvodnju. Osim toga, prednosti pametne mreže uključuju [2]:

- Poboljšanje pouzdanosti i kvaliteta električne energije
- Optimizacija iskorišćenja postrojenja i izbegavanje konstrukcije pomoćnih postrojenja za proizvodnju električne energije
- Povećanje kapaciteta i efikasnosti postojećih elektroenergetskih mreža
- Poboljšanje otpornosti na smetnje
- Omogućavanje prediktivnog održavanja
- Olakšavanje upotrebe obnovljivih izvora energije
- Omogućavanje distribuiranih izvora energije
- Automatizacija održavanja i operacija
- Smanjenje emisije štetnih gasova omogućavanjem električnih vozila i novih izvora energije
- Predstavljanje novih mogućnosti za unapređenje sigurnosti mreže
- Omogućavanje novih proizvoda, usluga i tržišta

Za razliku od konvencionalnih elektroenergetskih sistema, proizvodnja i tok električne energije u pametnoj mreži su fleksibilniji. Unutar pametne mreže, distributivna mreža može da proizvodi električnu energiju koristeći solarne panele i vetrenjače.

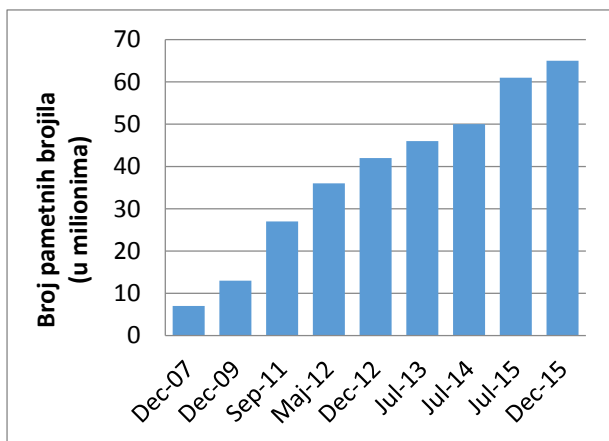
Drugim rećima, potrošaći osim potrošnje, mogu da proizvode električnu energiju i da prodaju višak energije nazad u mrežu. Pametna mreža nudi veći izbor cena i usluga potrošaćima, kao i više informacija pomoću kojih oni mogu da upravljaju svojom potrošnjom. Takođe, pametna mreža obezbeđuje pouzdaniju i kvalitetniju struju, uz preciznije račune i smanjenje cene električne energije. [3]

3. MERNJA INFRASTRUKTURA

Pored isporuke električne energije, distributeri električne energije moraju da naplate svojim potrošačima potrošenu količinu električne energije. Prvobitno su nastala elektromehanička brojila. Ova brojila se očitavaju periodično (najčešće jednom mesečno) i neophodno je fizički očitati vrednosti utrošene električne energije sa brojila. Očitana vrednost se kasnije ručno unosi u sistem za naplatu. Sledeći korak u evoluciji brojila električne energije činila su elektronska brojila koja su pružala preciznija merenja i mogućnost automatskog očitavanja brojila (*Automated Meter Reading*). AMR je definisan kao sistem čija se nagomilana potrošnja, a u nekim slučajevima i potražnja, može dobiti automatski koristeći *drive-by* vozila ili *walk-by* ručne sisteme [4]. Drugim rečima, ova brojila omogućavaju očitavanje bez potrebe dolaska u neposrednu blizinu samog brojila, čime je brzina očitavanja znatno ubrzana i troškovi znatno smanjeni. Ipak, ovo nije bilo dovoljno i bilo je potrebno da se postupak još više automatizuje. Pojava ovakvih brojila je dosta poboljšala efikasnost očitavanja količine utrošene električne energije.

3.1. Pametna brojila

Poslednji korak u evoluciji brojila predstavljaju brojila sa dvosmernom komunikacijom, odnosno pametna brojila. To su elektronski uređaji koji prate potrošnju električne energije u predviđenim intervalima, ali za razliku od brojila koja su im prethodila, pametna brojila mogu da šalju podatke o potrošnji do sistema za upravljanje i naplatu. Instalacija pametnih brojila je doživela ogroman porast u poslednjih 10 godina, naročito u razvijenim zemljama. U Sjedinjenim Američkim Državama je do kraja 2015. godine instalirano skoro 65 miliona pametnih brojila čime je pokrivena polovina američkih domaćinstava. Na grafiku 1 je prikazan ukupan broj instaliranih pametnih brojila u SAD u periodu između 2007. i 2015. godine [5].



Grafik 1 - Broj pametnih brojila u SAD

Redovno prikupljanje podataka o potrošnji električne energije svih potrošača omogućava elektrodistribucionim kompanijama da efikasnije upravljaju potražnjom električne energije, kao i da savetuju potrošače kako da efikasnije koriste svoje električne uređaje. Pametna brojila mogu da prate kvalitet električne energije, odnosno faze, napon, jačinu struje, aktivnu i reaktivnu snagu i faktora snage. Pored toga, pametna brojila pomažu u

detekciji neautorizovane potrošnje i krađe električne energije [6]. Pametna brojila podržavaju dvosmernu komunikaciju između brojila i centralnog sistema za distribuciju električne energije. Pomoću dvosmerne komunikacije, pametna brojila osim prikupljanja i slanja podataka omogućuju primanje i izvršavanje komandi (kao što su uključivanje ili isključivanje uređaja).

4. SERVIS ZA UPRAVLJANJE PAMETNIM BROJILIMA

U posmatranom rešenju sistema za distribuciju električne energije postoji servis za upravljanje pametnim brojilima. Svrha ovog servisa je da pruža sve funkcionalnosti vezane za pametna brojila. Servis je implementiran koristeći .NET framework koji je razvila Microsoft korporacija. Komunikacioni sloj koristi WCF (*Windows Communication Foundation*), ali sadrži određene optimizacije koje se tiču sigurnosti i performansi razmene podataka.

Jedna mana ovih optimizacija jeste to što komunikacioni sloj ne podržava asinhrono slanje poruka koje WCF pruža, što znači da nit koja poziva metode ovog servisa mora da bude blokirana dok servis ne završi obradu. Ovo predstavlja problem prilikom implementacije simulatora, jer je potrebno koristiti veliki broj niti kako bi se postigla konkurentna obrada podataka na servisu.

Servis izlaže dva API-a – klijentski i adapterski. Klijentski API koristi klijentska aplikacija za slanje zahteva i on sadrži 2 relevantne metode, za slanje zahteva za očitavanje i za slanje zahteva za upravljanje. Adapterski API služi da adapter prosleđuje odgovore sa pametnih brojila servisu i takođe sadrži 2 relevantne metode, za odgovore za očitavanja i za odgovore za upravljanje.

Pored ovih API-a, servis podržava *Publisher-Subscriber* mehanizam pomoću kojeg se drugi servisi mogu pretplatiti na promene u bazi podataka za željene tipove podataka.

4.1 Tipovi i struktura podataka

Svi podaci se razmenjuju i skladište u RDF formatu koji je definisan familijom W3C standarda kao model za opis mašinski čitljivih meta podataka. RDF opisuje resurse u obliku trojke subjekat-predikat-objekat. Subjekt označava resurs, predikat označava neku njegovu osobinu, a objekat predstavlja vrednost te osobine. W3C definiše XML serijalizaciju RDF dokumenata, zvanu RDF/XML [7]. Parsiranje XML dokumenata bilo bi veoma skupo po performanse, pa iz tog razloga ovaj servis koristi implementaciju RDF u objektnom modelu. Ovakav RDF se sastoji iz jedinstvenog identifikatora i liste osobina. Osobina RDF objekta sadrži tip i vrednost. Vrednost osobine može biti neki od .NET tipova kao što su *bool*, *string*, *short*, *long*, *double*, *DateTime*, a može biti i niz nekog od ovih tipova. Osim toga vrednost može biti referenca na neki drugi RDF objekat i u tom slučaju sadrži njegov jedinstveni identifikator, a isto tako može biti lista referenci. Relevantni tipovi podataka su zahtev za očitavanje, zahtev za upravljanje, odgovor za očitavanje i odgovor za upravljanje.

Obavezne osobine zahteva za očitavanje su identifikator brojila i tip očitavanja koji može biti očitavanje voltaže ili očitavanje statusa brojila, kao i faze koje trebaju biti očitane.

Zahtev za upravljanje omogućava uključivanje ili isključivanje pametnog brojila, tako što se zadaje identifikator brojila i željena akcija.

Odgovor za očitavanje sadrži vrednosti faza koje su zatražene. Obavezne osobine koje ovaj tip sadrži su identifikator zahteva na koji odgovoraju i izmerene vrednosti zatraženih faza. Pored toga moraju sadržati i vremensku odrednicu kada je izvršeno merenje na pametnom brojilu.

Odgovor za upravljanje predstavlja povratnu vrednost nakon upravljanja pametnim brojilom i daje informaciju da li je upravljanje izvršeno uspešno. Kao i odgovor za očitavanje, i ovaj tip sadrži obavezne osobine koji specificiraju identifikator zahteva na koji odgovara, vremensku odrednicu kada je upravljanje izvršeno, a dodatno sadrži i informaciju o uspešnosti upravljanja.

Svi tipovi podataka se skladište u bazu podataka. Pre skladištenja u bazu podataka, zahtevima se dodaju dodatne osobine za praćenje stanja zahteva kao što su stanje koje može nositi vrednost *Pending*, *Completed* ili *Failed*, korisničko ime korisnika koji je napravio zahtev i identifikator odgovora koji se ažurira nakon stizanja odgovora i prelaska zahteva u *Completed* stanje.

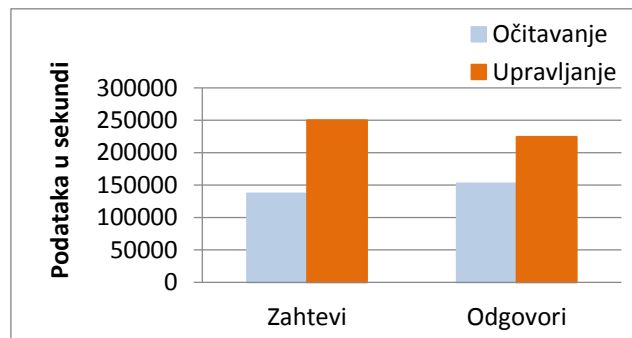
5. SIMULATOR

Softver za distribuciju električne energije spada u grupu softvera sa kritičnom misijom čiji i najkraći otkaz može imati velike posledice. Takav softver mora biti veoma robustan i otporan na greške što se odnosi i na njegove komponente i podsisteme. Robustnost i korektnost se postižu detaljnim testiranjem u toku razvoja. Postoje različite vrste testiranja kao što su jedinično testiranje, testiranje ponašanja i testovi prihvatanja. Ova testiranja mogu lako da ukažu da li je izmena u implementaciji dovela do neželjenih efekata. Kako bi to bilo moguće, ovi testovi moraju da budu deterministični i zbog toga imaju poteškoća sa pronalaženjem grešaka nastalih usled paralelnog ili konkurentnog izvršavanja koda, jer takve greške nisu deterministične. Kompleksni softveri kao što je softver za distribuciju električne energije imaju veliki nivo konkurentnosti u radu i obrađuju veliku količinu podataka, tako da je neophodno pravovremeno otkriti i ove vrste grešaka. Još jedan vid testiranja je testiranje softvera pod opterećenjem korišćenjem generatora podataka.

Simulator predstavlja aplikaciju koja generiše podatke i šalje ih na testirani servis. On zamenjuje kompleksne procese koji stvaraju te podatke u produkciji. Cilj simulatora je da testira korektnost i performanse servisa u izolaciji, ali da ipak omogući uslove koji su što bliži realnim uslovima u produkciji sa stanovišta ulaza i izlaza sistema. Simulator omogućava testiranje ponašanja i performansi sistema pod velikim opterećenjem.

Simulator opisan u ovom radu je implementiran koristeći .NET *framework*, a za komunikaciju je korišćen WCF sa optimizovanim komunikacionim slojem koji koristi servis za upravljanje pametnim brojilima. Simulator simulira rad klijentske aplikacije i adaptera koji su povezani sa servisom. Rešenje simulatora se sastoji iz dva projekta – jezgro simulatora i aplikacija sa korisničkim interfejsom. Jezgro simulatora sadrži sve neophodne klase za simulaciju i tu spadaju *Generator*, *Proxy* i *Simulation* klase.

Kao što je već rečeno, simulatori generišu podatke i šalju ih na testirani servis i ove dve funkcije izvršavaju *Generator* i *Proxy* klase. *Proxy* je abstraktna klasa koja sadrži samo abstraktnu metodu *Send*. Postoje 4 konkretne klase koje nasleđuju *Proxy* klasu i svaka od njih šalje prosleđeni podatak na neku od relevantnih metoda koju servis za upravljanje pametnim brojilima izlaže. *Generator* klase vrše generisanje podataka kod automatskih režima simulacije u zavisnosti od parametara simulacije. Postoje dve konkretne *Generator* klase – za generisanje zahteva i za generisanje odgovora. Obe klase sadrže po jednu metodu za generisanje podataka kojima se prosleđuje verovatnoća da se podatak generiše validno. Kod generator odgovora, ova metoda kao parametar mora da primi i zahtev da bi na osnovu njega mogla da generiše validan odgovor. Generatori se sastoje iz liste generatora osobina kroz koju se prolazi i redom se generišu osobine. Generator osobine može da generiše osobinu validno ili nevalidno što se specificira preko parametra metode. On sadrži jednu validnu strategiju i listu nevalidnih strategija pošto osobina može biti nevalidna na više načina. Podatak je validan samo ukoliko su mu sve osobine generisane korišćenjem validnih strategija.



Grafik 2 - Broj generisanih validnih podataka u sekundi

Na grafiku 2 su prikazane performanse generisanja validnih podataka. Testovi su izvršeni na Intel i3-2100 CPU @ 3.1GHz sa 16GB radne memorije koristeći Windows 7 64bit operativni sistem. Može se primetiti da je generisanje zahteva i odgovora za upravljanje znatno brže nego generisanje zahteva i odgovora za očitavanje. Prilikom nevalidnog generisanja osobine, generator osobine bira nevalidnu strategiju *round-robin* mehanizmom. Generator, nasumično na osnovu prosleđene verovatnoće da podatak bude validan, sam određuje koje osobine će biti generisane nevalidno, a nasumičnost je obezbeđena korišćenjem .NET *Random* klase koja predstavlja generator pseudo nasumičnih brojeva. Broj osobina koje će biti generisane nevalidno se nasumično određuje koristeći sledeće formule:

$$P_i = (1 - P_c)^{i-1} P_c, \text{ za } i = 1, \dots, n-1 \quad (1)$$

$$P_n = (1 - P_c)^{n-1} \quad (2)$$

P_i – verovatnoća gde i predstavlja broj generatora osobina koji će generisati nevalidno

P_c – početna, konstantna verovatnoća

n – ukupan broj generatora osobina

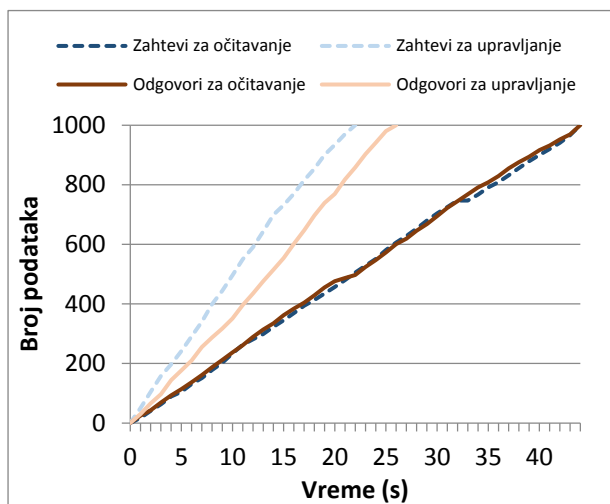
Suma svih verovatnoća mora biti 1 i korišćena formula ima tu osobinu za bilo koju vrednost P_c . Za P_c je izabrana vrednost 0,5.

Drugim rečima verovatnoća da samo jedan generator osobina generiše nevalidno je najveća i ona je 50%, dok je za dva verovatnoća 25% itd. Razlog za ovakvu distribuciju je pretpostavka da je retko da servis pogrešno validira poruku koja ima sve nevalidne osobine, dok u slučaju malog broja nevalidnih osobine je to verovatnije.

Simulation klase predstavljaju različite režime simulacije koje je moguće podeliti u dve kategorije – simulacije zahteva i simulacije odgovora.

Simulacija odgovora se pretplaćuje na promene u zahtevima koristeći *Publisher-Subscriber* mehanizam i čeka nove zahteve. U trenutku dodavanja zahteva, generiše se odgovor na osnovu pristiglog zahteva koristeći određeni generator odgovora i takav odgovor se šalje na servis. Implementirana su 2 režima simulacije odgovora – *instant* koja odmah šalje odgovor i pogodna je za testiranje performansi servisa, a druga je odložena simulacija koja sačeka nasumičan period pre slanja odgovora čime se simuliraju realni uslovi. Simulacije odgovora pored verovatnoće da odgovor bude validan, primaju još neke parametre kao što su šansa da odgovor bude izgubljen čime se simuliraju loši uslovi u prenosu. Pored toga, moguće je konfigurisati i skup niti koji će biti spreman za obradu pristiglog zahteva, odnosno generisanje i slanje odgovora.

Sa druge strane, simulacija zahteva odmah po pokretanju šalje zahteve na servis. *Burst* režim šalje veliku količinu podataka koristeći konfigurabilan broj niti, dok periodični režim koristi samo jednu nit i šalje zahteve jedan po jedan u konfigurabilnom intervalu.



Grafik 3 - Rezultati testiranja performansi servisa upotrebom simulatora

Na grafiku 3 se mogu videti performanse servisa koristeći *burst* režim za zahteve i *instant* režim za odgovore. Svi testovi su izvršeni nezavisno slanjem 1000 validnih podataka, koristeći 10 niti za slanje. Kao i kod generisanja podataka, može se primetiti da je obrada zahteva i odgovora za upravljanje brža u odnosu na obradu zahteva i odgovora za očitavanje.

Specijalni režim simulacije je manuelna simulacija. Ovaj režim simulacije ne koristi generatore podataka već se lista podataka direktno prosleđuje u simulaciju. Podaci se kreiraju preko korisničkog interfejsa i moguće je kreirati i validne i nevalidne podatke tako što im se dodaju željene osobine.

6. ZAKLJUČAK

Softver za distribuciju električne energije spada u kategoriju softvera sa kritičnom misijom, te je neophodno detaljno testirati softver i njegove komponente. Osim standardnih načina testiranja, testiranje simulatorom predstavlja još jedan vid testiranja koji može ukazati na greške i omogućiti njihovo pravovremeno otklanjanje. Pored toga simulator pomaže u testiranju performansi i u ovom radu je izvršeno testiranje performansi posmatranog sistema u kojem su dobijeni zadovoljavajući rezultati.

7. LITERATURA

- [1] Branislav Atlagić, „Softver sa kritičnim odzivom u elektroenergetskim sistemima”, Fakultet tehničkih nauka, 2015.
- [2] Xi Fang, Satyajayant Misra, Guoliang Xue, Dejun Yang, „Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey”, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 14, No. 4, 2012.
- [3] NETL Modern Grid Strategy, „Advanced metering infrastructure”, U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, Februar 2008.
- [4] http://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-13/issue-10/features/amr-vs-ami.html.
- [5] Adam Cooper, „Electric Company Smart Meter Deployments: Foundation for A Smart Grid”, The Edison Foundation Institute for Electric Innovation, Oktobar 2016.
- [6] R. R. Mohassel, A. Fung, F. Mohammadi, K. Raahemifar, „A survey on advanced metering infrastructure”, International Journal of Electrical Power & Energy Systems 63:473–484 · Decembar 2014.
- [7] <https://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>

Kratka biografija



Vladimir Dabić je rođen 27.12.1992. godine u Vozući, BiH. Završio je gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“ u Novom Sadu 2011. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2011. godine. Osnovne studije je završio 2016. godine i upisao je master studije na Fakultetu tehničkih nauka na smeru Primenjeno softversko inženjerstvo.

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ДВОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ГЕНЕРИЧКОГ ПЛАНЕРА**TWO-DIMENSIONAL GENERIC PLANNER IMPLEMENTATION**

Немања Рогић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКО И РАЧУНАРСКО ИНЖЕЊЕРСТВО

Кратак садржај – У овом раду је описана имплементација генеричке компоненте за приказ распореда произвољних догађаја, док је за потребе рада поменута компонента искоришћена за приказ распореда ангажовања теренских екипа.

Abstract – Theme of this thesis is implementation of generic component for arbitrary events schedule representation. In this thesis, generic component is used for field crews schedule representation.

Кључне речи: Генеричност, компонента, приказ, распоред ангажовања, догађаји

1. УВОД

Уводно поглавље објашњава структуру рада кроз кратак опис решавањег проблема у сваком од поглавља.

У другом поглављу је представљен решаван проблем. Изложен је мотив решавања проблема и направљен је кратак осврт на већ постојећа решења сличне намене.

Треће поглавље се бави описом решавања проблема. Објашњене су класе на којима се генеричност заснива и начини њиховог коришћења, а потом и презентациони део, као и његова спрега са самим моделом.

Четврто поглавље нуди осврт на решење приказано у трећем поглављу. Уз опис су наведене и основне предности приказаног решења.

2. ОПИС РЕШАВАНОГ ПРОБЛЕМА**2.1 Упознавање са решаваним проблемом**

Планирање и организација рада запослених представљају веома битан фактор у пословању сваке компаније. Стога се увид у доступност људи или ресурса у сваком тренутку може сматрати основним захтевом у пословању.

Ово је посебно битно у раду система са критичном мисијом, заснованих на рачунарским системима, који су од битног значаја за друштво или заједницу [1].

Електродистрибутивна мрежа представља један од система са критичном мисијом. Планирани радови или испади над мрежом обично представљају свакодневну појаву, и у великом броју случајева решавају се ангажовањем теренских екипа. Због тога

веома је битна могућност увида у њихову доступност у сваком тренутку, како би у критичним моментима била могућа правовремена реакција.

Доступност теренских екипа се добија увидом у њихов распоред ангажовања. Погодан начин приказа распореда њиховог ангажовања и дефинисање радних смена представљају проблем који је решаван у овом раду. При томе се мора водити рачуна о карактеристикама теренских екипа, односно њиховим вештинама, областима у којима раде итд.

2.2. Осврт на постојећа решења

Већина постојећих решења омогућује дефинисање догађаја или смена уз фиксан приказ распореда ангажовања екипа. Под тим се подразумева да приказ на једној од димензија садржи време, док је друга резервисана за екипе или поједине њихове чланове (у случају приказа распореда ангажовања запослених), а честа су решења и са само временском димензијом.

Комплексним системима, за које је битно време одзива и који имају велики број корисника, важан је прилагодљив начин приказа, ради сагледавања целокупног стања у систему. Управо из тог разлога, вертикална оса имплементираног решења је прилагодљива потребама корисника, и у конкретном случају може приказивати теренске екипе или било коју од карактеристика која је повезана са њима. На тај начин приказ је прилагодљив тренутним потребама корисника и пружа неопходну флексибилност у коришћењу.

Друга мана постојећих решења је да се она нуде искључиво као готов производ и нису згодна за уградњу у друга софтверска решења, што узрокује да се пословни процеси са једне стране, и руковање ангажовањем запослених са друге, води преко различитих апликација и на различит начин.

3. ОПИС РЕШЕЊА ПРОБЛЕМА**3.1 Упознавање са моделом података**

Проблем прилагодљивости приказа распореда ангажовања екипа, се може решити развојем генеричке компоненте. За генеричку компоненту је потребан одговарајући модел података, који се добија конверзијом из већ постојећих конкретних клијентских модела.

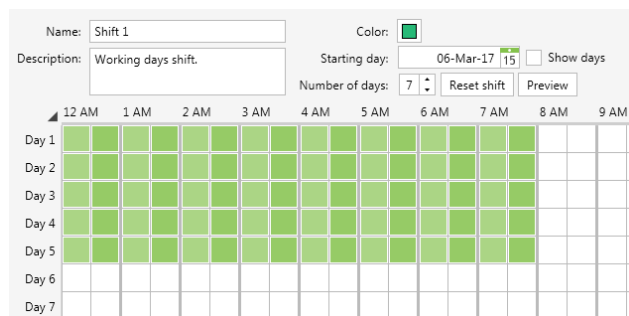
Конкретан модел теренских екипа се састоји од чланова екипе и њихових вештина, типа екипе, области рада, теренских возила, као и радних смена у којима екипе раде. Стога је у приказ распореда ангажовања, потребно укључити и претходно наведене карактеристике теренских екипа.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Мирослав Хајдуковић, р. проф.

3.2 Дефинисање радних смена

Да би могли приказати распоред ангажовања теренских екипа, прво је потребно да дефинишемо радне смене, које ће бити додељене поменутиим екипама. На слици 1 је приказан део дијалога за дефинисање радних смена теренских екипа.



Слика 1. Део дијалога за дефинисање радних смена

Са слике 1 видимо да се радна смена састоји од имена, описа, боје и одговарајућег обрасца, који дефинише саму смену. Одабрана боја приликом дефинисања смене, ће бити коришћена и на распореду приказа ангажовања теренских екипа, ради јаснијег распознавања радне смене.

Образац који заправо дефинише радну смену укључује почетни дан, трајање и шаблон ангажованости током одређеног дана. Почетни дан одређује датум од кога радна смена почиње да се примењује, док број дана одређује трајање једног обрасца. Помоћу приказаног решења за креирање шаблона, који одређује ангажованост током једног дана, може се креирати потпуно произвољан распоред, прилагођен потребама корисника.

Из дијалога за дефинисање и измену радних смена, корисник има и могућност прегледа тренутно подешене смене на месечном нивоу. Овим је омогућено шире сагледавање подешене смене, па је олакшано уочавање потенцијалних грешака.

Додатно је потребно напоменути да се једном дефинисана смена циклично понавља, у произвољном временском периоду.

3.3 Генеричка компонента за приказ распореда ангажовања

За приказ распореда ангажовања теренских екипа развијена је генеричка компонента, коришћењем програмског језика C# и WPF framework-а. На тај начин омогућена је поновна искористивост компоненте од стране различитих клијената, и у различите намене. Наравно клијенти су у обавези да са имплементираним компонентом буду у интеракцији на предвиђени начин, како би њено понашање било очекивано.

Приликом имплементације генеричке компоненте коришћен је MVVM (Model-View-ViewModel) образац, и основна логика за функционисање је смештена у Model, View и View-Model директоријуме. Остали директоријуми садрже помоћне класе, потребне за имплементацију компоненте и интеракцију са клијентом.

3.3.1 Model директоријум

Model директоријум садржи класе на којима је заснована генеричка имплементација компоненте за приказ распореда ангажовања. Две најбитније класе у овом директоријуму, које омогућују генерички рад компоненте, јесу SchedulerMetaInfo и SchedulerModel. Како би намена ових класа била разумљива у наставку ће бити описана улога њихових атрибута, уз ослонац на конкретни модел теренских екипа, ради бољег разумевања генеричности.

Класа SchedulerMetaInfo садржи следеће атрибуте:

- *PropertyType* – назив типа података за чије се потребе креира инстанца класе. Рецимо то може бити *Region*, *Crew*, *Skill* итд.
- *LabelForFilter* – назив који ће бити коришћен приликом приказа филтера за овај тип
- *PropertyValues* – речник који садржи све информације о свим доступним инстанцама наведеног типа података. Ако је тип података *Region*, онда овај речник може садржати нпр. кључ 'Region 1' и вредност '1'. Кључ представља назив конкретног типа, а вредност је његов идентификатор.
- *IsMainProperty* – информација која говори у коју сврху је приказ распореда ангажовања креиран.
- *IsIncludedInOverview* – информација која говори да ли желимо да тренутни тип података има могућност приказа на вертикалној оси распореда ангажовања
- *IsIncludedInFilter* - информација која говори да ли желимо да тренутни тип података буде укључен у филтере.

SchedulerModel класа, садржи информације искључиво о главном типу података за приказ распоред ангажовања – типу података у чију се сврху и сам приказ креира. Атрибути ове класе су:

- *PropertyType* – назив главног типа података
- *PropertyName* – назив инстанце типа података
- *GlobalId* – идентификатор инстанце типа података
- *Fields* – речник који као кључ садржи назив типова података који су повезани са главним типом података, а вредност је нови речник који садржи назив и идентификатор инстанце повезаног типа. На пример кључ може бити *Region*, а вредност речник који садржи кључ 'Region 1' и вредност '1'.
- *IsValid* – поље које говори да ли је тренутна инстанца валидна. Провера валидности подразумева да сви подаци, који су наведени при инстанцирању ове класе, постоје и у инстанци класи SchedulerMetaInfo, која служи за опис свих података потребних за приказ распореда ангажовања.

Из Model директоријума је потребно детаљније објаснити још класе SchedulerEventsConfiguration, SchedulerAction и SchedulerActionParameter. Ове класе служе као подршка за реаговање на догађаје, који могу да се прикажу у распореду ангажовања.

Класа SchedulerEventsConfiguration, описује реаговање на догађаје, у зависности од изабраног типа података на приказу распореда ангажовања. Ова класа садржи следеће атрибуте:

- *IsApplicableForAllSchedulerItem*- информација која говори да ли су акције увек применљиве, без обзира на изабрани тип података
- *ApplicableSchedulerItems* – листа која садржи називе типова података за које су акције применљиве. Користи се искључиво у случају када је вредност атрибута *IsApplicableForAllSchedulerItems* нетачна.
- *PropertyActions* – речник који као кључ садржи назив типа података, а као вредност листу акција које су применљиве за тај тип података. У случају да је вредност атрибута *IsApplicableForAllSchedulerItems* тачна, речник треба да садржи само један *елемент*.

Класа *SchedulerAction*, описује могућу акцију на распореду приказа ангажовања. Атрибути ове класе су:

- *LabelForUserInterface* – назив за покретање акције која ће бити приказана кориснику
- *ActionDelegate* – делегат који ће бити позван приликом извршења акције. С обзиром да је компонента за приказ имплементирана на генерички начин, она не може да буде свесна тога какве ће акције различити клијенти хтети да подрже. Због тога је клијент у *обавези* да проследи компоненти делегат, чијим ће се позивом извршити жељена акција.
- *IsDoubleClickAllowed* – информација која говори да ли акција може да буде *иницирана* на дупли клик корисника.

Инстанца класе *SchedulerActionParameter* се прослеђује као параметар при позивању делегата и садржи скуп различитих информација, добијених из генеричке компоненте, а из које различити клијенти могу извући потребне информације за извршавање неопходне акције.

3.3.2 ViewModel директоријум

ViewModel директоријум садржи *SchedulerViewModel* класу, која представља спрегу између *View* и *Model* компоненти. Ова класа је одговорна за руковање презентационом логиком, а неке од најбитнијих ствари, које садржи, су команде и подаци, неопходни за функционисање презентационог дела. Подаци, неопходни за функционисање презентационог дела, обухватају:

- мета податке о клијентском моделу
- податке о кориснику генеричке компоненте
- податке о активним и неактивним филтерима
- податке о активним типовима података за формирање вертикалне осе за приказ распореда ангажовања
- податке о догађајима који се приказују на презентационом делу
- податке о подржаним акцијама са презентационог дела
- податке о интервалу временске линије, која се користи за приказ на презентационом делу.

Сви претходно наведени подаци, припремљени у одговарајућој форми, заједно са доступним методама, и у интеракцији са клијентом учествују у формирању крајњег приказа кориснику. Формат података је веома

битан аспект генеричке компоненте, и он мора бити задовољен како би *View* компоненте знале како да припреме кориснички интерфејс за приказ.

3.3.3 View директоријум

Презентациони део генеричке компоненте креиран је интеграцијом више корисничких контрола (енгл. *UserControl*). Приказ се састоји од дела за корисничка подешавања и филтере, и временске линије на којој је приказан распоред ангажовања.

Временска линија за приказ распореда ангажовања се састоји од три кључна дела:

- Хоризонталне осе генеричке компоненте, која представља заглавље на коме су приказане информације о временском интервалу
- Вертикалне осе генеричке компоненте, која садржи информације о изабраном типу података
- Простора за презентацију произвољних догађаја.

Хоризонтална оса генеричке компоненте приказује информације о одабраном временском интервалу. Сваки дан временског интервала је засебно приказан, и садржи назив дана и датум, индикацију заузетости тренутног дана, као и временску легенду која служи за једноставније утврђивања времена почетка и завршетка произвољних догађаја, који се приказују на простору за презентацију.

Вертикална оса генеричке компоненте садржи информације о изабраном типу података. Број редова се одређује динамички у односу на доступне податке и изабрана филтерска подешавања. За сваки елемент ове компоненте обезбеђена је и подршка за имплементацију произвољних акција.

Простор за презентацију произвољних догађаја се састоји од две инстанце *SchedulerGrid* класе. Једна мрежа се користи искључиво за смештање догађаја. Ако узмемо за пример да је временски интервал подешен да приказује само један дан, тада мрежа, која служи за смештање догађаја, заправо има 48 колона, с обзиром да је најмањи временски интервал постављен на пола сата, а дан се састоји од 24 сата. Пошто су наведених 48 колона логички део једног дана, а прелазе између различитих дана треба визуелно нагласити, друга мрежа се користи за исцртавање граница између два дана, како се имплементациона логика не би даље компликовала. Број редова и колона простора за презентацију произвољних догађаја се динамички одређује на основу изабране дужине временског интервала, доступних података и изабраних филтерских подешавања. Број редова је једнак броју редова које садржи вертикална оса компоненте, а број колона је једнак броју одабраних дана.

3.4 Повезивање клијента са генеричком компонентом

За очекивано понашање имплементиране генеричке компоненте клијент мора да обезбеди:

- Конверзију конкретног модела, који користи генеричку компоненту, у генеричке класе *SchedulerMetaInfo* и *SchedulerModel*
- Класу која имплементира *ISchedulerContract* интерфејс, како би генеричка компонента знала да комуницира са клијентом

- Иницијализацију *SchedulerViewModel* класе са претходно креираним *подацима*
- *XAML* фајл, који ће садржати иницијализацију *презентационог* дела.

Интерфејс *ISchedulerContract*, који клијент треба да имплементира, ради интеракције са генеричком компонентом, садржи методу за обраду одговарајућих догађаја. За ову обраду клијент добија:

- Тренутно изабрани тип података за вертикалну осу *генеричке* компоненте
- Колекцију са стањем *филтера*
- Почетни *интервал*
- Крајњи *интервал*.

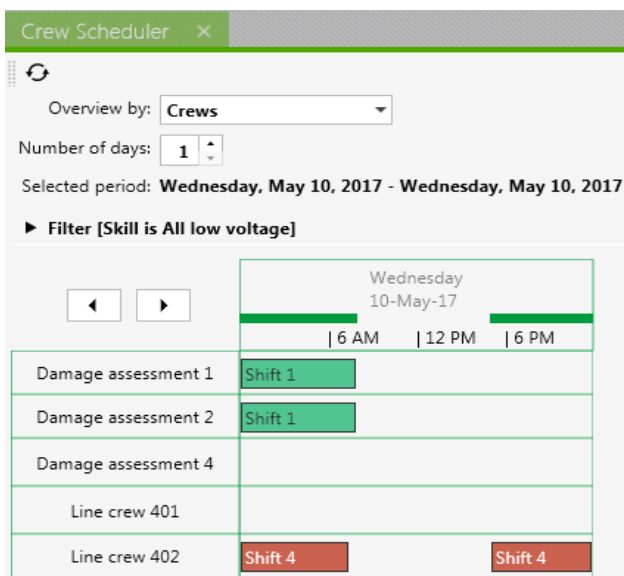
На основу горе набројаних података клијент треба да изврши обраду догађаја и врати оне који ће на крају бити презентовани.

3.5 Приказ имплементираног решења

На приказу распореда ангажовања теренских екипа филтери (који су саставни део приказа распореда ангажовања) могу бити скривени, ради уштеде расположивог простора. Како су у том случају кориснику скривена и подешавања, на основу којих је сам приказ креиран, на заглављу *expander*-а, који садржи филтере, су приказане одабране филтерске опције, што се може видети на слици 2. На тај начин је омогућено да корисник у сваком тренутку буде свестан на основу ког стања је креиран приказ, који он гледа.

Слика 2 приказује распоред ангажовања у случају када је одабран примарни тип података *Crew*. У случају када су одабрани остали типови података приказ распореда ангажовања је за нијансу другачији, и проширен је додатном информацијом, која представља број екипа, које раде у одређеној смени.

Са приказа су подржане корисничке акције, а обезбеђена је и конфигурација, како би имплементирана компонента била прилагодљива различитим корисницима.



Слика 2. Део приказа распореда ангажовања

4. ЗАКЉУЧАК

У овом раду смо видели како је генеричка компонента за приказ догађаја, искоришћена у намену приказа распореда ангажовања теренских екипа.

Објашњена је намена структура података на којима се заснива генеричност имплементиране компоненте, као и различити начини њихове употребе, како би се добило понашање прилагодљиво потребама клијента. Приказана је спрега презентационог дела са моделом, а битни елементи, од којих се презентациони део састоји, су објашњени како са аспекта коришћења, тако и са аспекта имплементације. За крај су визуелно приказани делови корисничког интерфејса, ради упознавања са начином и могућностима коришћења имплементираног решења.

Основне предности имплементираног решења, поред генеричности и уградивости у већ постојеће системе, јесу велика прилагодљивост корисниковим потребама при креирању презентационог дела. Корисник може само на основу конкретног модела да дефинише шта ће то бити видљиво, али и на који начин ће одређени догађаји бити обрађени.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Владимир Павлица, Напредни рачунарски системи са критичном мисијом у електроенергетици - слајдови са предавања

Кратка биографија:



Немања Рогич је рођен 20.9.1993. године у Новом Саду. Основне академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, Смер рачунарство и аутоматика, је завршио 2016. године. Мастер рад из области Електротехничко и рачунарско инжењерство одбранио је 2017. године.

RAZVOJ I ANALIZA GRAFIČKOG EDITORA ZA RAD SA TABELAMA**DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF A GRAPHICAL EDITOR FOR WORKING WITH TABLES**Slađan Mitrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija grafičkog editora za rad sa tabelama. Obrađeni su problemi menjanja vrednosti ćelija tabela i problem prostiranja tabele na više stranica. Teorijski su opisane vrste štampanja u WPF tehnologiji. Osobine DataGrid kontrole poređene su sa drugim kontrolama za tabelarni prikaz podataka.

Abstract – This thesis presents implementation of a graphical editor for working with tables. Problem of changing cell values and problem of propagation tables on multiple pages is presented in this paper. Types of printing in WPF technology are, also, theoretically explained. Characteristics of DataGrid control were compared with other controls for data tabular presentation.

Ključne reči: Štampanje u WPF tehnologiji, Tabele, DataGridEditor

1. UVOD

Koristeći softver korisnik kreira utisak o softveru. Najveći deo tog utiska se kreira na osnovu korisničkog interfejsa. Dobar korisnički interfejs (UI) može doprineti povećanju produktivnosti softvera i pomoći kreiranju lojalnih korisnika, dok UI koji se loše pokazao kod korisnika može doprineti smanjenju korišćenja softvera. U aplikacijama kao što su grafički editori, editori za obradu teksta jedna od najbitnijih funkcionalnosti je štampanje sadržaja.

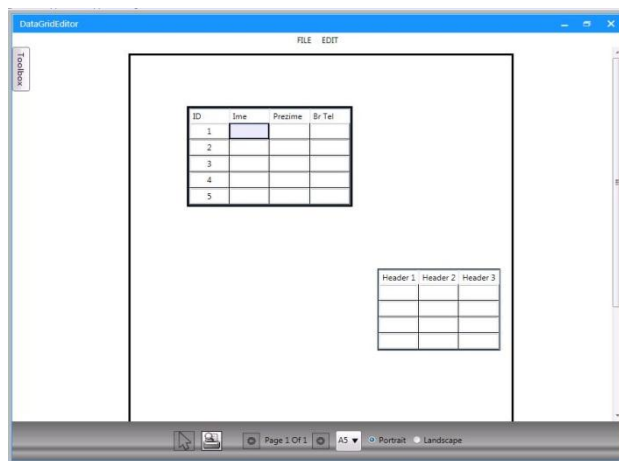
Štampanje se razlikuje od tehnologije do tehnologije, daje korisniku različite mogućnosti, omogućava korisniku brzu ili sporiju štampu, kvalitetan ili manje kvalitetan odštampan sadržaj. Naravno, bitno je i kakav se sadržaj štampa, njegova kompleksnost, koliko memorije zauzima taj sadržaj, itd. Cilj rada je verifikovanje različitih vrsta štampanja u WPF tehnologiji. Opisano je više vrsta štampanja, i njihovo implementiranje u zadatku, kao i poređenje DataGrid kontrole sa drugim kontrolama za tabelarni prikaz podataka. Verifikovanje štampe će se vršiti nad DataGrid-Editor-om, aplikacijom čija je svrha kreiranje i upravljanje tabelama, napravljenom u WPF tehnologiji, primenom Model View View Model (MVVM) i State obrazca. Osim DataGridEditor-a, funkcionalnost štampanja će se primeniti i nad sadržajem dokumenata Dynamic Mimic Diagram (DMD) aplikacije. Način implementacije sadržaja za štampu (tabela) u obe aplikacije je različit, i iz tog razloga je vršeno poređenje performansi štampe u obe aplikacije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Darko Čapko, docent.

2. GRAFIČKI EDITOR ZA RAD SA TABELAMA

Grafički editor za rad sa tabelama predstavlja aplikaciju pomoću koje se na jednostavan i intuitivan način kreiraju tabele i manipuliše se njima. Editor je implementiran kao stand-alone aplikacija u programskom jeziku C#, u razvojnom okruženju Visual Studio 2015. Implementacija je izvršena korišćenjem MVVM obrasca u WPF tehnologiji. Editor omogućava korisnicima kreiranje tabela proizvoljnog broja kolona i redova na nekoliko različitih formata papira (A3, A4, A5), kao i njihovo štampanje. Moguće je kreiranje proizvoljnog broja stranica, kao i proizvoljan broj tabela po stranici. Broj kolona i redova unosi se u dijalogu pri dodavanju nove tabele na željeno mesto na površini papira. Omogućene su dve vrste orijentacije papira na ekranu: portret i pejzaž orijentacija. Izgled aplikacije (nazvane DataGridEditor) prikazan je na slici 1.



Slika 1. Izgled DataGridEditor aplikacije

Aplikacija se sastoji od MainWindow kontrole koja omogućava manipulaciju sa stranicama (NewPage kontrola). U okviru NewPage kontrole moguće je kreiranje proizvoljnog broja tabela (BorderedDataGrid kontrola). Dodavanje nove tabele na stranicu omogućava InsertDataGrid kontrola u koju korisnik unosi željeni broj kolona i redova.

3. PROBLEM MENJANJA VREDNOSTI ĆELIJA TABELE

BorderedDataGrid predstavlja kontrolu koja omogućava dinamičko ponašanje, tj. menjanje vrednosti ćelija tabele. Da bi vrednosti svih ćelija tabele bile upamćene prilikom rukovanja tabelom, sadržaj svake ćelije potrebno je skladištiti u neku listu. DataGrid kontrola preko svog svojstva ItemSource omogućava generisanje sadržaja tabele. ItemSource tabele može biti niz, lista, ObservableCollection<T>...

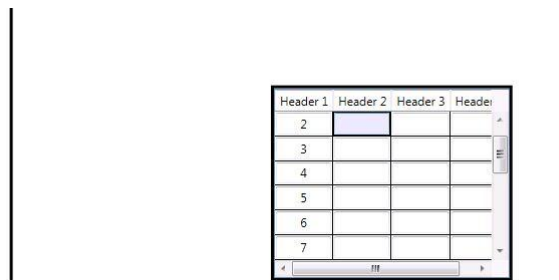
Kod statički definisanih tabela unapred je poznat tip podataka kolekcije, tj poznat je svaki atribut kolekcije koja se povezuje sa ItemSource-om tabele. Šta se dešava kod dinamički kreiranih tabela? Prilikom menjanja vrednosti ćelije i zaglavlja kolone dolazi do gubitka podatka u kolekciji. Rešenje ovog problema je u uvođenju meta podataka za ćeliju tabele.

BorderedDataGrid kontrola sastoji se iz skupa ćelija. Svaka ćelija pripada određenoj koloni i nalazi se u određenom redu. Iz tog razloga potrebno je smisliti koncept koji će opisivati ćeliju tabele i omogućiti njeno čuvanje u ItemSource-u tabele. U meta-modelu su definisana 2 koncepta *Record* i *Property*. Ćeliju definiše naziv i vrednost. Naziv predstavlja vrednost zaglavlja kolone tabele. Record predstavlja jedan red u tabeli. Svaki red definiše skup ćelija koje su opisane sa nazivom kolone i vrednošću. Skup Record-a predstavlja ItemSource tabele. Kolone se generišu dinamički, tako što se za svaku kolonu *binding* kreira dinamički, tako što za putanju koristimo indeks kolone. Kolekciji kolona u tabeli se dodaje tip podataka *CustomBoundColumn* koji u sebi ima attribute Header, Binding, TemplateName...

TemplateName se odnosi na templejt jedne ćelije određene kolone table, čije je zaglavlje opisano preko atributa HeaderStyle. Cilj je da se ćelije tabele i njihova zaglavlja mogu menjati u toku rada aplikacije. Templejt ćelije tabele sadržaće kontrolu TextBox kako bi se omogućila manipulacija sa unetim tekstom u ćeliju tabele. Takođe templejt kontrole u okviru stila zaglavlja kolone tabele sadržaće TextBox kontrolu. CustomTemplate se sastoji iz TextBox kontrole u okviru Grid kontrole. Text se povezuje sa unetom vrednošću u kontrolu. Levim klikom na ćeliju omogućena je jedino selekcija, ne i menjanje sadržaja, dok se dvoklikom na ćeliju omogućava menjanje sadržaja ćelije. Širini ćelije se dodeljuje vrednost širine zaglavlja. Nakon unošenja teksta koji je širi od širine zaglavlja tekst prelazi u drugi red, i povećava se visina tabele.

4. PROBLEM PROSTIRANJA TABELA NA VIŠE STRANICA

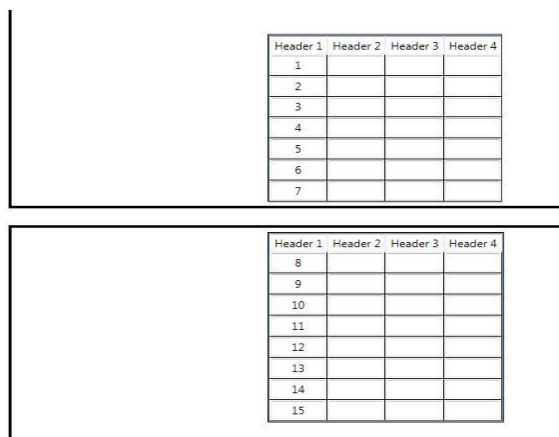
U edit režimu aplikacije tabela se može prostirati u okviru samo jedne stranice. Prostiranje tabele na više stranica ne bi imalo smisla, jer bi pri pomeranju tabele po jednoj stranici dovelo do pomeranja tabele i po drugim stranicama što ne bi bilo pregledno za korisnika. Maksimalna širina i visina tabele u edit režimu jednaka je širini i visini stranice pri izabranom formatu papira. Ako je širina kolona ili visina redova tabele veća od širine i visine tabele, u edit režimu će doći do pojave horizontalne i vertikalne skroler kontrole, preko koje će biti omogućen pregled sadržaja tabele. Prebacivanjem aplikacije u print režim, širina i visina tabele postaje jednaka širini svih kolona, i visini svih redova, računajući i zaglavlje tabele. U slučaju da je visina tabele veća od visine stranice, ili u slučaju da je tabela u edit režimu postavljena pri dnu stranice i pri prelasku u print režim tabela ne staje na stranicu, dolazi se do postavljanje tabele na dve ili više stranica, u zavisnosti od visine tabele i visine stranice u izabranom formatu. Primer tabele u edit režimu sa 4 kolone i 15 redova prikazan na slici 2. Tabela je postavljena pri dnu stranice A5 formata.



Header 1	Header 2	Header 3	Header 4
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Slika 2. Prikaz tabele u edit režimu

Prelaskom u print režim potrebno je ostale redove prikazati na sledećoj stranici. Položaj tabele na drugoj stranici po X osi je isti kao i od inicijalne tabele, dok se po Y osi tabela postavlja na vrh stranice. Sadržaj tabele na prvoj stranici se smanjuje na prvih 7 redova, na osnovu toga se postavlja i njena širina i visina. Nakon povratka u edit režim sa druge stranice se uklanja tabela, a njen sadržaj se opet dodaje na trenutni sadržaj. Primer prelaska u print mod tabele sa slike 2 prikazan na slici 3.



Header 1	Header 2	Header 3	Header 4
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Header 1	Header 2	Header 3	Header 4
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Slika 3. Prikaz tabele u print režimu

5. VRSTE ŠTAMPANJA I NJIHOVA IMPLEMENTACIJA U ZADATKU

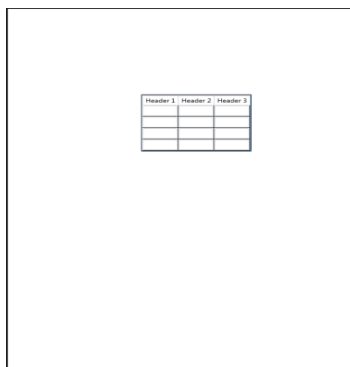
Nakon kreiranja stranice sa određenom sadržajem korisniku je potrebno omogućiti štampanje tog sadržaja na papir u izabranom formatu. Formati dostupni u aplikaciji su A3, A4 i A5. Svaki od formata definiše njegova visina i širina.

PrintDialog kreira standardni Print prozor u kome korisnik može izabrati štampač i podesiti druge opcije štampanja, kao što je npr. broj kopija. Da bi se potvrdila štampa u okviru PrintDialog klase, dovoljno je pozvati jednu od dve metode: PrintVisual() i PrintDocument().

U DataGridEditor-u primenjene su sve navedene vrste štampanja: PrintVisual i PrintDocument (kreiranjem FlowDocument-a i kreiranjem XpsDocumenta).

Korišćen je bazni DocumentPaginator iz System.Windows.Documents biblioteke.

DocumentPaginator-u prosleđena lista Canvas objekata (Canvas kontrola predstavlja jednu stranicu) sa tabelama, kao i visina i širina stranice u izabranom formatu. Na slici 4 prikazan pregled štampe Xps dokumenta jedne stranice sa jednom tabelom.



Slika 4. *Prikaz Xps dokumenta nakon štampanja*

Kao primer kreiranja sopstvenog DocumentPaginator-a uzećemo primer štampanja tabela u Dynamic Mimic Diagram (DMD) aplikaciji. Zaglavlje DocumentPaginator-a sadrži broj trenutne stranice i ukupan broj stranica, naslov dokumenta. Podnožje DocumentPaginator-a sadrži datum i vreme štampe . Primer pregleda štampe u DMD prikazan na slici 5. Kao primer izabran Load Flow report, a kao selektovan element mreže Area_Milhopper_New Tr 1. Broj kreiranih stranica je 288.

Page 1 of 28

Load Flow Report

Selected circuit: Area_Millhopper_New Tr 1

Updated time: 3/22/2017 9:34:56 AM Status: Enabled

Bus Nodes

Object	Location	Minimum Voltage [V]	Phase Voltage [kV] - Minimum	Ph as e			Line voltage [kV] - Minimum			Li ne vo ltage [k V] - Li ne vo ltage [k V] - Maximum			UF Quality %	Timestamp
				V L1	V L2	V L3	V L1	V L2	V L3	L1 L2	L2 L3	L1 L3		
Area_Millhopper_New Tr 1	Millhopper													
• bus_87142945921	Millhopper	122.17	7.33	7.7 35	7.7 35	7.7 35	12.69	12.69	12.69	12.6 9	12.7 3	0.14	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87010126823	Millhopper	122.17	7.33	7.7 35	7.7 35	7.7 35	12.69	12.69	12.69	12.6 9	12.7 3	0.14	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
MH1	MH1													
• bus_87439684421	FeederObj ect_13967	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87439681421	FeederObj ect_13967	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87439678721	FeederObj ect_13968	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87438836521		39163	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87438836121		39163	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87438628521		39262	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM
• bus_87438628121		39262	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	Good	3/22/2017 9:34:56 AM

Dates: 3/22/2017

Time: 11:02:58 AM

Slika 5. *Primer pregleda štampe iz DMD aplikacije*

5.1 Poređenje dataGrid kontrole sa komercijalnim kontrolama

Red tabele u DMD aplikaciji predstavlja StackPanel kontrolu na koje je nalepljena lista TextBlock kontrola (TextBlock predstavlja jednu ćeliju tabele). Razlog korišćenja liste StackPanel-a na koje je nalepljena lista TextBlock kontrola je mogućnost kreiranja ćelija tabele u više redova (wrap), kao što vidimo sa slike 5. DataGrid kontrola ne omogućava wrapovanje, nego se taj problem rešava kreiranjem skrolera u okviru tabela. U DataGrid-Editor aplikaciji wrapovanje je rešeno korišćenjem TextBox kontrole. Međutim u TextBox kontrolu je moguće unositi tekstualni sadržaj, tako da aplikacija DataGridEditor sadrži samo tekstualni sadržaj. U DMD aplikaciji vidimo da sadržaj tabela osim teksta može biti i drugačiji (npr sa slike 5 vidimo kombinaciju teksta i slike), što je rešeno tako što se na uokvirenu TextBlock kontrolu nalepljuje željeni sadržaj (labela, slika...). Prostor između zaglavlja i

podnožja stranica se ispunjava tabelama (tj nizom StackPanel-a). Kada se dođe do podnožja stranice, i nema se mesta za smeštanje novog reda, prelazi se na novu stranicu, i ispod zaglavlja se kreira nova tabela. Drugi razlog za korišćenje liste StackPanel kontrola mesto DataGrid kontrole je pozivanje metoda za osvežavanje sadržaja na stranici. Te metode su Arrange, Measure i UpdateLayout, uz pomoć kojih se sadržaj pozicionira na stranici, određuju se njegove dimenzije i na kraju se prikazuje vizuelno. Kod DataGrid kontrole problem je bio pri pozivu ovih metoda, koji kada se afektuje na svaku ćeliju tabele, doprinosi jako sporom izcrtavanju tabele na stranici, tj poziv nad velikom brojem DataGridCell kontrola dovodi do usporenja pri crtanju. U analiziranoj aplikaciji ovaj problem je rešen zamenom DataGridCell kontrole TextBlock kontrolom, i njenim nalepljivanjem na StackPanel kontrolu. Ovo rešenje se pokazalo jako produktivno, jer se izcrtavanje tabele na stranici višestruko vremenski smanjilo. Koristeći jedan i drugi način za kreiranje tabele sprovedena je analiza kreiranja tabele u pregledu štampe. Prvi način je koristeći listu StackPanel-a, a drugi koristeći standardnu DataGrid kontrolu. Analiza rezultata pre i nakon optimizacije prikazana u tabeli 1, u kojoj su poredene tabele proizvoljnog broja kolona, i proizvoljne visine (broja redova).

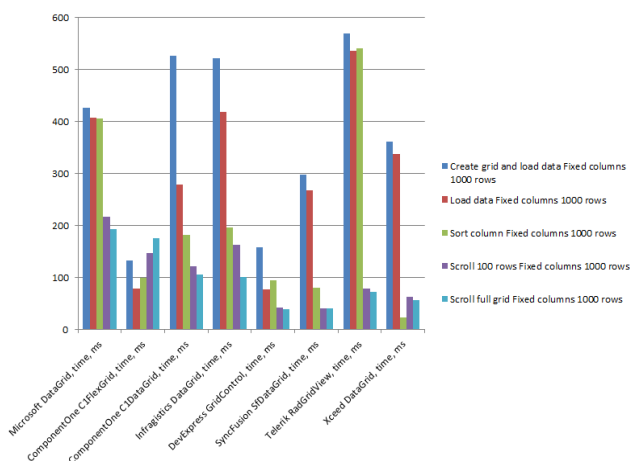
Tabela 1. *Analiza kreiranja tabela na više stranica pre i nakon optimizacije*

Broj stranica	Broj kolona	Vreme otvaranja pregleda štampe koristeći StackPanel-e (hh:mm:ss)	Vreme otvaranja pregleda štampe koristeći DataGrid (hh:mm:ss)
6046	13	00:16:20	01:19:31
228	26	00:03:40	00:39:44
288	13	00:02:47	00:38:25
75	13	00:01:09	00:12:121
28	28	00:00:20	00:05:211
10	8	00:00:10	00:03:389

Iz tabele 1 vidimo da se dobija znatno na uštedi vremena pri kreiranju pregleda štampe nakon optimizacije. Npr. za primer sa slike 5, gde se kreira 288 stranica vidimo da je pre optimizacije vreme otvaranja pregleda štampe iznosilo 38 minuta i 25 sekundi, a nakon optimizacije je to vreme iznosilo 2 minuta i 47 sekundi, što predstavlja značajno smanjenje. Naravno, tabele u pregledu štampe kod DMD aplikacije su statičke, imaju fiksni položaj, redovi se ređaju jedan ispod drugog, nema pomeranja tabela po stranici, zato se one mogu realizovati na ovaj način. Dobija se tabela koja se brzo izcrtava, dok sa druge strane dobijamo kontrolu kojom je upravljanje totalno onemogućeno. Sa druge strane imamo BorderedDataGrid kontrolu u DataGridEditor-u kojoj je primarni cilj dinamičko ponašanje. Samim tim je njeno iscrtavanje dosta zahtevnije i zahteva veći vremenski period.

Osim kontrole za prikaz podataka u DMD aplikaciji postoji još dosta komercijalnih kontrola za tabelarni prikaz koje su u upotrebi. Neke od njih su : C1FlexGrid, C1DataGrid, XamDataGrid, InfragisticsDataGrid, DevExpress DataGrid, Telerik RadGridView, Xceed DataGrid... Svaka od ovih kontrola koje su implementirane u WPF tehnologiji ima i prednosti i nedostataka u odnosu na standardnu

DataGrid kontrolu. Kompanija koja je implementirala C1FlexGrid i C1DataGrid kontrole sprovela je istraživanje tih prednosti i nedostataka. Osobine poređenih kontrola su prikazane na grafiku koristeći nekoliko slučajeva korišćenja svake tabele. Kao ulaz je korišćen ListCollectionView sa 12 atributa različitog tipa (int, string, DateTime, bool). Na grafiku 1 poređene su performanse tj. vremena kompleksnih peracija sa asihronim ažuriranjem UI, DataGrid kontrola fiksiranih širina kolona. Poređene operacije su kreiranje kontrole sa 1000 redova, sortiranje, skrolovanje 100 redova, i skrolovanje čitavog sadržaja. Test je ponavljan nekoliko puta i izračunavana su srednja vremena za svaku operaciju pri korišćenju različitih kontrola.



Grafik 1. Poređenje različitih DataGrid kontrola (kolone fiksiranih širina pri učitavanju, sortiranju i skrolovanju podataka)[8]

Sa grafika 1 vidimo da se standardna DataGrid kontrola ne može pohvaliti vremenom kreiranja kontrole, učitavanja podataka i skrolovanja. Pri kreiranju i učitavanju se izdvajaju kontrole C1FlexGrid i DevExpress GridControl, dok je pri skrolovanju ubedljivo najbolje rezultate prikazala kontrola Xceed DataGrid. Takođe i pri funkcionalnosti skrolovanja DataGrid nema najkvalitetnije rezultate, nego se izdvajaju kontrole DevExpress GridControl i SyncFusion DataGrid.

6. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad su verifikovane različite vrste štampanja u WPF tehnologiji. Doprinos rada je sticanje saznanja o performansama štampe u WPF tehnologiji u zavisnosti od sadržaja štampe, tj da li je taj sadržaj statički ili dinamički. Kao objekat štampe korišćene su različite kontrole. U okviru DataGridEditor-a korišćena je standardna WPF kontrola za tabele (DataGrid kontrola), dok kroz DMD aplikaciju za verifikaciju je korišćena optimizovana kontrola za prikaz tabela na više stranica. Ta kontrola je realizovana kao lista StackPanel kontrola, gde svaki panel predstavlja jedan red koji treba prikazati u pregledu štampe. Tabele u DataGridEditor aplikaciji su dinamičke, dok u DMD aplikaciji statičke. Analizom kreiranja pregleda štampe u obe aplikacije dolazimo da zaključka da je dosta fleksibilnije korišćenje tabela koje su realizovane kao lista StackPanela, jer se dobija dosta kraće vreme izcrtavanja, međutim to sa druge strane odnosi mogućnost manipulacije nad tabelama. Osim sa ovim načinom implementiranja performanse DataGrid

kontrole su poređene sa dodatnim komercijalnim DataGrid kontrolama, gde je pokazano da standardna DataGrid kontrola daje dosta slabije rezultate u odnosu na druge kontrole, naročito u vremenu kreiranja tabele i učitavanja podataka.

Kroz prva poglavlja rada objašnjeno je kreiranje DataGridEditor aplikacije u WPF tehnologiji, koristeći MVVM i State obrazac. Objašnjeni su načini rešavanja problema menjanja vrednosti ćelija tabele, kao i problema prostiranja tabele na više stranica. Objašnjene su različite vrste štampanja u WPF tehnologiji, od najjednostavnijih do kompleksnijih.

7. LITERATURA

- [1] A. Feldman, M. Dazmon, *WPF in Action with Visual Studio 2008*, Manning Publications Company, 2008.
- [2] A. Nathan, *Windows Presentation Foundation unleashed*, Sams Publishing, 2007.
- [3] M. MacDonald, *Pro WPF in C# 2010*, Apress, 2010.
- [4] E. Freeman, E. Robson, K. Sierra, B. Bates, *Head First Design Patterns*, O'Reilly Media, 2004.
- [5] Cris Sells, Ian Griffiths, *Building Windows UI with Windows Presentation Foundation*, O'Reilly Media, 2007.
- [6] Bob Brumfield, Geoff Cox, David Hill, Brian Noyes, Michael Puleio, Karl Stifflet, *Developer's Guide to Microsoft Prism 4: Building Modular MVVM Applications with Windows Presentation Foundation and Microsoft Silverlight*, Microsoft Press, 2011.
- [7] <https://msdn.microsoft.com> (datum pristupa 8/6/2017)
- [8] <http://www.componentone.com> (datum pristupa 8/6/2017)

Kratka biografija:



Sladan Mitrić je rođen 16.02.1988. u Loznicima, Republika Srbija. Osnovnu školu "Laza K. Lazarević" je završio u Šapcu, Republika Srbija 2004. godine. Srednju Tehničku Školu Šabac je završio 2007. godine. Iste godine upisuje upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Računarstvo i automatika, na kom je diplomirao 2014. godine. Školske 2014/2015 godine upisuje master studije na smeru Računarske nauke i informatika na istom fakultetu.

SISTEM ZA ANALIZIRANJE PODATAKA PREKO OBD PRIKLJUČKA AUTOMOBILA SYSTEM FOR ANALYZING DATA OVER OBD AUTOMOTIVE CONNECTOR

Dejan Mrvoš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad detaljno opisuje fizički i aplikativni sloj CAN bus protokola, kao i ostalih prisutnih protokola na OBD priključku. Pored toga detaljno je opisan kako elektronski deo uređaja za dijagnostiku automobila tako i programski deo. Analizirani su podaci sa dostupnih automobila koji kao medijum koriste CAN bus. Projektovan je sopstveni ECU emulator sa jednostavnim interfejsom

Abstract – This paper provides a detailed overview of the physical and application layers of the CAN bus protocol available at the OBD connector of contemporary automobiles. Furthermore, a detailed presentation of both the hardware and software of an automotive diagnostic device is given. Data collected from a few available cars equipped with CAN bus based systems has been analyzed. An additional ECU emulator with a simple interface has also been developed.

Ključne reči: OBD dijagnostika, CAN bus, PIC32, FT800, Arduino

1. UVOD

Današnje mehaničke sklopove gotovo je nemoguće zamisliti bez elektronskih kola koje njima upravljaju. Počevši od davnih AM-FM radio prijemnika koji su ugrađivani u automobile, danas smo stigli do autonomnih vozila koja mogu da prevezu putnike od tačke A do tačke B potpuno bezbedno. Da bi tako nešto bilo moguće jasno je da su generacije inženjera imale veliku viziju i na njenoj realizaciji radili svakodnevno. Na današnjem nivou moguće je realizovati daleko jeftinije mehaničke sklopove koji su nelinearni ili teško upravljivi putem mehanike i uz samo nekoliko elektronskih komponenti napraviti veoma linearan i upravljiv sklop.

Da bi sve to bilo moguće gotovo svaki element u automobilu mora da ima svoj elektronski deo sa svojom adresom kako bi sistem znao o kome se radi. U tom pravcu su razmišljali i inženjeri i razvili brojne protokole u automobilskoj industriji poput J1850-PWM POS(+), J1850-PWM NEG(-), ISO 9141-2 K-Line, ISO 9141-2 L-Line. Prvobitni akcenat je stavljen na elektronsku kontrolu rada motora, nakon čega se akcenat prebacivao na bezbednost i automatizaciju mnogih procesa.

2. ANALIZA PROBLEMA

Brojne kompjuterske upravljačke jedinice su postale sastavni deo motornih vozila, čineći ih efikasnijim i bezbednijim. Akcenat je stavljen na CAN bus protokol jer iz sebe krije kvalitativni iskorak u svetu motornih vozila, kakav je načinjen u zadnje dve decenije. Prva podela CAN sistema ja napravljena na osnovu brzine i rastojanja između uređaja, pa se tako razlikuju:

- ISO 11898-3 standard CAN sa brzinom do 125 kb/s (rastojanje do 500 m)
- ISO 11898-2 standard CAN sa brzinom do 1 Mb/s (rastojanje do 40 m).

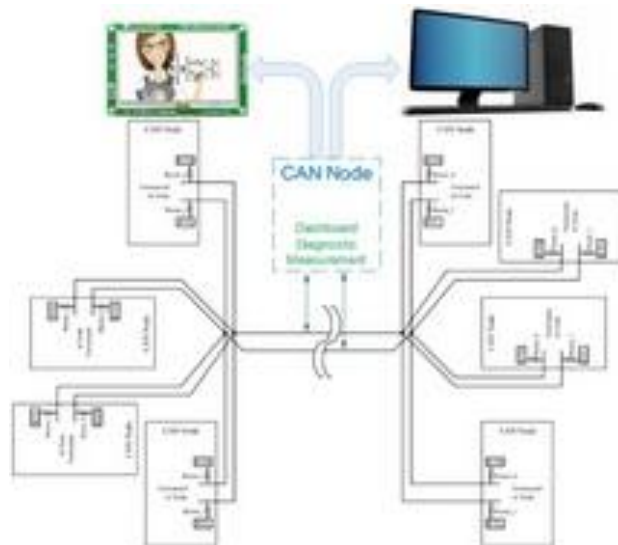
Zatim, sledeći bitan podatak je format jednog zaglavlja same poruke, gde se razlikuju:

- 2.0A Standardni CAN, koristi 11-bitni ID
- 2.0B Prošireni CAN, podržava 29-bitni ID

3. OPIS UREĐAJA

Nakon analize problema projektni zadatak je bio definisan blok šemom. Kao glavni zadatak navodi se realizacija uređaja koji može da radi nezavisno od računara (eng. Personal Computer) na kome će biti realizovan jednostavan grafički prikaz (eng. Interface). Sam uređaj mora da ima mogućnosti za nadogradnju opcija tj. režima rada, što je ograničeno samo resursima sistema. Osnovna ideja je napraviti uređaj koji može da komunicira na CAN magistrali, preuzima podatke od računara (eng. Electronic Control Unit), obrađuje ih i prikazuje na grafičkom displeju.

Takođe uređaj može da ima ulogu asistencije pri vožnji, prikazivanju broja obrtaja motora, brzine kretanja, nivoa goriva u rezervoaru, temperature i slično.



Slika 1. Blok šema magistrale sa dodatim uređajem

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bio dr Kalman Babković, docent.

4. CAN STANDARD

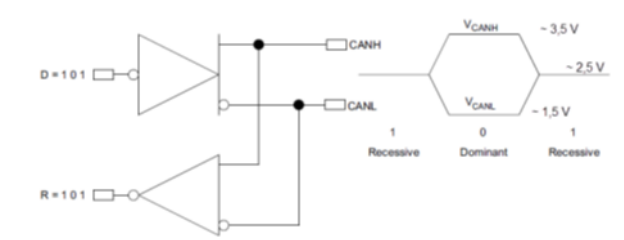
CAN (eng. Controller Area Network) je industrijski standard razvijen od strane firme Bosch kao multi-master sistem za slanje poruka, maksimalne brzine prenosa do 1 Mbps. Za razliku od USB ili ethernet sistema, CAN ne služi za prenos velikih količina podataka od jedne tačke do druge, nego za prenos kratkih poruka kroz celu mrežu (eng. Broadcast). Ovakva realizacija prenosi signal diferencijalno kao razlika potencijala između dva provodnika. Budući da su oba kabla pod uticajem elektromagnetnih smetnji, to se ne odražava na njihovu razliku, što rezultuje velikom imunošću na smetnje.

Zbog velike robusnosti, CAN se koristi i u medicini, građevinarstvu i proizvodnoj industriji. Standard definiše i fizički i aplikativni sloj, o čemu je više rečeno u daljem tekstu.

Tabela 1. Preporučene dužine CAN magistrale

Bus Length (m)	Signaling Rate (Mbps)
40	1
100	0.5
200	0.25
500	0.10
1000	0.05

Magistrala se u normalnom režimu rada može naći u dva moguća stanja koja zavise od vrednosti napona vodova CANH i CANL. Stanja su: **dominantno** (eng. Dominant, logička 0) i **recesivno** (eng. Recessive, logička 1). Tipične vrednosti napona CANH i CANL u pomenutim stanjima su date na slici 2, na kojoj je, takođe, opšte predstavljen primopredajnik. Kada nema prenosa podataka aktivno je dominantno stanje na magistrali.



Slika 2. Naponski nivoi signala CANL i CANH

Značenja polja poruke sa standardnim identifikacionim poljem su sledeća:

- **SOF** – start bit. Ima ulogu da “pripremi” čvorove za dalji prenos podataka.
- **Identifier** – standardno identifikaciono polje, veličine 11 bita (2048 različitih identifikacionih polja poruka). Definiše prioritet poruke na magistrali, kako je logička nula dominantan bit onda poruka sa najmanjom vrednošću ima najveći prioritet.
- **RTR** – bit koji definiše da li se očekuje odgovor na poslatu poruku.
- **IDE** – dominantni bit koji definiše standardno identifikaciono polje.
- **r0** – rezervisan bit.
- **DLC** – dužinsko polje, veličine 4 bita. Definiše broj bajtova korisničkih podataka.
- **Data** – korisnički podaci. Maksimalno 8 bajtova.
- **CRC** – čeksum provera. Veličina 16 bita.

- **ACK** – svaki čvor koji primi ispravno poruku postavlja ovaj bit u dominantno stanje. Ako to ne uradi svaki čvor, poruka se ponovno šalje.
- **EOF** – 7 bita koji označavaju kraj prenosa.
- **IFS** – 7 bita koji obezbeđuju pauzu kako bi se primljena poruka prebacila u odgovarajući bafer.



Slika 3. Format poruke sa 11-bitnim identifikatorim

5. OBD i OBDII PROTOKOL

Godine razvoja autoindustrije su u jednom trenutku rezultovale velikom složenošću i preterano teškom dijagnostikom kvarova automobila tokom eksploatacije. Da bi serviseri i ljudi koji održavaju automobile imali manje posla oko dijagnostikovanja problema, došlo se na ideju da svaki aktuator ima svoj senzor kojim upravlja kontroler - računar. Taj računar dalje preko CAN-a komunicira sa drugim računarima. Kada senzor izađe izvan opsega vrednosti tada vraća “error” i samom porukom ukazuje da je ili neispravan senzor ili prekinuta/loša komunikacija.

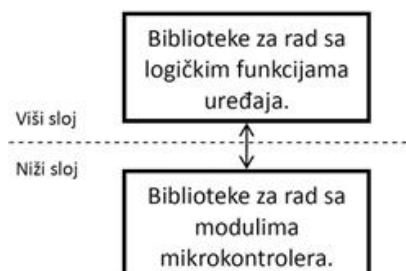
Na globalnom nivou autoindustrija se deli na dva velika tržišta a to su Evropsko i Američko. Samim tim automobili se po nekim tehničkim stavkama razlikuju, tj. sami proizvođači moraju da zadovolje konkretne zahteve propisane standardom. Imena tih standarda su **SAE** i **ISO**, a njihovo značenje je u tekstu ispod.

- **SAE** - (Society of Automotive Engineers) USA
- **ISO** - (International Standards Organization) EU

Prema zahtevima i ciljevima koji se postavljaju ispred CAN sistema tipično je da se dele u tri grupe: mreža za kontrolu motora, prenosne mehanizme i šasiju. Prve dve primene zahtevaju veliku brzinu prenosa podataka od 200 kBd/s do 500 kBd/s. Treća je zadužena za komfor vozila štp podrazumeva kontrolu svetala, centralne brave i ostalo dok su brzine komunikacije od 50 kBd/s.

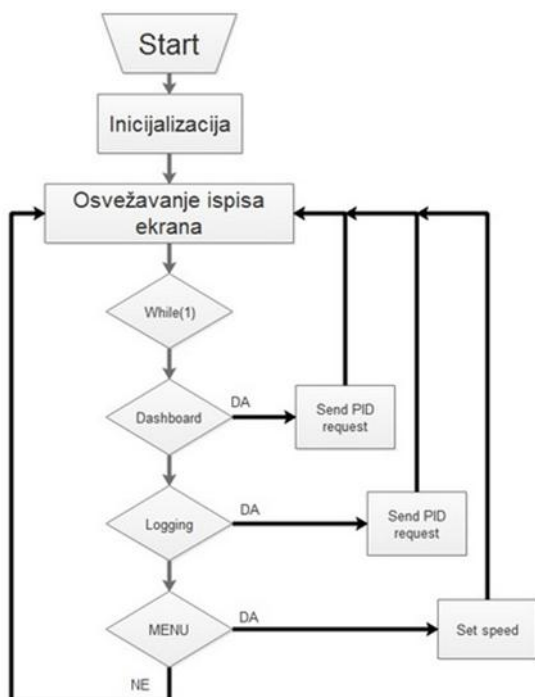
6. ALGORITAM RADA UREĐAJA

Pri programiranju firmvera psirtupilo se strukturnom programiranju, koje je podeljeno na viši i niži sloj. Ovakav način realizacije firmvera omogućuje da se svaka promena hardvera svodi na pisanje nove biblioteke za niži sloj programa, dok viši ostaje nepromenjen. Time se značajno produžava životni vek firmvera, a vreme potrebno za implementaciju na novi hardver svelo na minimum. U ovakvoj realizaciji moguće je promeniti mikrokontroler u potpunosti i pri tome napisati novu biblioteku samo za niži sloj koji se odnosi na hardversku strukturu.



Slika 4. Strukturno programiranje

Na slici 5. prikazan je algoritam rada uređaja u kome se nakon inicijalizacije uređaj nalazi u jednom od tri stanja.

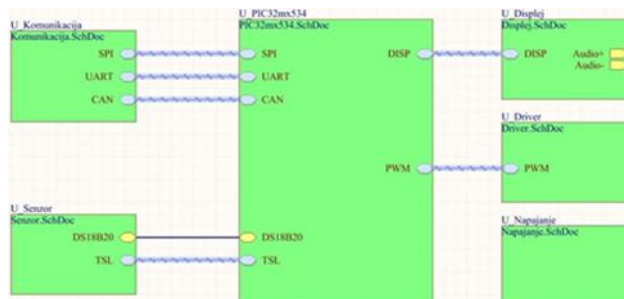


Slika 5. Algoritam rada uređaja

Nakon uključanja, uređaj se nalazi u stanju inicijalizacije gde se obavlja inicijalizacija mikrokontrolera, displeja, CAN registara, SPI, UART i ostalih periferija. Nakon inicijalizacije, uređaj prelazi u aktivno stanje. U ovom stanju se proverava u kom režimu se nalazi mikrokontroler odnosno ukoliko je Dashboard ekran aktiviran, šalju se upiti računaru za svega tri parametra broj obrtaja motora, brzina automobila i položaj papučice gasa. U stanju Logging data prisutan je mnogo veći broj parametara za čije vrednosti treba pitati ECU te je brzina osvežavanja podataka srazmerno manja.

7. PROJEKTOVANJE ELEKTRONSKOG DELA UREĐAJA

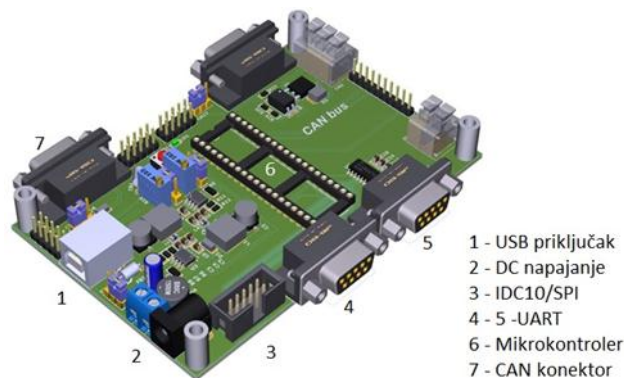
Na blok šemi se pored mikrokontrolera, ekrana i CAN transivera mogu uočiti portovi za komunikaciju sa DS18B20 temperaturnim senzorom, kao i drajver snage koji može biti izolovan i upravljiv preko impulsno širinske modulacije. Takođe, grafički kontroler FT800Q koji se nalazi na ConnectEVE pločici u sebi poseduje audio konvertore pa je moguće generisati tonove i melodije putem displeja. U tu svrhu izlazni stepen ima dodatno audio pojačalo čiji izlaz se vodi na konektor za zvučnik ili na AUX ulaz auto radija.



Slika 6. Blok šema elektronskog dela uređaja

Zahtevi koje je bilo potrebno zadovoljiti su:

- Obezbediti 4 naponska nivoa: +3.3 V, +5 V, +8 V, -8 V
- Podešavanje referentnih napona A/D pretvarača ($0 \div +V_{cc}$) i ($-V_{cc} \div 0$)
- CAN komunikacija
- Serijska RS232 komunikacija
- SPI komunikacija
- Zaglavlje za ekran
- DB9 konektor za povezivanje sa OBD priključkom



Slika 7. 3D prikaz projektovanog uređaja

8. PROJEKTOVANJE ECU EMULATORA

Kao što je navedeno u radu tek od 2008. godine svi proizvođači su u obavezi da svoju komunikaciju zasnuju na CAN medijumu. Međutim istraživanje je može se reći dostiglo kritičnu tačku baš ovde. Automobili koji su bili potencijalni kandidati su ili bili proizvedeni pre 2008. godine ili u drugom slučaju vlasnici nisu pristajali da jedan ovakav uređaj bude testiran u njihovom automobilu.

Kao mikrokontroler izabran je ATmega328P koji je sastavni deo Arduina. Pretvarač protokola SPI/CAN je realizovan uz pomoć MCP2515 čipa i TJA1050 koji ima ulogu pretvarača CAN/TTL. Razlog za izbor jedne ovakve platforme jesu cena, pouzdanost i vreme potrebno za razvoj firmvera. Takođe programska uputstva i biblioteke su samo neke od prednosti koje su dostupne, dok mikrokontroler na sebi poseduje eng. Bootloader, pa za njegovo programiranje nije potreban programator. Uređaj može da generiše brzine od 88kBd/s do 1MBd/s sa identifikatorom od 11 ili 29 bita.



Slika 8. Prikaz ECU emulatora

U ovoj realizaciji moguće je simulirati do osam parametara rada automobila u realnom vremenu. Po pitanju proširenja mogućnosti uređaja moguće je napraviti PC (eng. Personal Computer) program koji preko serijske komunikacije šalje veći broj parametara.

9. TESTIRANJE UREĐAJA

Nakon realizacije hardvera i softvera uređaja, bilo je neophodno testirati njegove funkcije. Najbolji način za to jeste da se uređaj priključi na CAN magistralu automobila, čime bi bio testiran rad u realnim uslovima. Iako je pomenuti način najbolji za testiranje, nije prvobitno realizovan zbog činjenice da je CAN tek od skora (2008 god.) prisutan u automobilima svih proizvođača i da je nedopustivo testirati programske ispravnosti uređaja bez prethodnog verifikovanja firmvera u laboratorijskim uslovima.

Automobili koji su bili na raspolaganju su Ford marke Focus proizveden 2007. godine i Alfa Romeo GT proizvedena 2006 godine. Konfiguracija firmvera je bila takva da se pošalje upit za podržane parametre (eng. **Parameter IDs**) u modu 01 (eng. Show Current data). Podsećanja radi OBD (eng. **On-Board Diagnostic**) nalaže da se upit za parametre šalje sa identifikatorom **0x7DF** nakon čega se šalje mod u kome se očekuju podaci (ukupno 10 režima rada 0x01-0x0A) sa adresom podatka koji računar treba da pošalje našem uređaju.

Nažalost, ono što je snimljeno na magistrali jeste bilo CAN 500 kBd/S sa 11-bitnom identifikatorom, ali format poruka je bio strašno komplikovan. Nakon startovanja automobila, pritiskanja papučice gasa, paljenja svetala, davalja signala migavcima i na kraju kratke vožnje pristupilo se analizi snimljenih podataka. Radi primera prikazani su neki od rezultata snimljenih tokom rada automobila sa njihovim značenjem.

Get data from ID: 201
00 00 40 00 00 00 00 80

Get data from ID: 4B0
27 10 27 10 27 10 27 10

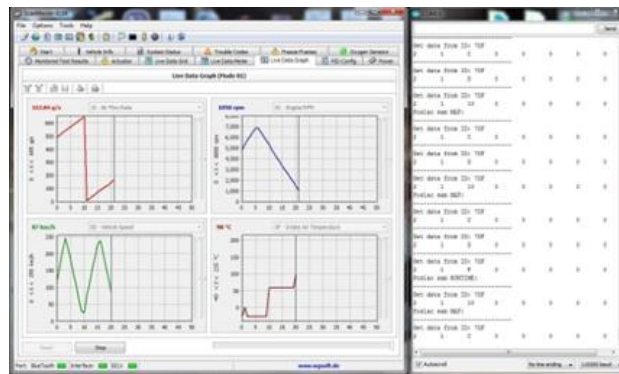
Get data from ID: 231
00 00 00 00 FF FF 00 80

Prikazani rezultati su dobijeni osluškivanjem magistrale nakon slanja upita za neke od osnovnih PID-ova u modu 01. Pošto su podaci jako čudno modulirani, bez nekog značenja ID, Byte Length, PID i ostalo, u jednom trenutku prestalo se sa slanjem upita, ali saobraćaj na magistrali nije stao. Kada se detaljno analiziraju poruke može se shvatiti da npr. **ID 201** ima sledeća značenja:

- (Byte 0 * Byte 1) / 4 = broj obrtaja motora
- Byte 2 = uvek 0x40
- Byte 3 brzina kretanja vozila
- Byte 7 smer kretanja vozila 0x81 unapred, 0x7F unazad, 0x80 mirovanje

Da bi se problemi prevazišli upotrebljena je ELM327 auto-dijagnostika i prateći program. Već nakog povezivanja sa računarom automobila može se očitati o kom protokolu je reč kao i brzini komunikacije. Za realizaciju potpuno vernog ECU emulatora upotrebljen je mikrokontroler koji je prisluškivao komunikaciju ELM327 u toku komunikacije sa automobilom. Tada su snimljeni koraci koje je gotovo nemoguće pronaći u literaturi.

Detalji simuliranih podataka su prikazana na slici 9.



Slika 9. Prikaz simuliranih parametara

10. ZAKLJUČAK

Prikazano je jedno tehničko rešenje jednostavnog ECU emulatora koji svojim karakteristikama može da stane rame uz rame sa ozbiljnijim sofisticiranim proizvođačima ECU emulatora, poput firme Vector. Poređanja radi jedan malo ozbiljniji ECU emulator ima početnu cenu od 1000\$ uz koga se dobija i prateći softver, dok je cena ovog skromnog emulatora ispod 30\$.

Nakon testiranja, zaključeno je da je projekat uspešno realizovan. Realizovan je kompletan hardver i softver uređaja koji poseduje relativno jednostavan GUI (eng. Graphic User Interface) koji može poslužiti za posmatranje trenutnih vrednosti parametara automobila. Dalji radovi na uređaju podrazumevaju omogućavanje većeg broja parametara, kao i mogućnost čitanja i brisanja grešaka u računaru automobila, očitavanja vrednosti Lambda sonde u realnom vremenu, parametre rada dizni i slično, dok se kao pitanje ostavlja zaštita podataka.

11. LITERATURA

- [1] McCord, Keith, "Automotive Diagnostic Systems: Understanding OBD-I & OBD-II", *Cartech Inc*, United States, 2011.
- [2] OnBoardDiagnostics, "OBD-I & OBD-II All available Protocol and their Electrical characteristic", <http://www.onboarddiagnostics.com/page03.htm>, April 17, 2008.
- [3] PIC32 microcontroller, "PIC32MX534F064H In Production", <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC32MX534F064H>, Maj, 2017.
- [4] FT800 - Display, Audio and Touch Graphics Controller IC, "Key Hardware Features", <http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT800.html>, Maj, 2017.

Kratka biografija:



Dejan Mrvoš je rođen u Rumi 1991. god. Bečelov rad odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Upravljačka elektronika 2016.godine, dok je master rad odbranio iz oblasti Autoelektronike 2017. god.

EVALUACIJA TEHNIKA ZA KOMPRESIJU SLIKA U SISTEMIMA ZA SKENIRANJE LJUDI BAZIRANIM NA FOTOGRAMETRIJI**IMAGE COMPRESSION TECHNIQUES EVALUATION IN HUMAN SCANNING SYSTEMS BASED ON PHOTOGRAMMETRY**

Nikola Berdić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu biće opisan i analiziran uticaj kompresije u sistemima za skeniranje ljudi baziranim na fotogrametriji. Rad će pomoću zaključaka izvedenih iz rezultata testiranja pokušati da odgovori na pitanje koja tehnika je najbolja za prenos i skladištenje slika koje je kasnije potrebno obraditi fotogrametrijskim procesom. Glavni cilj je ponuditi odgovor na pitanje da li je opravdano uvesti još jednu dodatnu kompresionu tehniku kako bi se zamenila kompresiona tehnika podržana kamerom? Kako bi se izvršilo testiranje, razvijena je softverska platforma koja vrši kompresiju, dekompresiju i uz sve to meri metrike velikog broja kompresionih tehnika, kako bi na kraju bilo moguće sa velikom pouzdanošću odrediti koja kompresiona tehnika najbolje odgovara zahtevima sistema za skeniranje.

Abstract – In this paper image compression influence in human scanning system based on photogrammetry will be analyzed and described. Paper will try to answer which compression technique is the best for transfer and storage images for later photogrammetric processing using conclusions based on results from tests. The main goal is to see if it is justified to amplify the camera implemented compression technique adding an additional compression? In order to do the testing, a software platform which compresses, decompresses and measures metrics of a large number of compression techniques was developed, in order to later decide with high reliability which technique is the best for users preferences.

Ključne reči: Fotogrametrija, kompresija slika, skeniranje ljudi.

1. UVOD

Razvoj tehnologije omogućio je primenu tehnika digitalne obrade slika u komercijalne svrhe.

Dokorašnje digitalne tehnike obrade slika bile su moguće isključivo u dobro opremljenim istraživačkim laboratorijama.

U komercijalnim primenama kao što su video konferencije, video telefonije, multimedijalni sistemi, sistemi aktivizacije slika, obrada multimedijalnih dokumenata, biomedicina i druge, važnu ulogu imaju i postupci za kompresiju slika.

Način kompresije slika su potrebni kako bi se smanjilo

zauzeće memorije ili potrebni kapacitet komunikacionih kanala, pošto se radi o čuvanju ili prenosu velikih količina podataka potrebnih za prikazivanje slika.

Popularizacijom fotoaparata, digitalnih kamera i fotografisanja uvećao se broj fotografija.

Preovlađujuća uloga digitalne fotografije i sve veća popularnost mobilnih telefona kao legitimnog uređaja za snimanje fotografija stvorilo je velike potrebe za kompresijom slika. Načini i postupci kompresije se intenzivno razvijaju u poslednjih dvadesetak godina, a prethodno navedeni razlozi su pojačali intenzitet razvoja poslednjih par godina.

Slike novijih kamera zahtevaju ogroman prostor, samim tim, dolazi do enormnog uvećanja vremena u procesima izvlačenja, orijentacije i kreiranja gustog oblaka tačaka. Kreiranje gustog oblaka tačaka predstavlja značajan korak u fotogrametrijskom procesiranju slika. JPEG (The Joint Photographic Experts Group) je najčešće korišćena kompresiona tehnika sa gubicima koja se koristi radi skladištenja slika ogromnih veličina.

JPEG je najzastupljeniji zato što većina digitalnih fotoaparata i kamera sadrži mogućnost direktne JPEG kompresije prilikom uslikavanja. Što je faktor kompresije veći, dolazi i do većeg gubitka na kvalitetu slike samim tim i konačni ishod je lošiji.

Na slici 1 je uopšteno predstavljen ceo fotogrametrijski proces [1, 2]. Kompletan proces je moguće podeliti na tri faze: slikanje željenog objekta, procesuiranje slika i rekonstrukcija trodimenzionalnog modela i evaluacija i korigovanje.



Slika 1. Opšti prikaz celog fotogrametrijskog procesa.

Međufaza, prevlačenja, prenosa i čuvanja slika, može biti veoma kritična i bitna u celom fotogrametrijskom procesu [1, 2]. Ukoliko bi se neka slika u ovom procesu izgubila, uništila ili pogrešno sačuvala, to bi dosta loše uticalo na ceo fotogrametrijski proces.

Konačni cilj jeste da slika zauzima minimalanu količinu memorijskog prostora, ali da nisu izgubljene potrebne informacije za kreiranje trodimenzionalnog modela objekta. Zbog svoje važnosti i nedovoljne istraženosti baš ova međufaza u fotogrametrijskom procesu je tema ovog rada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Dinu, docent.

2. PREGLED STANJA U OBLASTI

Nedovoljno istraživanja u ovoj oblasti rada dovelo je do toga da većina postojećih sistema skeniranja ljudi baziranom na fotogrametriji koristi jedan format, a to je JPEG format slike. Kao što je prethodno napomenuto u uvodu, ovaj format slike je najzastupljeniji iz razlog što većina digitalnih kamera i fotoaparata ima mogućnost direktne JPEG kompresije uslikane slike kako bi se zauzele memorije na samom uređaju smanjilo. Da bi digitalna obrada slike bila bolja i dala bolji rezultat, slika mora biti što kvalitetnija moguće. Zbog toga što se JPEG najviše koristi i najpopularniji je u oblasti fotogrametrijskog skeniranja, njegov uticaj na proces je najviše i testiran, što se može videti u nastavku poglavlja. U radu [3] ispitan je uticaj JPEG kompresije slika na fotogrametrijski proces, ali ovde je fokus stavljen na metode za detekciju karakterističnih tačaka i algoritme njihovog uparivanja. Softverska rešenja u fotogrametriji za detekciju karakterističnih tačaka slika uglavnom koriste SIFT ("Scale Invariant Feature Transform" *engl.*) algoritam ili njegovu poboljšanu verziju SURF (*engl.* "Speeded Up Robust Features"). SIFT je metoda za izvlačenje digitalnih osobina i omogućava automatsku identifikaciju karakterističnih tačaka u slici. SIFT prvo ekstrahuje ključne tačke objekta iz skupa njegovih referentnih slika i čuva ih u bazi. Taj isti objekat na drugoj slici se prepoznaje tako što se karakteristike te nove slike upoređuju sa svim karakteristikama pribeležanim u bazi podataka. SURF predstavlja ubranu verziju SIFT algoritma. Ubrzanje je postignuto tako što se algoritam oslanja na integralne slike za konvoluciju slika. Unapređena je jačina vodećih detektora i deskriptora upotrebom mere bazirane na Hessian-ovoj matrici za detektore i mere bazirane na distribuciji težina. Druga metoda je urđena ručnim obeležavanjem tačaka. Tačnost poklapanja tačaka zavisi od iskustva čoveka koji bi taj proces poklapanja sproveo, samim tim, tačnost celog procesa poklapanja se dovodi u pitanje. Treća metoda merenja je automatsko merenje specijalnih markera koji se nalaze na objektu. Veličina i oblik markera se određuju na osnovu distance između kamere i objekta. Nakon što je orijentacija slike određena pomoću sve tri metode, generiše se oblak tačaka koristeći MVS ("Multi-view stereo" *engl.*). MVS algoritam sadrži detekciju osobina i mogućnost konstrukcije visoko detaljnog trodimenzionalnog modela od slika.

Kako bi se uporedile sve tri metode merenja, statua u kampusu univerziteta je uzeta kao objekat ispitivanja [3]. Ovo je dobar odabir objekta jer objekat sam po sebi će uvek biti miran i neće doći do njegovog pomeranja. Slike su uslikane pomoću 18MP Canon EOS 650D kamera, bez kompresije. Odrađene su ukupno 37 slika. Orijentacija slika pomoću sve tri metode prikazana je u tabeli 1.

SURF algoritam je bio uspešan u definisanju karakterističnih odlika slika koje sadrže intenzivne promene. Kao što se i vidi u tabeli 1, za 680 tačaka je uspešno pronađena podudarnost, što je oko 25-35 puta više u odnosu na druge dve metode merenja.

Ali, sa druge strane, SURF algoritam ima 10 puta veću srednju kvadratnu grešku u odnosu na druge dve metode. Markeri su obeleženi crnim krugovima na belim

kvadratnim papirima, dok su tačke koje je SURF uspeo da ekstrahuje obojene u belu boju.

Slično istraživanje urađeno je u radu [4]. Prvo je proučen uticaj kompresije na vrednosti sive boje slike i prikazan efekat kompresijonih metoda JPEG, Wavelet i fraktalnog izračunavanja. Zatim je opisan uticaj kompresije na kvalitet slike. Detaljno su opisane tri skupa slika i metode iskorišćene za eksperiment, kao i konačni rezultat eksperimenta. Konačni cilj istraživanja [4] bio je da se istraži relacija između kompresije slike i tačnosti pozicije tačke.

Kvalitet kompresovane slike, pored vrednosti *PSNR*, određen je i pomoću entropije. Da bi se izvršilo izračunavanje entropije potrebno je prvo izračunati verovatnoće ili relativne učestalosti različitih vrednosti sivih boja. Entropija je izračunata za tri različita skupa slika i sve tri kompresione tehnike.

Iz dobijenih rezultata skup slika obeležen kao RMKTOP ima najvišu vrednost entropije $H(\text{RMKTOP}) = 7.7$, zatim ide skup slika DPA sa vrednošću od $H(\text{DPA}) = 6.21$, što je znatno umanjenje. Na poslednjem mestu je skup slika obeležen kao MOMS, i ima vrednost entropije od $H(\text{MOMS}) = 5.8$. Primetno je da postoji minoran gubitak između entropije originalnog seta slika i visoko kompresovanih slika.

Prilikom istraživanja i pretrage radova sličnih u ovoj oblasti nije nađeno nijedno istraživanje koje objedinjuje testiranje više kompresionih tehnika. Kao što je navedeno u uvodu ove sekcije JPEG kompresiona tehnika se najviše koristi i najpopularnija je u fotogrametrijskom procesu, zbog toga se većina radova bazira na testiranju JPEG kompresione tehnike.

Tabela 1. Poređenje parametara orijentacije.

Metoda	Srednja kvadratna greška (m)			Tačke
	X	Y	Z	
Ručno	0.00090	0.00063	0.00084	29
SURF	0.01041	0.00654	0.00957	680
Markeri	0.00096	0.00066	0.00087	18
Metoda	Srednja kvadratna greška			
	Omega	Phi	Kappa	
Ručno	0.03295	0.02586	0.03678	29
SURF	0.05423	0.04119	0.06233	680
Markeri	0.03409	0.02654	0.03958	18

3. METODOLOGIJA TESTIRANJA

Kako bi se izvršilo testiranje razvijena je softverska platforma za testiranje. Kroz platformu se vrši

kompresija, dekompresija i merenje metrika skupa slika različitim kompresionim tehnikama.

Platforma iz predefinisiranog foldera iščitava slike i procesira ih. Sve slike koje kompresuje čuva u folderu koji relativno zavisi od foldera u kome se nalaze slike. Takođe, u odnosu na taj folder, u drugi folder platforma generiše i tekstualne fajlove koje sadrže izmerene metrike kompresionih tehnika nad svakom slikom individualno. Konačno, ukoliko postoji odgovarajući fajl sa sadržajem zauzetosti RAM memorije tokom procesuiranja, platforma će izgenerisati nove fajlove koji sadrže i tu zauzetost u fajlovima. Ukoliko ne postoji odgovarajući fajl, platforma će zanemariti poslednji korak.

U nastavku ovog poglavlja rada biće opisana sama metodologija testiranja i skup podataka nad kojim je izvršeno testiranje. Implementacije kompresionih tehnika koje su korišćene i softveri za njihovu primenu. Merenja koja su uzeta u obzir, razlozi zašto su baš ta merenja izabrana i na koji način su izmerena.

3.1. Implementacija kompresionih tehnika

Kako bi testiranje bilo što pouzdanije i značajnije, izabran je što veći broj implementacija kompresionih tehnika, kako onih sa gubitkom, tako i onih bez gubitka. Ukupan broj izabranih implementacija kompresionih tehnika koje su testirane je trinaest, PNG, TIFF, JPG, WEBP, WEBP Lossy, JPEG 2000, JPEG 2000 Lossy, JPEG-LS, JPEG-LS Lossy, JPEG-XT, JPEG-XT Lossy, JPEG-XR i JPEG-XR Lossy. Može se primetiti da uglavnom postoje dve vrste jedne implementacije kompresione tehnike, jedna sa gubicima i jedna bez. Što je veći broj implementacija kompresionih tehnika uzet u obzir, veći skup podataka bi se dobio, samim tim rezultati su pouzdaniji.

3.2. Testirane metrike i skup podataka

Kod testiranja svakog softverskog rešenja najbitnije su preformanse i kvalitet tog softvera. Tako i u slučaju ovog rada izmerene su preformanse i kvalitet implementacija kompresionih tehnika. Kako bi se ocenile preformanse, kao metrike uzete su vreme, zauzetost memorije, prilikom kompresije i dekompresije, i faktor kompresije, odnosno dekompresije. Merenje kvaliteta implementacija kompresionih tehnika, koje su kompresovale sliku sa gubicima, ocenjeno je pomoću metrika PSNR, SSIM i nivoa oštine slike. Pošto tehnike bez gubitaka nemaju uticaj na kvalitet slike za te implementacije kompresionih tehnika nisu računane metrike koje se odnose na taj aspekt testiranja.

Skup podataka korišćenih u ovom testiranju sastoji se od sedam kolekcijaskih uslikanih u kabini za fotogrametrijsko skeniranje. Od tih sedam kolekcija slika tri kolekcije sastoje se od po 66 slika, a preostale četiri sastoje se od po 54 slika, što je ukupno 414 slika. Svaka kolekcija slika sadrži različit objekat koji se kasnije kreira kao trodimenzionalni model.

3.3. Softverska implementacija i sistem testiranja

Kako bi testiranje dovelo do što boljih rezultata, izabran je C++ programski jezik u kome se razvila platforma za

testiranje. Objedinjeno softversko rešenje za sve implementacije kompresionih tehnika trenutno nije dostupno, zbog toga su, radi implementiranja i testiranja, iskorišćena različita softverska rešenja kako bi se sprovedo testiranje. Kako bi se implementirale i testirale kompresione tehnike za PNG, TIFF, JPEG, WEBP i JPEG 2000 formate slika korišćen je "Magick++ API". "Magick++ API" predstavlja objektno orijentisan C++ interfejs biblioteke za obradu slika. Pomoću interfejsa izvršena je kompresija i dekompresija slike pomoću prethodno navedenih kompresionih tehnika. Kod formata kao što su WEBP, JPEG i JPEG2000 izvršena je je kompresija i dekompresija metoda sa gubicima i bez gubitaka. Za implementaciju i testiranje kompresionih tehnika JPEG-LS, JPEG-XT i JPEG-XR odabrani su i zvanično navedeni softveri, "libjpeg", "JPEG-XT" i "JPEG-XR". Pomoću prethodno navedenih softvera izvršena je kompresija i dekompresija samih slika.

Platforma za testiranje je funkcionisala tako što su, u prethodno definisanom direktorijumu, bili smešteni direktorijumi sa skupovima slika, to znači da u slučaju ovog testiranja bilo je sedam pod direktorijuma koji su sadržali slike koje su kasnije kompresovane i dekompresovane. Pomoću platforme bi se prolazilo kroz sve foldere i nad svakom slikom bi izvršila kompresija i dekompresija navedenih kompresionih tehnika. Ovaj proces kompresije i dekompresije svake tehnike se ponavljao po deset puta kako bi samo testiranje bilo verodostojnije. Kako bi se vršilo iteriranje kroz direktorijume korišćena je biblioteka `<dirent.h>`. Biblioteka je jednostavna i vrlo praktična za ovu vrstu zadatka.

Testiranje je izvršeno na računaru sa šezdesetočetvorobitnim "Windows" operativnim sistemom. Računar je imao 32 GB (Gigabajta) RAM memorije, procesor Intel(R) Core™ i7 - 4790 CPU na 3.60 GHz (Giga herc) i grafičku karticu GeForce GTX 750 Ti. Procesuiranje jedne slike trajalo je prosečno oko jedan i po minut. Što znači da je za svaku sliku 10 iteracija trajalo oko 15 min, bilo je 414 slika što je oko 6210 minuta, 103.5 sati, odnosno 4 dana i 7.5 sati. Paralelizacija sistema, kako bi se vreme testiranja redukovalo, nije bila moguća, jer bi se na taj način narušila metrika preformanse, zauzetost memorije tokom kompresije, odnosno dekompresije, slike. Paralelizacijom iskorišćenost memorije bi se uvećala, čime vrednost zauzetosti ne bi bila tačna za određeni proces tokom obrade slike.

4. STATISTIČKI REZULTATI I VALIDNOST REZULTATA

Prvo je izračunata i prikazana opisna statistika za osnovne metrike kompresionih tehnika. Podaci su podeljeni u skup implementacija kompresionih tehnika za gubicima, tehnike koje imaju uticaj na kvalitet slike, i na skup implementacija kompresionih tehnika bez gubitaka, tehnike koje nemaju uticaj na kvalitet slike. Iz dobijenih podataka može se zaključiti da dve implementacije prednjače, a to su JPEG 2000 i WEBP. Obe tehnike imaju izuzetno visoku kompresionu moć, ali je njihovo vreme se znatno razlikuje u odnosu na ostale implementacije kompresionih tehnika bez gubitaka. WEBP ima najveću kompresionu moć od 22.25 ± 0.82 , ali njegov proces traje

najduže, oko 10963 ± 72 milisekundi, što je skoro 11 sekundi. JPEG 2000 ima kompresionu moć od 16.35 ± 0.31 , što je za nekih 24% manje u odnosu na WEBP, ali njegov proces kompresije traje 5907 ± 18 milisekundi što je za nekih 46% ubrzanje. Iskorišćenost memorije tokom kompresije je prilično konstantan za sve kompresione tehnike i na prvo mesto zavisi od veličine slike koja se kompresuje. Odabir kompresione tehnike u ovom slučaju zavisi od individualnih zahteva. Ukoliko je potrebno da kompresija bude brza, dok je memorija u drugom planu, onda u obzir mogu da dođu i kompresione tehnike LIBJPEG-LOS i LIBJPEG-LS čije vreme kompresije oko 2 sekunde, dok je njihova moć kompresije srednjeg nivoa, oko 8. Naravno, ukoliko je potrebno uzeti u obzir kako moć kompresije tako i vreme, onda je dobar izbor JPEG 2000. JPEG 2000 u odnosu na WEBP je značajno brži, a kompresiona moć je zanemarljivo manja.

Razlika između rezultata kod kompresionih tehnika sa gubicima je malo suptilnija i sam pobednik zavisi od onoga što se zahteva. Ukoliko se zahteva kompresiona moć, WEBP je očigledni pobednik. Ukoliko je bitan kvalitet slike nakon kompresije, onda je JPEG 2000 pobednik, iako je kompresioni faktor slike vrlo nizak. Možda je bolji izbor JPEG-XT zato što, po ceni malog gubitka PSNR-a, dobila bi se oštrina slike i mnogo veći kompresioni faktor slike. Ukoliko je bitno vreme onda je pobednik JPEG-XR. Ukoliko je najbitnija metrika iskorišćenosti memorije, onda sve JPEG implementacije koriste isti efikasan pristup gde ne oduzimaju ništa više memorije od svojih verzija bez gubitaka. U slučaju dekompresije, memoriju najmanje koristi JPEG 2000 i JPG. Generalno gledano, može se zaključiti da je WEBP implementacija najbolja što se tiče kompresione moći, JPEG-XT za kvalitet i JPEG što se tiče iskorišćenosti resursa.

Navedeni rezultati su tačni toliko koliko je i generisani skup podataka tačan i reprezentativan. Ipak, neizbežno je ispitivanje ukoliko su posmatrani rezultati različiti zbog stvarne systemske razlike ili zbog nasumične fluktuacije. U tom cilju, posmatrani podaci su modelirani pomoću više-nivovskog "ANOVA" sa H_0 jednakosti. "ANOVA" je kolekcija statističkih metoda iskorišćenih kako bi se analizirala razlika među srednjim vrednostima grupe podataka. Pomoću "ANOVA", potvrđeno je da su razlike između vrednosti metrika značajne. Pošto nije postavljena nijedna konkretna hipoteza izvršeno je post-hok testiranje. Dobijene razlike nakon post-hok testiranja su ispitane pomoću više-nivovskog "Tukey"-prilagođenog testova parova. "Tukey", kombinovan sa "ANOVA" metodom, koristi se kako bi se našle značajne razlike među grupisanim parovima podataka.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršeno je detaljno testiranje različitih implementacija kompresionih tehnika kako bi se došlo do zaključka koja je implementacija najbolja u sistemima za skeniranje ljudi baziranim na fotogrametriji.

Važan aspekt skeniranja ljudi baziranom na fotogrametriji je da je konačna slika dovoljno kvalitetna tako da ne utiče loše na krajnji proizvod. Pored samog kvaliteta slike, bitno je i koliko sam proces kompresije i dekompresije traje, kao i memoriju koju kompresiona slika zauzima. Ovaj rad daje odgovor na to pitanje. Ukoliko se u obzir uzme isključivo kompresiona moć, najbolje implementacije kompresionih tehnika bez gubitaka su WEBP i JPEG 2000. Dok za implementacije kompresionih tehnika sa gubicima najbolju kompresionu moć ima WEBP.

Nastavak istraživanja koji je ovaj rad započeo mogao bi da bude u pravcu upoređivanja 3D modela. Modeli bi se kreirali na osnovu kompresovanih slika koje su generisane zarad testiranja u ovom radu, dok bi se referentni model generisao pomoću originalnih slika. Nakon čega bi se 3D modeli kreirani kompresovanim slikama uporedili sa referentnim modelom kako bi se videle razlike u kvalitetu. Takođe, moguće je uporediti i sve kompresovane modele međusobno kako bi se videla konkretna degradacija ili poboljšanje u kvalitetu poređenjem kompresionih tehnika. U radu [3] je delimično "zagrebana površina" ovog pravca istraživanja. Kada bi se izvršilo poređenje različitih 3D modela bio bi dat supstantivan odgovor koja kompresiona tehnika daje najbolje rezultate, i u ovom slučaju ne samo vezano za kvalitet slike u sistemima za skeniranje ljudi, već za konačni proizvod, a to je 3D model čoveka.

LITERATURA

- [1] R. Hartley, A. Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision*, 2nd edition, Cambridge University Press, 2004.
- [2] T. Luhmann, S. Robson, S. Kyle, J. Boehm, *Close-Range Photogrammetry and 3d Imaging*, De Gruyter, 2013.
- [3] O. Akcay, R. C. Erenoglu, and E. O. Avsar, "The effect of jpeg compression in close range photogrammetry", *Canakkale, Turkey*, 2017.
- [4] M. Kiefner, M. Hahn, "Image compression versus matching accuracy", *Stuttgart, Germany*, 2000.

Kratka biografija:



Nikola Berdić rođen je u Nišu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2017.god.

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПРЕДИКЦИОНОГ МОДЕЛА ЗА ПРЕПОРУКУ ПАРТНЕРА IMPLEMENTATION OF PREDICTION MODEL FOR PARTNER RECOMMENDATION

Bandar Sayyed, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – Предмет овог рада је имплементација предикционог модела за препоруку парова намењен за кориснике Андроид мобилних уређаја. Представљена је комплетна методологија стварања и евалуације класификационог модела. Понашање система је описано функционалним захтевима. Чиниоци архитектуре система као и везе између ентитета на концептуалном и физиком нивоу су описани као делови дизајна софтверског решења. Такође су описани технички аспекти имплементације Андроид мобилне апликације као и веб апликације. На крају је илустровано коришћење апликације.

Abstract – The subject of this paper is an implementation of prediction model for partner recommendation for Android mobile devices. The complete methodology of building and evaluating a classification model was shown in this paper. The system behaviour was described by providing a set of functional requirements. System architecture elements and relationship between entities from the conceptual to the physical data model were also described. Technical aspects of the implementation of Android mobile as well as the web application were described. The illustration of the use case (discover matches and friends request notification views) was presented at the end of this paper.

Кључне речи: препорука партнера, класификација, анализа података, Андроид, Spring, Firebase

1. УВОД

Задатак овог рада је развој система за препоруку партнера намењен корисницима Андроид уређаја. За разлику од мноштва сличних апликација и веб сајтова, решење описано у овом раду је пасивније природе у смислу да корисник нема висок ниво интеракције са апликацијом, него интерагује са другим корисницима истраживањем града у којем се тренутно налази. Приликом кретања корисника, систем аутоматски обавештава корисника о релативној близини препорученог партнера. Овај пасивни начин употребе апликације даје добре резултате зато што охрабрује кориснике да своје циљеве остваре на активнији и непосреднији начин.

Такође, предност оваквог приступа је остваривање живе комуникације у поређењу са виртуелном комуникацијом која не решава проблем усамљености због чега су иницијално и настали онлајн дејтинг сервиси. За реализацију оваквог софтверског решења

неопходно је да се имплементира систем за препоруку парова, клијентска мобилна апликација и веб оријентисана апликација у улози сервера.

2. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА КЛАСИФИКАЦИОНОГ МОДЕЛА ЗА ПРЕПОРУКУ ПАРОВА

За формирање класификационог модела коришћен је скуп података преузет са *Kaggle* онлајн репозиторијума скупова података. Raymond Fisman и Sheena Iyengar су аутори тог скупа података који је добијен спровођењем *speed date* експеримента на Њујоршком универзитету Колумбија између 2002-2004. године. Они су овај скуп података користили у раду [1] чији је задатак био да се испитају разлике у половима приликом одабира партнера.

У наставку текста биће описана методологија стварања предикционог модела за препоруку парова по фазама *CRISP-DM* [2] модела који представља стандард за развој процеса у области анализе података.

2.1. Фаза разумевања проблема

Задатак ове фазе је да се одреди циљ и неопходни подаци за постизања тог циља. За потребе имплементације ове апликације потребан је класификатор који ће дати информацију да ли су две особе препоручени пар или не.

2.2. Фаза разумевања података

Иницијални скуп података коришћен у овом раду се састоји од 8375 записа (појединачних особа) са 195 различитих атрибута. Од тога 4194 записа представљају подаци о мушкарцима, а 4184 записа подаци о женама. Након примењеног низа трансформација спроведених ради конструкције скупа података погодног за фазу обучавања, добијен је финални скуп података од 5343 записа, а скуп атрибута је сведен на 81 атрибут.

Преузети скуп података са собом доноси неколико проблема са којима је неопходно суочити се како би се добио скуп података погодан за обучавање. Први проблем је неизбалансираност скупа података. Једна осмина скупа (око 1400 парова) су парови који су успешно спојени, док су преосталих седам осмина парови који нису успешно спојени. Овај проблем је посебно незгодан у области анализе података када проблем који се решава спада у класификациони тип задатака што је случај и у овом раду. Осим небалансираног скупа података, остали проблеми који се појављују у скупу података су: недостајуће вредности, мали скуп података, итд.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Стеван Гостојић, доцент.

2.3. Фаза припреме података

У овој фази вршимо процесирање полазног скупа података како би добили скуп података погодан за фазу обучавања класификатора за бинарну класификацију парова. Такође, применом низа трансформација скупа података су решени сви проблеми идентификовани у претходној фази *CRISP-DM* модела.

Процесирање скупа података обухвата следеће трансформације: селекцију релевантних атрибута, издвајање „мушких“ и „женских“ записа, промена назива атрибута у циљу разрешавања колизије имена атрибута, спајање „мушких“ и „женских“ слогова ради формирања скупа парова и примена *sampling* техника за решавање проблема неизбалансираног скупа података.

Разликујемо две *sampling* технике. Прва метода (енг. *undersampling*) подразумева смањивање броја слогова доминантних класа, док се друга метода (енг. *oversampling*) фокусира на генерисање нових синтетичких података ради повећања мањинског скупа. Најчешће се комбинују обе методе као што је то учињено у овом раду, а овај приступ је најједноставнији за примену и често буде довољан за превазилажење проблема небалансираног скупа података.

2.4. Фаза моделовања, евалуације и експлоатације

Под изградњом класификационог модела се мисли на обучавање које се заснива на надгледаном машинском учењу (енг. *supervised learning*) што подразумева учење уз ослонац на постојеће податке. Ово практично значи да су узорци у скупу података већ обележени тј. да се унапред зна које особе су парови а које нису.

У овом раду је испробано неколико класификатора као што су *Random Forest*, неуронска мрежа и *J48* у спрези са *Ada boost* ансамблом, а добијени резултати током евалуације су редом 88.29%, 81,57% и 78.22% тачности.

Перформансе наведених класификатора су евалуиране десетоструком унакрсном валидацијом која се показала као добра евалуациона техника за проблеме класификационе природе. Резултат евалуације се приказује у облику матрице конфузије за коју је у овом раду као критеријум евалуације коришћена тачност (енг. *accuracy*). У табели 1 се налази матрица конфузије (енг. *confusion matrix*) [3] за *Random Forest* [4] класификатор.

Табела 1. Матрица конфузије за *Random forest* класификатор

<i>Random Forest</i> (укупна тачност: 88.29 %)			
	Предвиђено НЕ	Стварно ДА	Прецизност класа
Стварно НЕ	3189	477	86.99%
Стварно ДА	241	2223	90.22%
Одзив класа	92.97%	82.33%	

Као класификатор са најбољим резултатом, *Random Forest* је по завршетку фазе обучавања извезен као *.model* датотека. Употреба овог модела унутар веб оријентисане апликације уз ослонац на *Weka Java* библиотеку, омогућава класификацију парова.

3. АНАЛИЗА ЗАХТЕВА

Анализа захтева представља иницијалну фазу развоја сваког софтверског решења која претходи фазама дизајна и имплементације. Резултат ове фазе је спецификација жељеног понашања софтверског система и подразумева спецификацију функционалних и нефункционалних захтева.

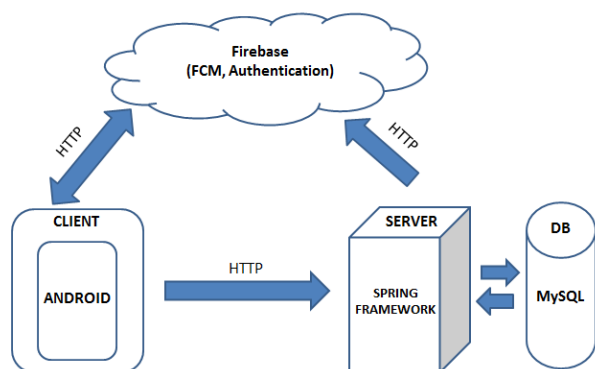
Спецификација функционалних захтева се врши дефинисањем скупа случајева коришћења. Ова апликација имплементира следећи скуп случајева коришћења: пријава на систем путем е-mail адресе, пријава на систем путем *Facebook* налога, пријава на систем путем *Google* налога, одјава са система, персонализација профила, преглед и измена личних података, преглед подешавања, укључивање и искључивање нотификација, укључивање и искључивање вибрације за нотификацију, одабир мелодије за нотификацију, приказ детаља корисника, преглед свих пријатеља, преглед детаља пријатеља, брисање пријатеља, слање *SMS* поруке пријатељу, предлагање места састанка, преглед особа на чекању, преглед детаља особе на чекању, прихватање захтева за пријатељство, одбијање захтева за пријатељство, преглед детаља непознатих особа, преглед захтева за пријатељство, преглед нотификације новог пријатељства, преглед нотификације предлога састанка, преглед места састанка на мапи, прихватање предлога састанка и преглед нотификације о потврђеном састанку.

За разлику од функционалних захтева у којима се описује понашање система у интеракцији са корисником, нефункционални захтеви обично описују карактеристике односно особине система које нису функционалне природе. Неке од карактеристика нефункционалних захтева које имплементирани систем делимично или у потпуности задовољава су: опоравак од катастрофе, интероперабилност, преносивост и интуитивност софтверског решења.

4. ДИЗАЈН

Резултат ове фазе је опис чиниона система, модела података (од концептуалног до физичког модела података) и имплементације карактеристичних случајева коришћења у форми дијаграма секвенци (енг. *sequence diagram*).

Овај систем се састоји од Андроид мобилне апликације која има улогу клијента, веб апликације која има улогу сервера и *Firebase* сервера који представља екстерни сервис (слика 1). *Firebase* платформа има велику улогу у овом систему јер обезбеђује сервисе за аутентификацију и обавештавање корисника. Клијентска и серверска апликација комуницирају међусобно и са *Firebase* сервером ослањајући се на *HTTP* проткол преко кога се размењују поруке у *JSON* формату



Слика 1. Чиниоци архитектуре система

Концептуални дијаграм садржи ентитете и везе између ентитета. Овај тип дијаграма подразумева апстрактни опис модела података што значи да се атрибути ентитета моделују без конкретних типова података који зависе од конкретног програмског језика. Ентити у овом систему су: *User*, *BasicInfo*, *Activities* и *Psychology*. Свака инстанца ентитета *User* може да буде у вези са највише једном инстанцом ентитета *BasicInfo*, а свака инстанца *BasicInfo* ентитета може да буде у вези са тачно једним корисником. Потпуно аналогну везу имамо и између ентита *User - Activities* и *User - Psychology*. Постоје и три (*ignore*, *pair* и *meeting*) рекурзивне више према више (*N:N*) везе ентитета *User* са самим собом. Сваки корисник може да има више партнера (*User*), а не мора ни једног. Аналогно образложење важи и за *ignore* и *meeting* везе. *Ignore* веза носи информацију о игнорисаним особама од стране за неког корисника, док *meeting* веза чува историју места састанака два корисника.

Физички модел података представља нижи ниво апстракције од концептуалног модела података, а сваки алат намењен за рад са *UML* дијаграмима омогућава да се на основу концептуалног модела генерише физички модел.

Након формирања физичког модела, могуће је генерисати SQL скрипту за креирање шеме базе података, а на основу шеме базе података је могуће генерисати класе уз употребу алата за објектно-релационо мапирање (енг. *object-relational mapping*) чиме добијамо „живи“ модел података спреман за употребу у оквиру софтверског решења.

5. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА

У овом одељку акценат се ставља на опис техничких аспеката имплементације система који чине Андроид апликација и веб апликација.

Андроид апликације састоје се од четири врсте компоненти: активности (енг. *activities*), сервиса (енг. *services*), пријемника порука (енг. *broadcast receivers*) и добављача садржаја (енг. *content providers*).

Активности служе за приказ графичког корисничког интерфејса. За реализацију граф. корисничког интерфејса ове апликације направљена је само једна активност која уз помоћ *Navigation Drawer* компоненте омогућава кориснику избор различитих приказа. Динамичко прилагођавање приказа садржаја је остварено коришћењем *Fragment* графичке компоненте тако што свакој опцији из *Navigation Drawer*-а одговара тачно један *Fragment*.

Пријемници порука омогућавају апликацији да реагује на догађаје изазване од система или неке друге компоненте апликације. Конкретно, за потребе ове апликације ова компонента је искоришћена како би се обрадили догађаји изазвани приликом реакције корисника на пристигле нотификације.

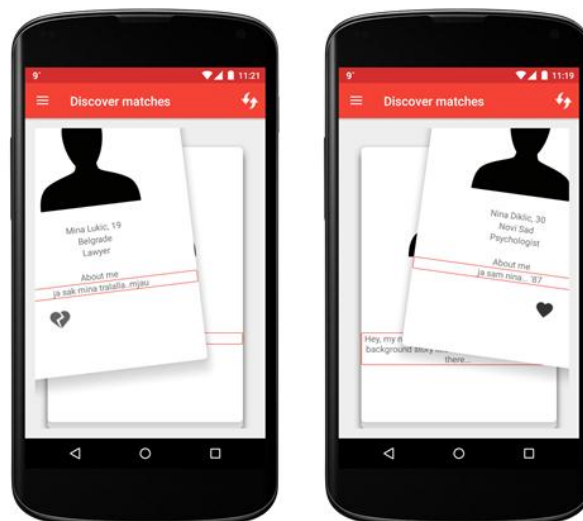
Сервиси представљају компоненту за извршавање дугих операција у позадини. Често се као алтернатива сервисима користи *AsyncTask* механизам који се и у овом раду користио за спровођење комплетне комуникације са сервером с обзиром да се *AsyncTask* показао као добар механизам за остваривање клијент-сервер комуникације. *AsyncTask* омогућава извршавање дугих операција у позадинској неграфичкој нити унутар *doln-Background* методе, док се његова метода *onPostExecute* извршава на главној графичкој нити што омогућава приказ резултата на корисничком интерфејсу.

За имплементацију сервера коришћен је *Spring* [5] оквир за развој апликација (енг. *framework*). Једино ова компонента комуницира директно са базом података. Претходно споменути предикциони модел из одељка 2.4 се директно примењује у веб апликацији уз ослонац на *Weka* библиотеку и извезени класификациони модел.

6. ДЕМОНСТРАЦИЈА

У овом одељку је демонстрирано прегледање непознатих особа, приказ нотификација захтева за пријатељство и обавештења о новом пријатељству, као битне функција апликације.

Систем кориснику секвенцијално приказује особе, а корисник за сваку особу извршава једну од две могуће акције. Прва акција је додавање особе у листу игнорисаних особа превлачењем картице те особе на леву страну екрана (слика 2 – лево). Друга акција је слање захтева за пријатељство особи превлачењем картице са на десну страну (слика 2 – десно).



Слика 2. Илустрација *swipe* интеракције приликом прегледања непознатих особа

Када корисник пошаље захтев за пријатељство непознатој особи, та особа добије нотификацију која је приказана на левој страни слике 3. Уколико особа прихвати захтев за пријатељство, тада обе особе

добиају нотификацију о новостеченом пријатељству (слика 3 – десно).



Слика 3. Приказ нотификације захтева за пријатељство и обавештења о новом пријатељству

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду су имплементирана три различита модела за препоруку партнера (*Random Forest*, неуронска мрежа и J48 у спрези са *AdaBoost* ансамблом) и представљени су резултати за сваки класификатор. Жељено понашање система је описано спецификацијом функционалних захтева, описане су фазе дизајна и имплементације софтверског решења за препоруку партнера (Андроид и веб апликације) и демонстрирани су његови битни случајеви коришћења.

Предности ове апликације у односу на мноштво сличних апликација је да се форсира да корисници проналазе партнере кретањем по граду. Тиме интеракција између корисника и апликације постаје пасивнија. Такође, добра пракса је да се корисницима омогући интеракција на начин на који су навикли. Зато је дизајн интеракције прегледања непознатих особа урађен по узору на једну од најпопуларнијих дејтинг апликација – *Tinder*.

Међутим, ова апликација има и мана. Било би пожељно прилагодити *fused location provider* да се интервал освежавања локације Андроид уређаја ажурира у складу са удаљеношћу најближег препорученог партнера и тренутној активности корисника (шетање, трчање, вожња аутомобилом, итд.). Такође, у будућности би требало унапредити систем тако да задовољи нефункционалне захтеве као што су подршка великом броју корисника, сигурност и скалабиност.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Raymond Fisman, Sheena S. Iyengar, Emir Kamenica, Itamar Simonson, „*Gender differences in mate selection*“, <http://faculty.chicagobooth.edu/emir.kamenica/documents/genderdifferences.pdf>, Приступљено 26.06.2017.
- [2] Википедија, „*CRISP-DM*“, https://en.wikipedia.org/wiki/Cross_Industry_Standard_Process_for_Data_Mining, Приступљено 26.06.2017.
- [3] Википедија, „*Матрица конфузије*“, https://en.wikipedia.org/wiki/Confusion_matrix, Приступљено 28.06.2017.
- [4] Википедија, „*Random Forest*“, https://en.wikipedia.org/wiki/Random_forest, Приступљено 28.06.2017.
- [5] Pivotal, „*Spring*“, <https://spring.io>, Приступљено 28.06.2017.

Кратка биографија



Bandar Sayyed је рођен 08.07.1993. године у Аману. Након похађања прва два разреда у Јордану, основну школу „Прва Војвођанска бригада“ наставља у Србији. Гимназију „Исидора Секулић“ у Новом Саду је уписао 2007. године, а 2011. започео школовање на Факултету теничких наука, одсек Рачунарство и аутоматика. Школске 2002/2003. године уписао се на смер Рачунарство и аутоматика. По завршетку основних академских студија 2015. године, уписао је мастер академске студије на којима је положио све испите предвиђене планом и програмом.

RAZVOJ HIBRIDNE MOBILNE APLIKACIJE POMOĆU IONIC 2 OKVIRA DEVELOPMENT OF A HYBRID MOBILE APP USING IONIC 2 FRAMEWORK

Miroslav Smukov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je analiziran Ionic 2 okvir za razvoj hibridnih mobilnih aplikacija i prikazani su dizajn i implementacija mobilne aplikacije za pronalaženje, povezivanje i razmenu poruka između korisnika.

Abstract – This paper analyses Ionic 2 framework used for development of hybrid mobile apps, and design and implementation of a mobile app used for discovery, connection, and the exchange of messages between the users of the app.

Ključne reči: Mobile Apps, Cross-Platform Apps, Ionic 2

1. UVOD

U ovom radu opisan je jedan pristup za rešavanje problema razvoja mobilnih aplikacija za više platformi. Opisano rešenje predstavlja cross-platform mobilnu aplikaciju implementiranu uz pomoć Ionic 2 okvira za razvoj hibridnih mobilnih aplikacija koji olakšava i ubrzava razvoj mobilnih aplikacija za više različitih mobilnih platformi bez potrebe poznavanja procesa razvoja mobilnih aplikacija za svaku pojedinačnu platformu.

1.1. Problem razvoja aplikacija za više platformi

Danas, najveći broj pametnih telefona koristi *Android* (86,8%) i *iOS* (12,5%) operativne sisteme. Ove dve platforme, odnosno operativna sistema, iako idejno slični, u osnovi se izuzetno razlikuju. U slučaju kada bi se programer odlučio da razvija jednu aplikaciju za obe platforme morao bi da zna minimum 3 programska jezika – *Objective-C* i *Swift* za *iOS* i *Java* za *Android*. Programer bi morao da barata sa dva različita skupa biblioteka. Morao bi takođe da razume dva različita pristupa u dizajniranju korisničkog interfejsa, kao i da koristi minimum 2 različita integrisana razvojna okruženja – *Xcode* i *Android Studio*, kao i niz drugih alata koji su deo njih.

Čak i ako bi programer savladao uspešno sve što je navedeno, on bi morao raditi na dva zasebna projekta i razvijati i održavati dve potpuno odvojene aplikacije. Programski jezici za svaku platformu su različiti i nekompatibilni tako da kod napisan za *iOS* aplikaciju ne bi mogao da se iskoristi u *Android* aplikaciji i obrnuto.

Kako bi se rešio problem višestrukog razvoja identičnih

aplikacija za svaku platformu ponaosob, počela su da se stvaraju razna *cross-platform*, odnosno „hibridna“ rešenja. Ova rešenja programeru nude jedinstven set alata i jedan programski jezik koji se koristi za razvoj aplikacija za više platformi.

1.2. Cross-platform okviri

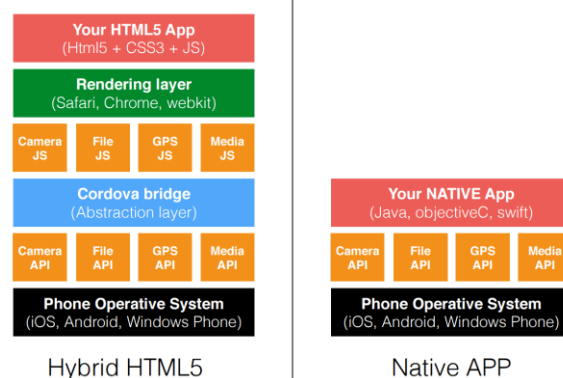
Cross-platform programi (*multi-platform* ili programi nezavisni od platforme) su programi koji se mogu izvršavati na više kompjuterskih platformi [1].

Cross-platform okviri (kao što su *Xamarin* i *PhoneGap*) postoje da bi podržali razvoj *cross-platform* aplikacija. Neki od *cross-platform* okvira pomoću kojih se mogu razvijati aplikacije za mobilne telefone su *Xamarin* [2], *React Native* [3], *Apache Cordova* [4] i drugi.

1.3. Apache Cordova

Apache Cordova omogućava programerima da razvijaju aplikacije za mobilne uređaje korišćenjem *CSS3*, *HTML* i *JavaScript* koda umesto da koriste specifične *API*-e za svaku od *Android*, *iOS* i *Windows Phone* platformi. Omogućava pakovanje ovog koda zavisno od platforme uređaja i proširuje karakteristike *HTML-a* i *JavaScript-a* dodavanjem novih funkcionalnosti kroz biblioteke kako bi se omogućila komunikacija sa mobilnim uređajem. Rezultujuće aplikacije se nazivaju hibridnim aplikacijama, što znači da one nisu potpuno izvorne (korisnički interfejs aplikacija se iscrtaava uz pomoć *WebView-a* umesto izvornog *UI* okvira), ali takođe nisu ni samo *Web* aplikacije jer se pakuju, distribuiraju, i imaju pristup izvornom *API-u* platforme.

Razlika između hibridne *HTML5* aplikacije postavljene iznad *Apache Cordova* i izvorne (eng. *native*) aplikacije je prikazana na slici 1.



Slika 1. Razlika između hibridne i izvorne aplikacije

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Stevan Gostojić.

Jedini sloj gore prikazanog sistema koji bi programer, koji želi da razvije hibridnu mobilnu aplikaciju, morao da napravi predstavlja HTML5 aplikaciju na samom vrhu.

Apache Cordova omogućava omotače (*wrappers*), pa na taj način ovaj okvir predstavlja osnovu skoro svih drugih HTML5 hibridnih okvira. Danas postoje mnogi alati i okviri izgrađeni na njemu, kao na primer *Ionic*, *Ionic 2* [5], *Telerik Platform* [6], *Monaca* [7], i drugi.

1.4. Ionic

Ionic je skup programskih alata (eng. *Software Development Kit*, *SDK*) za razvoj hibridnih mobilnih aplikacija. Izgrađen na *AngularJS* i *Apache Cordova* okvirima, *Ionic* pruža alate i servise za razvoj hibridnih mobilnih aplikacija koristeći web tehnologije poput *CSS*, *HTML5* i *JavaScript*.

Ionic okvir predstavlja jedan ekosistem koji se sastoji od niza različitih komponenti, alata, servisa i zajednica programera i dizajnera. Uz ekstremnu popularnost *AngularJS* okvira, koji se nalazi u srži *Ionic* okvira, on svoj uspeh svakako duguje i ovom sveobuhvatnom ekosistemu koji ga izdvaja od drugih hibridnih okvira. Ova ogromna popularnost i uspeh je dovela do razvoja njegovog naslednika pod nazivom *Ionic 2*, koji se zasniva na *AngularJS 2* okviru.

Ionic okvir omogućava razvoj aplikacija za *iOS* i *Android* operativne sisteme. Od svih okvira za razvoj hibridnih mobilnih aplikacija *Ionic* ima ubedljivo najduži spisak od preko milion aplikacija koje su napravljene uz pomoć njega i na milione korisnika koji ih koriste.

1.5. Ionic 2

Ionic 2 okvir je zasnovan na *AngularJS 2* okviru koji koristi *TypeScript* umesto običnog *JavaScript* jezika.

U odnosu na prvu verziju *Ionic* okvira, u [8] se navodi da *Ionic 2* pruža mnogobrojne novine poput velikog broja *cross-platform* komponenti za razvoj mobilnih aplikacija, modalne prozore sa više funkcionalnosti, menije, iskaćuće poruke, i potpuno novi sistem za navigaciju unutar aplikacije. *Ionic 2*, takođe, pruža i *Ionic Native* priključke koji omogućavaju korišćenje preko 70 različitih izvornih funkcionalnosti uređaja.

Ionic 2 uvodi potpuno izmenjen način primena tema na aplikacije koji olakšava prilagođavanje izgleda aplikacija uz minimalnu količinu koda. *Ionic 2* podržava tri različita moda: *iOS*, *Material Design*, i *Windows*. *Ionic* ovo naziva kontinuitet platforme (*platform continuity*), gde svaki mod prati izgled i ponašanje (*look-and-feel*) platforme na kojoj se prikazuje.

Potpuno nova logika prikazivanja interfejsa u sklopu sa *Ionic* komponentama smanjuje količinu brisanja i ponovnog iscrtavanja elemenata interfejsa, što je u prošlosti predstavljalo jedan od većih problema vezanih za performanse aplikacije. Komponente ponovo iscrstavaju samo one delove koji su se promenili, koristeći nove funkcionalnosti *Angular*-a i *Web API*-a. Sama činjenica da je *Ionic 2* izgrađen nad novim *Angular 2* okvirom pravi ogromnu razliku u okviru performansi u odnosu na prvu verziju *Ionic*-a.

Ionic 2 omogućava, pored razvoja *iOS* i *Android* mobilnih aplikacija koje su bile podržane i u prvoj verziji okvira, i

razvoj *Windows Phone*, kao i razvoj naprednih web aplikacija (eng. *progressive web apps*, *PWA* [9]).

2. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

Aplikacija razvijena u okviru ovog rada treba da implementira sledeće slučajeve korišćenja:

- Prijavljivanje u aplikaciju pomoću društvenih naloga *Facebook*, *LinkedIn* ili *Google+*
- Menjanje informacija o ulogovanom korisniku
- Slanje utisaka o aplikaciji
- Odjavljivanje iz aplikacije
- Prikaz drugih korisnika aplikacije
- Slanje zahteva za povezivanje sa drugim korisnicima
- Prikaz primljenih zahteva za povezivanje
- Prihvatanje i odbijanje zahteva za povezivanje
- Sakrivanje profila od drugih, nepovezanih korisnika
- Prikaz liste povezanih korisnika
- Prikaz informacija povezanih korisnika
- Razmena poruka izmedju povezanih korisnika

3. DIZAJN SISTEMA

Softverska arhitektura aplikacije se sastoji od 4 sloja (eng. *layer*), i to su *Application Layer*, *Business Layer*, *Data Access Layer*, i *Data Layer*.

U osnovni arhitekture se nalazi *Data Layer* koji se sastoji od lokalne baze podataka koja se nalazi na samom uređaju, zatim od *Auth0* udaljenog *cloud* servisa koji se koristi za autentifikaciju i pribavljanje osnovnih informacija o korisniku, i od *Firebase* baze podataka u kojoj se čuvaju svi podaci vezani za korisnike aplikacije.

Data Access Layer se sastoji od biblioteka koje služe kao posrednici u komunikaciji između *Business Layer*-a i *Data Layer*-a. Svaki element *Data Layer*-a ima po jednu biblioteku u *Data Access Layer*-u.

Business Layer sadrži poslovnu logiku aplikacije. Ovaj sloj sadrži niz servisa za obradu i tok podataka, kao i modele koji enkapsuliraju te podatke. *Business Layer* je u vezi sa *Data Access Layer*-om.

Application Layer u sebi sadrži komponente grafičkog korisničkog interfejsa, odnosno implementaciju njihovog dizajna i svojstvenu biznis logiku. Ovaj sloj sadrži stranice aplikacije, kao i komponente koje se mogu iskoristiti na više različitih stranica. *Application Layer* je u direktnoj komunikaciji samo sa *Business Layer*-om.

4. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

U okviru ovog rada implementirano je softversko rešenje upotrebom *Ionic 2* okvira opisanog u prvom poglavlju. Softversko rešenje predstavlja *cross-platform* aplikaciju koja omogućava korisniku pronalaženje, povezivanje i razmenu poruka izmedju korisnika, kao i prikaz udaljenosti izmedju njih.

4.1. Organizacija izvornog koda

Organizacija izvornog koda nije striktno uslovljena *Ionic 2* okvirom. Međutim, inicijalizacijom početnog *Ionic 2* projekta data je preporučena struktura softverskog rešenja.

U *Ionic 2* projektu glavni folder u kojem se nalazi kompletan izvorni kod aplikacije koji programer samostalno razvija se naziva *src*, a u *www* folderu se nalazi prevedeni kod aplikacije koji se servira *web* pretraživaču.

Prevedeni kod aplikacije predstavlja *JavaScript* i *CSS* kod koji je preveden pomoću *AppScript*-a iz *TypeScript* i *Sass* koda koji se nalazi u spomenutom *src* folderu. *AppScript*, osim prevodjenja pomaže i u kompajliranju aplikacije, a u kombinaciji sa *TypeScript*-om omogućava proveru validnosti koda prilikom kompajliranja.

U folderu *src/app* se nalazi glavna *Angular 2* komponenta koja predstavlja samu aplikaciju koja se prva pokreće i učitava sve preostale komponente poput stranica, servisa i drugih. Definicija ove komponente se nalazi u fajlu pod nazivom *app.component.ts*. Takođe, u ovom folderu se nalazi fajl pod nazivom *app.html* koji definiše osnovni izgled aplikacije, meni aplikacije, kao i prostor u koji se učitavaju preostale vizuelne komponente, poput stranica aplikacije. Fajl pod nazivom *app.module.ts* unutar *src/app* foldera služi kao centralno mesto gde se moraju registrovati svi servisi (eng. *providers*) i komponente (eng. *components*) aplikacije.

src/assets folder služi za skladištenje propratnih resursa aplikacije poput slika, ikonica, i manifest fajla.

src/theme folder sadrži *CSS* kod koji se primenjuje globalno na čitavu aplikaciju, kao i definiciju *Sass* varijabli koje olakšavaju izmenu tema, izgleda aplikacije i vizuelnih komponenti.

Folder *src/pages* sadrži po jedan potfolder za svaku stranicu aplikacije nazvan u skladu sa nazivom same stranice. Tako, na primer, stranica pod nazivom *ChatPage* se nalazi u folderu pod nazivom *chatPage*. Zatim se za ovu stranicu definiše po jedan fajl sa istim nazivom, *chatPage*, ali sa različitim ekstenzijama *.html*, *.scss* i *.ts*.

Svaki od fajlova različite ekstenzije ima određenu funkciju u izgradnji stranice aplikacije.

- *chatPage.html* – predstavlja šablon izgleda komponente (stranice)
- *chatPage.scss* – sadrži *CSS* klase koje se primenjuju samo u okviru ove komponente (stranice)
- *chatPage.ts* – sadrži svojstvenu biznis logiku komponente (stranice)

Tokom razvoja softverskog rešenja opisanog u ovom radu dodatno je proširena struktura projekta sa četiri nova foldera pod nazivom *secrets*, *models*, *services* i *components*.

U folderu *src/secrets* se nalaze fajlovi koji sadrže osetljive informacije o računima, šiframa i mejlovima koje koriste određeni servisi aplikacije.

4.2. Modeli

Modeli predstavljaju podatke sa kojima aplikacija upravlja i definisani su u folderu *src/models*. Modeli implementirani u softverskom rešenju su *contactModel* i *chatMessageModel*.

4.3. Servisi

Servisi aplikacije se nalaze u folderu *src/services* i oni obično rade sa podacima tako što ih čuvaju ili čitaju iz

baze, ili izvršavaju neke kalkulacije nad njima. Svaki servis se nalazi definisan u zasebnom fajlu sa ekstenzijom *.service.ts* kako bi se razlikovali od običnih klasa.

Tokom izrade softverskog rešenja implementirani su *AuthService*, *FirebaseService*, *MathService*, *StorageService*, *UserInfoService*, i *PreferencesService* servisi.

Klasa svakog servisa mora biti obeležena dekoratorom *@Injectable* koji daje znak *Angular 2* aplikaciji da se klasa može instancirati pomoću ugrađenog *Injector* servisa i zatim ubrizgati u stranicu ili komponentu kojoj je servis potreban. Primer dekorisanja servisa (*MathService*) sa *@Injectable* dekoratorom je dat na listingu 1.

```
import {Injectable} from '@angular/core';
@Injectable()
export class MathService {
  public getDistanceFromLatLonInKm(
    lat1: number, lon1: number,
    lat2: number, lon2: number)
    : number {
    //calculation logic
  }
}
```

Listing 1. *MathService* servis

4.4. Komponente

U folderu *src/components* se nalaze specifične komponente korisničkog interfejsa koje se mogu iskoristiti na više različitih stranica. One olakšavaju i ubrzavaju izgradnju novih stranica. Komponente koje su napravljene tokom izrade ovog softverskog rešenja su *ProfileHeader*, *ElasticTextarea* i *ChatBubble*.

Kao primer implementacije komponenti na listingu 2 je dat čitav kod *ProfileHeader* komponente koja prikazuje sliku korisnika u obliku kruga i njegovo puno ime, kao i primer njenog korišćenja na listingu 3.

```
import {Component} from '@angular/core';
@Component({
  selector: 'profile-header',
  inputs: ['fullName', 'profileImage'],
  template:
`div class="content-center-left">
  
  <span class="profile-header-name">
    {{fullName}}
  </span>
</div>`)
export class ProfileHeader {
  public fullName:string;
  public profileImage:string;
  constructor() {
    this.fullName = 'Dr. House';
    this.profileImage = 'assets/img/hugh.png';
  }
}
```

Listing 2. *ProfileHeader* komponenta

```
<profile-header
  [fullName]="contact.name "
  [profileImage]="contact.profileImage">
</profile-header>
```

Listing 3. Primer korišćenja *ProfileHeader* komponente

Sve komponente aplikacije zahtevaju korišćenje *@Component* dekoratora. S obzirom da su stranice u stvari komponente, to znači da i one zahtevaju isti dekorator.

4.5. Stranice

U folderu *src/pages* se nalaze stranice aplikacije. Softversko rešenje opisano u ovom radu sadrži sledeće stranice *ChatPage*, *ContactPage*, *ContactsPage*, *DiscoverUsersPage*, *LoginPage*, *PendingInvitesPage*, *ProfilePage*, i *SettingsPage*, a njihova funkcija je opisana u sledećem poglavlju.

Implementacija stranica aplikacije prati isti princip kao i implementacija komponenti.

5. DEMONSTRACIJA

Implementirano softversko rešenje predstavlja *cross-platform* aplikaciju koja omogućava korisniku da pronade druge korisnike iste aplikacije, da stupi u kontakt sa njima i započne konverzaciju preko poruka.

Kada se aplikacija pokrene prva stranica koju će korisnik videti je *LoginPage*. U pozadini će se odraditi provera da li je korisnik već prijavljen u aplikaciju, ukoliko jeste, odmah će se zatvoriti trenutna stranica i otvoriti *ProfilePage* stranica. Ukoliko korisnik nije prijavljen, on će klikom na dugme na *LoginPage* stranici započeti proces prijavljivanja pomoću društvenog naloga, na kraju koga će se, ukoliko je proces uspešno završen, ponovo otvoriti početna stranica aplikacije, odnosno *ProfilePage*.

Kada se korisnik prvi put prijavi u aplikaciju na početnoj stranici će se nalaziti njegova slika i puno ime preuzeto sa društvenog naloga koji je korišćen za prijavljivanje. Korisnik može da pritiskom na lebdeće dugme (eng. *Floating Action Button*, *FAB*) otključa stranicu i omogućiti unos dodatnih podataka. Klikom na isto *FAB* dugme stranica će sačuvati sve unete izmene u lokalnoj i udaljenoj bazi podataka. Ove informacije će drugi korisnici moći da vide kada budu gledali profil ovog korisnika.

Korisnik ima mogućnost otvaranja menija za navigaciju kada se nalazi na *ProfilePage*, *DiscoverUsersPage*, *PendingInvitesPage*, *ContactsPage* i *SettingsPage* stranicama. Meni se može otvoriti prevlačenjem prsta sa leve ivice ekrana ka desno, ili klikom na meni ikonicu koja se nalazi u zaglavlju svake od navedenih stranica.

Pomoću menija aplikacije moguće je redom otići na *ProfilePage*, *ContactsPage*, *PendingInvitesPage*, *DiscoverUsersPage* i *SettingsPage* stranice.

Stranica *DiscoverUsersPage* služi za pronalaženje drugih korisnika aplikacije sa kojima se trenutni korisnik još uvek nije povezao. Kada korisnik pronade drugog korisnika sa kojim želi da se upozna on pritiska odgovarajuće *FAB* dugme.

Korisnik može videti listu zahteva za povezivanje odlaskom na *PendingInvitesPage* stranicu. Korisnik na ovoj stranici može prihvatiti ili odbiti odgovarajući zahtev pritiskom na njega i prevlačenjem prsta ka desno ili levo, nakon čega se otkriva odgovarajuće dugme čijim odabirom se izvršava jedna od dve spomenute akcije.

Korisnik može videti listu korisnika sa kojima je odlučio da se poveže u *ContactsPage* stranici. Korisnik može otvoriti posebnu stranicu sa dodatnim informacijama o kontaktu klikom na njega unutar ove liste, nakon čega se otvara *ContactPage*. Sa ove stranice korisnik može započeti prepisku sa drugim korisnikom klikom na odgovarajuće *FAB* dugme, nakon čega se otvara *ChatPage* stranica u kojoj je moguće razmenjivati poruke.

SettingsPage stranica sadrži podešavanja aplikacije. Korisnik na ovoj stranici može odabrati opciju čijim isključivanjem će sakriti svoj profil od pronalaženja od strane drugih korisnika. Takođe, na ovoj stranici korisnik može klikom na odgovarajuće dugme sebe odjaviti iz aplikacije.

6. ZAKLJUČAK

Ionic 2 koristi noviju i efikasniju verziju *Angular* okvira pod nazivom *Angular 2*, koji ujedno koristi i *TypeScript* umesto običnog *JavaScript* programskog jezika. Ovo omogućava brži i jednostavniji razvoj hibridnih aplikacija u odnosu na originalni *Ionic* okvir, kao i njihovo lakše održavanje. *Ionic 2* pruža prirodni izgled *Android* aplikacijama i korisniku daje osećaj korišćenja izvorne *Android* aplikacije. Pruža širok spektar funkcionalnosti izvorne platforme i ogroman broj priključaka i šablona što ovu platformu trenutno čini najboljom hibridnom platformom i okvirom na tržištu. *Ionic 2* okvir omogućava prevođenje izvornog koda i na druge ciljne platforme kao što su *iOS* i *Windows Phone*, ali i kreiranje web sajtova, *PWA* aplikacija i desktop aplikacija.

Sa druge strane, *Ionic 2* aplikacije nisu u potpunosti dostigle performanse i funkcije izvornih mobilnih aplikacija zato što se u softverskoj arhitekturi nalaze nekoliko slojeva iznad njih (slika 1). *Ionic 2* je dobar okvir za razvoj aplikacija opšte namene, ali nikako nije pravi izbor za razvoj aplikacija od kojih se zahtevaju izuzetne performanse (npr. igara za mobilne telefone).

5. LITERATURA

- [1] Wikipedia, *Cross-platform*, (12. Februar 2017.)
- [2] Wikipedia, *Xamarin*, (12. Februar 2017)
- [3] Wikipedia, *React Native*, (12. Februar 2017)
- [4] Wikipedia, *Apache Cordova*, (12. Februar 2017)
- [5] *Ionic (mobile app framework)*, (18. Februar 2017)
- [6] Wikipedia, *Telerik*, (16. Februar 2017)
- [7] Wikipedia, *Monaca (mobile application development tool)*, (15. Februar 2017)
- [8] *Ionic, Announcing Ionic 2.0.0 Final*, (25. Februar 2017)
- [9] Wikipedia, *Progressive web app*, (21. Maj 2017)

Kratka biografija:



Miroslav Smukov rođen je 13.11.1989. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Ivo Lola Ribar“ završio je 2004. godine u Rumi. Gimnaziju „Stevan Puzić“ u Rumi završio je 2008. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Školske 2015/2016. godine upisao se na master studije smer Primenjene računarske nauke i informatika. Položio je sve ispite predviđene planom programom sa prosečnom ocenom 8.83.

MOBILNA APLIKACIJA ZA PODRŠKU DECI SA AUTIZMOM
MOBILE APP FOR SUPPORTING CHILDREN WITH AUTISM

Laura Farkaš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad predstavlja mobilnu aplikaciju *AutiOrg* koja je prvenstveno namenjena da olakša život ljudima sa razvojnim poremećajem iz spektra autizma. Aplikacija je implementirana na Android platformi i služi za organizaciju svakodnevnih aktivnosti deteta. Rad obuhvata upoznavanje sa domenom, nekim od postojećih aplikacija na tržištu i standardima za izradu pristupačnih aplikacija. Predstavljen je dizajn aplikacije, a nakon toga opisana implementacija i demonstriran način korišćenja aplikacije.

Abstract – This paper presents *AutiOrg* mobile application which is primarily intended to make life easier for children with autism. The application is implemented on the Android platform and aims to organize the daily activities of a child. The paper introduces the domain, reviews some of the applications existing on the market and guidelines for designing accessible mobile applications. It describes requirements, design, and implementation of the application and demonstrates selected use cases.

Ključne reči: autizam, razvojni poremećaji, komunikativne veštine, organizacija vremena, Android, Talkback, mobilna aplikacija, pristupačne mobilne aplikacije

1. UVOD

Autizam je složeni razvojni poremećaj koji se obično javlja tokom prve tri godine života. Ispoljava se kroz probleme u čulnom opažanju, govoru, mišljenju i razumevanju socijalnih situacija.

Rana dijagnostika, tretman i uključivanje u obrazovni proces su ključni za decu sa autizmom. Tako im se može pomoći da razviju svoje socijalne i komunikativne veštine, postanu samostalniji i vode ispunjeniji i produktivniji život [1].

Brz razvoj tehnologije omogućio je da sve više ljudi poseduje neke od uređaja kao što su pametni telefoni, tableti ili računari. S obzirom da su današnja deca vezana za elektronske uređaje, većina stručnjaka se slaže da moderna tehnologija posebno dobro funkcioniše kod dece iz spektra autizma kojoj odgovara jednostavan i predvidiv način rada elektronskih uređaja.

Kako bi se iskoristile prednosti savremene tehnologije u skladu sa potrebama i mogućnostima osoba sa posebnim potrebama, vrlo je važno upoznati se sa njihovim načinom života. Iz ovog razloga je u fazi istraživanja, koja je prethodila izradi aplikacije, obavljen intervju sa osobom stručnom u radu sa decom iz spektra autizma.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Gostojić, docent.

U toku razgovora razmatrana su interesovanja, ponašanje dece i način komunikacije sa njima. Analiziran je i korisnički interfejs nekih od postojećih aplikacija na tržištu. Nakon toga je usledilo detaljno istraživanje o načinu kreiranja pristupačnih mobilnih aplikacija. Kao rezultat prikupljenih informacija, skicirana je i implementirana mobilna aplikacija *AutiOrg* koja je u ovom radu i predstavljena.

Rad je organizovan tako što su nakon uvodnog dela opisane smernice za izradu pristupačnih aplikacija. Nakon toga je dat prikaz najčešće korišćenih aplikacija za podršku osobama sa autizmom. Zatim su opisani zahtevi i dizajn aplikacije. Sledeće poglavlje pojašnjava implementaciju aplikacije nakon čega je demonstriran i način njenog korišćenja. Poslednje poglavlje sumira rad i predlaže pravce budućeg razvoja.

2. SMERNICE ZA IZRADU PRISTUPAČNIH APLIKACIJA

Sa sve većim porastom mobilnih uređaja kao što su pametni telefoni, porastao je i broj i kompleksnost mobilnih web sajtova i aplikacija. Isto tako, mobilni uređaji su postali pristupačniji i ljudima sa posebnim potrebama.

Česti hendikepi koji utiču na korišćenje uređaja su slepilo ili slab vid, daltonizam, gluvoća ili oštećen sluh, i ograničene motorne sposobnosti.

Prilikom razvoja aplikacije, a imajući u vidu i pristupačnost, potrebno je poboljšati korisničko iskustvo ne samo za ljude sa posebnim potrebama nego i za sve ostale korisnike [2].

Najzastupljeniji operativni sistemi na mobilnim platformama su Android i iOS koji imaju svoje sopstvene grafičke standarde koji su postavljeni radi boljeg korisničkog iskustva i unificiranosti aplikacija na odgovarajućoj platformi.

Kompanija Apple je kreirala vizualni jezik koji u velikoj meri imitira predmete iz realnog sveta koristeći očigledne metafore radi boljeg korisničkog iskustva. Argument za takav pristup dizajnu aplikacija implementiranih na iOS platformi je tvrđenje da će korisnik manje vremena provesti razmišljajući i tumačeći svojstva određenih dugmadi i ikonica. Rezultat ovog pristupa je izgled koji ostavlja utisak plastičnosti i visokog sjaja grafičkih elemenata. Korisnicima početnicima koji nisu upoznati sa mnogo aplikacija ovo predstavlja najbolje rešenje zbog vrlo očiglednih i intuitivnih vizualnih rešenja dok naprednim korisnicima to može izazvati zasićenje.

Suprotno od iOS operativnog sistema, Android koristi vizualni stil koji se temelji na minimalističkom sistemu bez puno metafora iz fizičkog sveta. Vodi se činjenicom da je način korišćenja aplikacija na mobilnim telefonima postao već široko poznata stvar i da nije potrebno

insistirati na očiglednim rešenjima pri izradi grafičkih elemenata korisničkog interfejsa.

S obzirom da bi mobilni sadržaj trebao biti dostupan najširoj mogućoj publici uključujući i ljude sa posebnim potrebama, postoje unapred definisane smernice kako bi kreirane aplikacije bile lake za korišćenje svima bez diskriminacije.

2.1. Principi i standardi

Android podržava *Material Design*, smernice za dizajn koje razvija Google. Ove smernice su skup principa za vizuelni dizajn, dizajn pokreta i dizajn interakcija. Pristup koristi metafore kako bi se korisničko iskustvo učinilo intuitivnim. Tri osnovna principa *Material Design*-a pri izradi dostupne aplikacije su: jasnoća, robusnost i specifičnost [3].

Jasnoća podrazumeva lakšu navigaciju korisnika kroz aplikaciju i postiže se kreiranjem konzistentnih rasporeda elemenata sa jasnim pozivima odgovarajućih akcija, korišćenjem jasno vidljivih elemenata, dovoljnih kontrasta i veličina, jasne hijerarhije značaja kao i ključnih informacija u određenom trenutku.

Robusnost čini prilagođavanje dizajna aplikacije što raznovrsnijim korisnicima sa ciljem da im se poveća samopouzdanje tako što će oni znati u svakom trenutku gde se nalaze u aplikaciji.

Specifičnost predstavlja podršku odgovarajućih asistivnih tehnologija. Ove tehnologije pomažu u povećanju, uspostavljanju kao i u poboljšanju funkcionalnih sposobnosti pojedinca sa posebnim potrebama. Na primer, *Talkback* je čitač ekrana koji je Google razvio i koristi se na Android platformi kako bi se olakšalo korišćenje aplikacija ljudima sa oštećenim ili slabim vidom.

U nastavku će biti detaljnije opisani standardi i smernice za izradu pristupačne aplikacije.

Za označavanje elemenata korisničkog interfejsa potrebno je koristiti deskriptivne labele koje se razlikuju jedna od druge kako bi korisnik na precizan način identifikovao svaki element.

Korišćenjem skalabilnih piksela (eng. *scalable pixels*) Android platforma omogućava prilagođavanje tekstualnog sadržaja korisničkim potrebama podešenim na nivou sistema.

Ključnu stvar za obezbeđenje dostupnog korisničkog interfejsa predstavlja jasno definisan dostupan tekst.

Svrstavanje fizički sličnih elemenata blizu jednih drugima je od velikog značaja korisnicima sa slabim vidom ili osobama koje imaju poteškoće sa fokusiranjem na ekran.

Pri interakciji korisnika i aplikacije, potrebno je razmišljati i o prosečnoj površini interakcije odnosno o površini koju korisnici u proseku pokrivaju vrhom jednog prsta. Cilj za pritisak (eng. *touch target*) je deo ekrana čija osetljivost na dodir odgovara na korisnikov zahtev odnosno pritisak prsta. Minimalna veličina elemenata koje korisnik može da pritisne kako bi se neka akcija izvršila potrebno je da bude barem veličine 48dp x 48dp.

Jednostavnost aplikacije ogleda se i u odabiru boja jer je time moguće smanjiti napor koji je korisniku potreban da bi izvršio određene akcije u aplikaciji. Prema standardima kontrastni odnos (engl. *contrast ratio*) mora iznositi bar 3 prema 1 dok podebljan (engl. *bold*) ili mali tekst (manji od 18pt) zahteva kontrastni odnos od čak 4.5 prema 1 kako bi aplikacija bila dostupna svim korisnicima bez obzira na

njihove vidne mogućnosti ili poteškoće u prepoznavanju i razlikovanju boja.

Prilikom interakcije sa korisnikom je veoma bitno davanje jasne povratne informacije o tome da je neka akcija uspešno/neuspešno izvršena. *Toast* komponenta (odnosno u novijim verzijama Android-a *SnackBar* komponenta) predstavlja tekstualnu poruku koja se pojavljuje na ekranu i služi za obaveštavanje korisnika o tome da se nešto desilo.

Video klipovi ili audio zapisi treba da budu jednostavni i razumljivi. Potrebno je da korisniku uvek budu na raspolaganju kontrole kao što su pauziranje, stopiranje i promena jačine tona.

Razgovor sa osobama koje koriste neku od asistivnih tehnologija kao što je npr. *Talkback*, učenjem o njihovim potrebama, šta oni zaista žele od aplikacije, koje alate koriste i kako ih koriste može umnogome pomoći pri izradi. Upoznavanje sa alatima koje osobe sa posebnim potrebama koriste doprinosi obezbeđenju najboljeg korisničkog iskustva.

3. ISTRAŽIVANJE TRENUTNOG TRŽIŠTA

Prema istraživanjima *Autism Speaks* trenutno na tržištu postoji oko 700 aplikacija za ljude iz spektra autizma razne starosne dobi, oblika autizma kao i vrsta platforme na kojoj su dostupna [4]. Većina ovih aplikacija je fokusirana na jedan ili više problema sa kojima se ljudi svakodnevno susreću i pomažu im u prevazilaženju tih problema. U nastavku je opisano nekoliko aplikacija čiji je zajednički zadatak podrška u organizaciji svakodnevnih aktivnosti deteta.

Aplikacija *AutiPlan* je implementirana na Android platformi. Zasniva se na rasporedu svih dnevnih aktivnosti. Raspored se sastoji od kombinacije teksta, slike, govora i zvuka za obaveštavanje korisnika. Mane aplikacije su, između ostalih, što ne podržava lokalizaciju, korišćene boje nemaju odgovarajući kontrast i kreiranje rasporeda nije omogućeno kroz mobilnu aplikaciju nego isključivo na web aplikaciji.

First Then Visual Schedule predstavlja jednu od najpopularnijih aplikacija podržanu i od strane Android i iOS platforme. Ova aplikacija pruža mogućnost i prikaza realizacije same aktivnosti korak po korak. Prilikom kreiranja aktivnosti, podržava dodavanje slike koju je korisnik odabrao sa telefona ili ju je uslikao. Osim slike, moguće je kreirati i audio zapis aktivnosti. Nedostatak aplikacije može predstavljati nedovoljno velik „kvadratić” za cilj dodirivanja kada korisnik želi da obeleži neku aktivnost kao završenu. Ni ova aplikacija ne podržava lokalizaciju odnosno promenu jezika.

What's Next aplikacija je alat za olakšavanje komunikacije između negovatelja i osobe sa ograničenim ili neverbalnim komunikacionim sposobnostima i implementirana je na Android platformi. Ključne karakteristike aplikacije su prikaz rasporeda na više načina kako bi svaki korisnik odabrao odgovarajući prema sopstvenim potrebama. Omogućeno je korišćenje kamere ili postojeće slike na uređaju ili pak importovanje slike iz nekog drugog programa. Pri kreiranju rasporeda korisnik je u mogućnosti i da snimi izgovor radnje koju slika reprezentuje. Ipak, postoje i neka ograničenja kao što su boje korisničkog interfejsa, kontrast korišćenih boja i veličine tekstualnog prikaza.

4. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

Funkcionalni zahtevi obuhvataju registraciju/prijavu korisnika u sistem, kreiranje/izmenu/brisanje rasporeda, kreiranje zadatka, izmenu jezika, odabir željenog rasporeda, odabir izvršenog zadatka kao i pokretanje audio zapisa naziva zadatka.

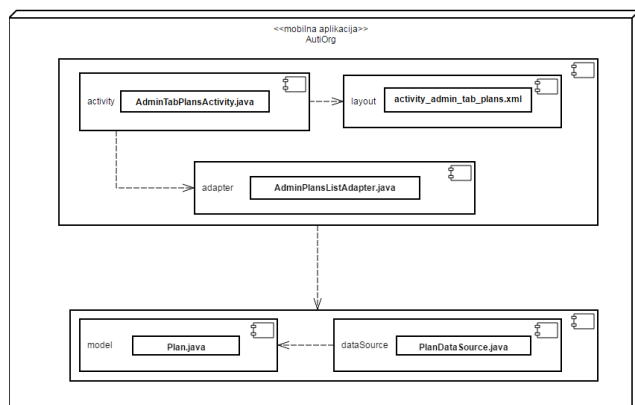
Među nefunkcionalnim zahtevima nalaze se obezbeđenje lake instalacije i deinstalacije aplikacije na bilo kom Android mobilnom uređaju kao i pristupačan i vizuelno prilagodljiv korisnički interfejs svakom ekranu bez obzira na veličinu. Pored toga, samo autentifikovani korisnici mogu koristiti aplikaciju i pristupiti isključivo svojim rasporedima. Ažuriranje i kreiranje rasporeda odnosno zadataka je moguće ponovnim unošenjem lozinke kako bi se izbegle neželjene izmene od strane osoba sa posebnim potrebama.

5. DIZAJN APLIKACIJE

Aplikacija *AutiOrg* koja se izvršava na mobilnom uređaju predstavljena je pomoću dijagrama komponenti. Sastoji se od dve glavne celine, prikazane na slici 1.

U okviru prve celine nalaze se aktivnosti (eng. *activity*) koje predstavljaju pojedinačni ekran Android aplikacije. One obezbeđuju interakciju korisnika sa sistemom. Grafički korisnički interfejs bilo koje aktivnosti može se predstaviti hijerarhijom pogleda (engl. *view*) i raporeda (engl. *layout*) koji pripadaju istoj celini. Pogledi predstavljaju elemente GUI-a, a rasporedi poglede koji sadrže druge poglede i određuju kako se oni raspoređuju na ekranu. U okviru aktivnosti moguće je koristiti i adaptere. Oni služe za povezivanje pogleda (npr. *ListView*, *GridView*, *Spinner*, itd.) i izvora podataka (npr. nizove, kolekcije, kursore, itd.).

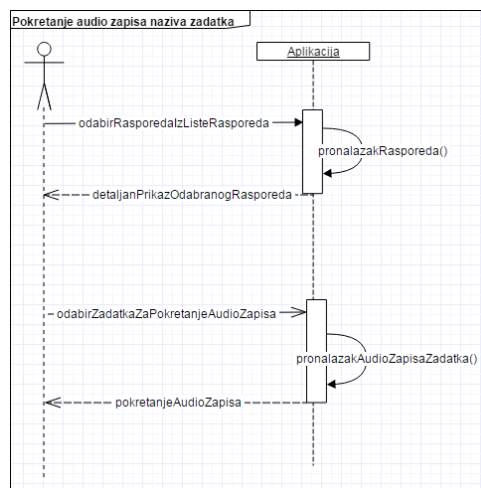
Komponenta *model* predstavlja entitete u bazi podataka i nalazi se u okviru druge celine. Svaki entitet poseduje jedinstveni identifikator kao i sve neophodne attribute koji ga opisuju. U okviru ove celine nalazi se i *dataSource* deo koji služi za komunikaciju sa bazom podataka i izvršavanje raznih operacija nad njom.



Slika 1. Dijagram komponenti aplikacije *AutiOrg*

Dijagram sekvence za pokretanje audio zapisa naziva zadatka služi za prikaz skupa aktivnosti od kojih se sastoji i nalazi se na slici 2.

Korisnik (osoba sa posebnim potrebama) pokreće ovu aktivnost odabirom željenog rasporeda iz liste svih rasporeda. Zatim se preuzima zatraženi raspored iz baze podataka. Nakon toga se korisniku pruža mogućnost odabira zadatka, dobivljaju se detalji zadatka i pokreće se audio zapis.



Slika 2. Dijagram sekvence pokretanja audio zapisa naziva zadatka

6. IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE

U ovoj sekciji ukratko je opisana implementacija aplikacije *AutiOrg* na Android platformi.

6.1. Android platforma

Android je *open source* platforma projektovana za mobilne uređaje koja je nastala u kompaniji *Google*. Razdvajanje hardvera od softvera koji se na njemu izvršava omogućuje velikom broju različitih uređaja da izvršavaju istu aplikaciju.

6.2. Struktura aplikacije

Prilikom struktuiranja Android aplikacije jasno se razdvaja programski kod i resursni fajlovi. Struktura aplikacije *AutiOrg* se može podeliti u tri celine koje su redom *manifests*, *java* i *res*.

6.3. Rad sa bazom podataka

Android sadrži ugrađen sistem za upravljanje bazama podataka. Ovaj sistem se naziva *SQLite* i zasniva se na pozivima funkcija i na fajlovima u kojima se čuvaju podaci. Za razliku od većine sistema za upravljanje bazama podataka, *SQLite* se izvršava u istom procesu kao i aplikacija koja koristi njegove usluge.

6.4. Korisnički interfejs

Pri izradi aplikacije *AutiOrg* posebna pažnja je posvećena vizuelnom dizajnu aplikacije imajući u vidu njenu pristupačnost. Podržani su svi bitni principi opisani u drugom poglavlju kako bi aplikacija pružila pomoć što većem broju korisnika u skladu sa njihovim potrebama i mogućnostima.

Grupisanje sadržaja je odrađeno na intuitivan način. Detaljan prikaz rasporeda prikazuje zadatke kao listu a u vrhu liste nalazi se naziv rasporeda. Svaki red liste predstavlja jedan zadatak. Zadatak je reprezentovan slikom, nazivom i zvezdicama (tj. brojem poena koje je moguće osvojiti njegovim izvršavanjem). Kontrasni odnos boja prati preporuke.

Dimenzija cilja za pritisak takođe prati predviđene smernice (npr. slika zadatka koju je moguće pritisnuti radi pokretanja audio zapisa naziva iznosi 80dp x 80dp).

Prilikom interakcije sa korisnikom daje se odgovarajuća povratna informacija. Korisnik se obaveštava na jednostavan i jasan način da je zadatak izvršen i da je osvojio predviđene poene. Korišćenjem dijaloga

informacija je predstavljena tekstualno dok su osvojeni poeni prikazani i vizuelno. Osim toga, istovremeno se pruža i audio *feedback* odnosno izgovara se prikazan tekstualni sadržaj na jeziku koji je odabran od strane korisnika prilikom konfigurisanja aplikacije.

U okviru cele aplikacije koriste se skalabilni pikseli kako bi korisniku pružili mogućnost podešavanja veličine prikaza tekstualnog sadržaja na nivou uređaja.

6.5. Lokalizacija

Implementacija lokalizacije na Android platformi postiže se kreiranjem „rečnika“ za svaki jezik koji je podržan u aplikaciji. Rečnik je XML datoteka koja je smeštena u okviru resursnih fajlova i sadrži parove ključ-vrednost. Ključ predstavlja jedinstveni identifikator tekstualnog sadržaja elementa čija će vrednost biti vrednost koja se nalazi u odgovarajućem rečniku u odnosu na odabran jezik.

Prilikom reprodukcije audio zapisa koji imenuje aktivnost predstavljenu slikom potrebno je promeniti jezik u zavisnosti od odabranog lokala. Android podržava pretvaranja tekstualnog zapisa u glas na više različitih jezika pomoću *TextToSpeech* klase. Nažalost, srpski jezik nije podržan. Iz tog razloga je korišćen samo za izgovor na engleskom jeziku. U slučaju srpskog jezika su unapred kreirani audio zapisi u okviru resursnih fajlova.

6.6. Talkback

Talkback je čitač ekrana čiji je proizvođač *Google* i njegova uloga je davanje govorne instrukcije i povratne informacije koje pomažu u korišćenju uređaja osobama sa slabijim vidom ili disleksijom. U okviru aplikacije predviđeno je i korišćenje *Talkback* funkcije, ali samo u delu aplikacije koji je dostupan osobama sa posebnim potrebama.

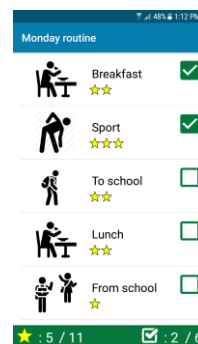
Jednostavnim i jasnim govornim instrukcijama korisnik se informiše o rasporedima. Osim toga, u okviru detaljnog prikaza rasporeda lako je označiti izvršeni zadatak i osvojiti predviđene poene prateći samo govorne instrukcije. Da bi se implementirala ova funkcionalnost, potrebno je navesti tekstualni sadržaj instrukcije kao vrednost atributa *contentDescription* odgovarajućeg elementa.

7. DEMONSTRACIJA

Na samom početku aplikacije prikazuje se ekran za prijavu. U slučaju da korisnik nema kreiran nalog, odabirom linka ispod dugmeta za prijavu redirektuje se na ekran za registraciju. Nakon uspešne prijave korisniku se prikazuje spisak kreiranih rasporeda. U gornjem desnom delu ekrana nalazi se meni. Meni pruža mogućnost pristupa panelu za administraciju, promenu jezika i odjavu. S obzirom da je aplikacija namenjena osobama iz spektra autizma, najvažniji je ekran koji predstavlja detaljan prikaz rasporeda (slika 3).

On služi za olakšavanje svakodnevnice pojedinca. Na intuitivan način prikazuje se spisak zadataka predviđenih za taj dan koji je od velikog značaja u vremenskoj orijentaciji.

Posvećivanjem dovoljno pažnje potrebama, navikama i načinu života osobama sa posebnim potrebama aplikacije ovog tipa mogu pomoći u razvoju socijalnih i komunikativnih veština kao i u osamostaljenju i vođenju produktivnijeg života pojedinca.



Slika 3. Ekran sa detaljnim prikazom rasporeda

8. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je bio kreiranje aplikacije pristupačne ljudima sa posebnim potrebama. Implementirana i predstavljena mobilna aplikacija *AutiOrg* je namenjena osobama iz spektra autizma.

Aplikacija služi prvenstveno za organizaciju dana i olakšavanje svakodnevnog života. Ona pomaže u vremenskoj orijentaciji i u razvoju komunikacionih sposobnosti. S obzirom da je deci najbliži maternji jezik, potrebno je sadržaj plasirati baš na maternjem jeziku. Aplikacija pored engleskog jezika podržava i srpski jezik, a može se lako lokalizovati i na druge jezike.

Posebna pažnja je posvećena dizajnu aplikacije kako bi bila pristupačna što većem spektru korisnika. Raspored i dimenzije elemenata, korišćene boje i način na koji je sadržaj predstavljen su u skladu sa standardima za izradu pristupačnih aplikacija. Aplikacija se služi i asistivnom tehnologijom u obliku čitača ekrana *Talkback* razvijenog od strane kompanije *Google*.

Što se tiče daljeg razvoja aplikacije, planiran je razvoj funkcionalnosti detaljnog redosleda realizacije pojedinačnih aktivnosti, kreiranje više načina prikaza detalja rasporeda, integracija sa društvenim mrežama radi poređenja osvojenih poena i osvajanja nagrada kao što su zanimljivi snimci ili igrice koje dodatno podstiču razvoj deteta. Proširenjem skupa jezika koji aplikacija podržava bi se doprinelo razvoju komunikacionih sposobnosti još većeg broja korisnika.

LITERATURA

- [1] Autizam, <http://autizam.org.rs/autizam>.
- [2] Making Apps More Accessible, <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/apps.html>.
- [3] Material Design (Usability – Accessibility), <https://material.io/guidelines/usability/accessibility.html#accessibility-style>.
- [4] Autism Apps, <https://www.autismspeaks.org/autism-apps>.

Kratka biografija:



Laura Farkaš rođena je 04.05.1992. godine u Novom Sadu. Osnovno obrazovanje stekla je u OŠ „Sonja Marinković“ i nakon toga upisala se u Gimnaziju „Svetozar Marković“. Po završetku gimnazije upisala se na Fakulteta tehničkih nauka, osek Računarstvo i automatika. Osnovne studije je završila 2015. godine, nakon čega upisuje master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka, smer Primenjene računarske nauke i informatika.

REALIZACIJA PAMETNOG OKRUŽENJA ZA MERENJE RAZLIČITIH PARAMETARA PRIMENOM IoT SISTEMA ZASNOVANOG NA ARDUINO PLATFORMI**REALIZATION OF SMART ENVIRONMENT TO MEASURE VARIOUS PARAMETERS BY USING IoT SYSTEM BASED ON THE ARDUINO PLATFORM**

Tijana Devaja, Živko Bojović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – Telekomunikacije i obrada signala

Kratak sadržaj – Brza industrijalizacija i urbanizacija imaju za posledicu zagađenje životne sredine. U ovom radu je opisan IoT sistem koji detektuje promene ambijentalnih parametara, vrši transfer podataka na privremenu lokaciju ili na cloud i analizira ih u realnom vremenu. Testiranja izvršena maja i juna meseca ove godine u Novom Sadu, ukazuju na pouzdan rad sistema, ali i na mogućnost primene sličnog rešenja za potrebe nadgledanja stanja pacijenta i prosleđivanja merenja izabranom lekaru

Abstract – Rapid industrialization and urbanization have as consequence pollution of the environment. This paper deals with the IoT system which detects the changes of the ambient parameters, transfers the data to the temporary location or onto the cloud and analyses them in real-time. The tests carried out in Novi Sad in May and June point to not only the reliable functioning of the system, but the possibility of applying the similar solution for supervision of the patients' state and forwarding of the measuring results to the doctor of their choice.

Ključne reči: Internet of Things, WiFi, cloud, senzor, Arduino platforma, ThingSpeak.

1. UVOD

Zagađenje vazduha, danas uz globalno zagrevanje predstavlja jedan od najvećih problema sa kojim se suočava društvo. Zdravstveni problemi su pogotovo izraženi u urbanim sredinama zemalja u razvoju, gde industrijalizacija, urbanizacija i rastući broj vozila dovode do povećanja emisije različitih gasova što negativno utiče na životnu sredinu i zdravlje stanovništva. Na složenost ovog problema dodatno utiče primena EU standarda o energetske efikasnosti zgrada koji utiču na smanjenu ventilaciju vazduha u zatvorenom prostoru [1].

Prema poslednjim istraživanjima, više od 300.000 ljudi u Evropi godišnje umre usled zagađenja vazduha izazvanog emisijama različitih vrsta gasova. Imajući ovo u vidu, ali i prethodno navedene činjenice, nameće se potreba da se osmisli i implementira pametan sistem koji bi nadgledao kvalitet vazduha i samim tim obezbeđivao neophodne informacije o stanju u neposrednom okruženju. Time se pomaže ljudima, da donesu pametnije odluke u svakodnevnom životu i aktivno utiču na svoje zdravstveno stanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Živko Bojović.

Motivacija za ovaj rad bila je da se iskoriste prednosti naprednih informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) i stalno širenje Interneta i napravi mali kućni uređaj koji bi korisniku obezbeđivao potrebne informacije o nivou ugljen-dioksida i temperature u prostoriji i radu srca korisnika u oblasti obuhvaćenoj delovanjem senzora. Pri izradi dizajna arhitekture sistema imali smo u vidu potrebe korisnika da u svakom trenutku, i sa bilo koje lokacije mogu da pristupe podacima (bilo da su podaci na trenutnom baferu PC računara ili na cloud-u).

2. TEHNOLOŠKA OSNOVA SISTEMA

Posmatrano sa tehnološkog aspekta, osnovu sistema čiji su razvoj i implementacija u fokusu ovog članka predstavlja Internet of Things (IoT) tehnologija. Ona omogućava uređajima, vozilima, procesima i čitavim objektima sa ugrađenom elektronikom, softverom, senzorima i sl., da se povežu sa korisnicima i/ili drugim uređajima preko Internet protokola. Cilj ovog povezivanja jeste da se primenom naprednih IKT izvrši snažna integracija fizičkog sveta (uređaja, objekata i slično) i računarske infrastrukture i formiraju čitave mreže fizičkih objekata – geodeta, vozila i zgrada koji bi sakupljali i razmenjivali podatke.

Osnovni koncept svakog IoT sistema, zasniva se na primeni tzv. *event-driven* arhitekture u kojoj događaj odnosno promene predstavljaju okidač za rad sistema čije se funkcionisanje bazira na real-time kontekstu operacija i procesa. Njihova primena se vezuje za nameru da se unapredi funkcionisanje postojećih sistema, uređaja ili procesa. Oblast primene IoT sistema je veoma široka. Koriste se za povezivanje širokog spektra uređaja koji generišu različito strukturane podatke (strukturirani, delimično strukturirani ili nestrukturirani). Za kvalitetan rad IoT sistem je od presudne važnosti iskoristivost generisanih podataka. Jasno je da su informacije potpuno beskorisne ukoliko im ne možemo na jedinstven način pristupiti, ako ih ne razumemo i ne možemo da ih analiziramo. Zato IoT *mining* danas predstavlja relativno novu oblast istraživanja, a sastavni deo IoT rešenja su tehnologije kao što su virtuelizacija podataka i Big Data analitika.

2.1. Pametno zdravstvo

Primena naprednih IKT u zdravstvu dovela je do razvoja koncepta elektronskog zdravstva (eng. e-health). Ovaj koncept omogućava rešavanje različitih problema u zdravstvu: komunikaciju između pacijenata, doktora, udaljeno nadgledanje stanja pacijenata, udaljen pristup zdravstvenim kartonima pacijenata i sl. Pravilna primena

aplikacija, značajno doprinosi smanjenju administrativnih troškova i povećanju efikasnosti sistema. Dodatnu vrednost konceptu elektronskog zdravstva stvara realizacija ideje tzv. mobilnog zdravstva (eng. m-health). Sve češća upotreba pametnih telefona (eng. smartphones) i aplikacija za „isporuku zdravstvenih usluga“, pomaže da se poslovi urade mnogo lakše i da se zdravstvene usluge redefinišu sa tri glavna aspekta:

- Lakši pristup mnogobrojnim uslugama i znanjima
- Veća orijentisanost ka korisnicima
- Personalizacija shodno potrebama svakog pacijenta.

Sledeća faza u razvoju elektronskog zdravstva je tzv. pametno zdravstvo. Ono označava prelazak na kvalitativno viši stepen pružanja zdravstvenih usluga. Praksa je pokazala, da je primenom *open data* koncepta u okviru projekta elektronskog zdravstva obezbeđen nesmetan pristup svim podacima. Paradigma je, da uprkos činjenici da postoji nesmetan pristup svim podacima i dalje ne postoji potreban „kvalitet“ koji bi se mogao izvući iz raspoloživih podataka. To je razlog zbog koga su, sastavni deo projekta implementacije pametnog zdravstva razvoj i primena različitih IoT sistema koji između ostalog treba da omoguće i monitoring parametara koji utiču na zdravlje stanovništva, transfer prikupljenih podataka i njihovu pravilnu analizu u realnom vremenu [2].

2.2. Postojeća istraživanja

Danas su u literaturi dostupna različita istraživanja koja su vezana za merenje ambijentalnih i drugih parametara koji utiču na zdravlje stanovništva. Jedan od primera ovakvih istraživanja, opisan u [3], odnosi se na merenje temperature ljudskog tela i broj otkucaja srca, transfer podataka korišćenjem Ethernet tehnologije i pristup podacima putem web servisa. U pojedinim istraživanjima radi se na razvoju novih senzora, koje karakterišu dodatno ugrađeni filtri, što ih čini robusnijim i dosta preciznijim u samim merenjima. Tako je u [4] prikazan model sistema sa mikrokontrolerom PIC16F73 i senzorima poboljšanih performansi, koji obezbeđuje udaljenu veza lekara i pacijenta i omogućava lekaru očitavanje izmerenih rezultata i samim tim nadzor i korekciju pacijentovog stanja.

U realizaciji testnog okruženja za merenje biosignala novim tehnologijama, uglavnom se koristi Arduino platforma zbog svoje pristupačnosti (jeftina tehnologija) i široke dostupnosti. Razlike u primenama se ogledaju u fleksibilnosti arhitekture koja se koristi u različitim poljima primene.

3. KONCEPT IOT SISTEMA ZA MERENJE AMBIJENTALNIH PARAMETARA

Kao što je navedeno u uvodnom delu, rezultat ubrzanog procesa industrijalizacije i urbanizacije je povećanje broja zagađivača i degradacija kvaliteta životne sredine. Posebno mesto u ovoj problematici zauzima razvoj automobilske industrije koji je pokretač razvoja nacionalnih privreda i integrator savremenih dostignuća iz oblasti tehnike, tehnologije i gotovo svih drugih naučnih grana i disciplina. Saobraćajna sredstva na različite načine

i u različitoj meri stvaraju ekološke probleme sa manjim ili većim posledicama. Tu se pre svega misli na povećanu emisiju izduvnih gasova, stvaranje buke i zauzimanje zemljišta (u praksi je zbog ovog, ali i drugih razloga prisutan gubitak velikog dela šumskih i zelenih površina) i sl. Činjenica je, da postoji još mnogo opasnih materija koje utiču na zagađenje vazduha, a koje su rezultat ljudskih aktivnosti u savremenom društvu koje su vezane za: fabrike, elektrane, saobraćaj, grejanje kuća i dr.

Kao jedne od glavnih zagađivača koji utiču na kvalitet vazduha treba posmatrati: ugljen monoksid (CO), ugljen dioksid (CO₂), dim, alkohol, tečni petroleum (LPG) i sl. Ovi zagađivači životne sredine mogu značajno da utiču na zdravlje ljudi, kao što je i prikazano na slici 1.



Slika 1. Efekti uticaja zagađenja vazduha

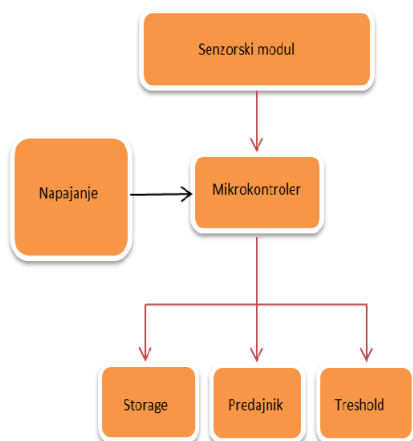
Da bi se predupredio uticaj ovih zagađivača, neophodno je da se realizuju sistemi koji bi omogućili stalna merenja parametara kvaliteta vazduha, transfer podataka do korisnika i pravilnu analizu u realnom vremenu. Danas se ova rešenja uglavnom realizuju kroz ugradnju senzora za detekciju promena i implementaciju adekvatnih rešenja za komunikaciju kao što su Wi-Fi, Bluetooth, mobilna telefonija (GSM, 3G) i sl.

U fokusu našeg rada je IoT sistem koji je dizajniran da nadgleda i tačno određuje zagađenje vazduha u bilo kojoj sredini. Sistem se sastoji se od mikrokontrolera, senzora za gas, temperaturu i pulsni senzor, Wi-Fi modula, trenutnog memorijskog bafera i web servera sa Internet konekcijom koji sakuplja podatke iz okoline. Wi-Fi modul je povezan na sistem kako bi se obezbedila komunikacija sa senzorom i izvršio efikasan transfer podataka o zagađenju u okruženju. Zabeleženi podaci se prenose USB kablom do računara, koji ima konekciju ka Internetu i rezultate smešta na cloud. Podacima na cloud-u se pristupa preko web servisa, a svaki korisnik ima svoj nalog preko koga pristupa podacima. Podaci sadrže očitane vrednosti temperature, nivoa ugljen-dioksida i poslednjeg izmerenog broja otkucaja, i to su parametri koji se prenose na cloud platformu. Sistem je koristan jer ga mogu koristiti i ljudi koji nisu profesionalno orijentisani ka tehnicima. Kalibracija gasnih senzora i pulsni senzor, vrši se uz primenom raznih tehnika podešavanja, i onda se bežične senzorske mreže formiraju koristeći multy-hop agregacijski algoritam. Podaci o zagađenju, temperaturi i broju otkucaja srca u svakom trenutku se prikazuju se grafovima i mogu se očitati

pomoću web interfejsa koji je dostupan na Internet-u. U ovom radu, ko osnova sistema korišćena je Arduino platforma sa senzorima koji su detaljno objašnjeni u poglavlju 4.

4. KOMPONENTE SISTEMA

Na slici 2. prikazana je blok šema IoT sistema koji je u fokusu našeg rada.



Slika 2. Blok šema IoT sistema

Komponente ovog sistema su:

- Senzorski modul
- Arduino mikrokontroler
- Wi-Fi modul ESP8266 za bežičnu komunikaciju
- Modul za napajanje
- Modul za smeštaj podataka
- ThingSpeak softver za podršku IoT tehnologiji.

Senzorski modul se sastoji od tri tipa senzora koji se koriste za merenje:

- prisustva gasova u prostoriji (MQ-135 gasni senzor),
- temperature (MLX-90614 temperaturni senzor) i
- otkucaja srca (MAX30100 senzor)

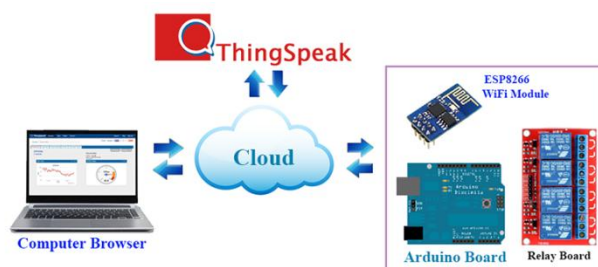
U fokusu rada je i primena Arduino mikrokontrolera koji analizira podatke, radi provere da li neki od rezultata prelazi dozvoljenu granicu. Arduino mikrokontroler je izabran zbog činjenice da predstavlja fizičko-računarsku platformu otvorenog koda. Hardver se sastoji od Arduino Uno ploče sa Atmel AVR procesorom i pratećim ulazno-izlaznim elementima, dok je softver mikrokontrolera integrisano razvojno okruženje otvorenog tipa koje čine standardni kompajler i *bootloader* koji se nalazi na samoj ploči.

Za potrebe komunikacije na relaciji senzor- računar, koristi se Wi-Fi modul - ESP8266 koji je samostalan sistem na čipu (eng. SOC) sa integrisanim TCP/IP protokolom koji omogućava pristup bilo kom mikrokontroleru na našu Wi-Fi mrežu). Za smeštaj podataka je odgovoran poseban modul koji se sastoji od RAM memorije koja čuva izmerene podatke iz samog senzora i podatke o merenjima primljene iz drugih senzora. Mikrokontroler smešta pakete podataka sa svih senzora u SD karticu pre nego što ih prenese dalje preko primopredajnika.

Posebno mesto u sistemu zauzima *ThingSpeak* softver. To je *open source* IoT aplikacija koja treba da omogući efikasno preuzimanje i bezbedno skladištenje podataka na *cloud*-u, ali i web servise za korisnike.

Ova aplikacija predstavlja svojevrsan API (eng. *Application Programming Interfaces*), odnosno open source interfejs koji sluša dolazeće podatke, obeležava ih vremenskom oznakom, i daje izlaze koji su razumljivi i korisnicima (kroz vizuelne grafove) i mašinama (kroz parsirane kodove). Podaci se mogu slati na *ThingSpeak* sa Arduina, *Raspberry Pi*-a i drugih hardverskih platformi korišćenjem HTTP protokola, a podržana je i integracija sa MATLAB-om čime se korisnicima olakšava analiza i vizuelizacija podataka [5].

Na slici 3. prikazana je šema povezivanja komponenata unutar IoT sistema:



Slika 3. Povezivanje komponenata unutar IoT sistema

5. SOFTVERSKO REŠENJE

Za realizaciju programskog koda korišćene su sledeće softverske komponente:

- razvojno okruženje Arduino IDE
- operativni sistem prilagođen za uređaje
- softver za specifično pametno okruženje.

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <Wire.h>
#include <MQ135.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Arduino.h>
#include <math.h>
#include <Wire.h>
#include "MAX30100.h"
  
```

Slika 4. Korišćenje biblioteka u radu

```

#define A 406.283*10000 //konstanta korišćena
pri kalibraciji MQ135 senzora
#define B -2.769034857 //konstanta korišćena
pri kalibraciji MQ135 senzora
#define criticalTemp 50
#define criticalCO2 10000
#define criticalPulse 100 //tahikardija
#define buzzPin 13
  
```

Slika 5. Definisane globalne konstante i pinova na koje su senzori povezani

Podešavanje razvojnog okruženja na Arduino IDE platformi urađeno je tako da se rezultati mogu očitati na *cloud-u* primenom *ThingSpeak* aplikacije za IoT. Na slikama 4. i 5. respektivno, prikazani su korišćenje biblioteke u radu i definisanje globalne konstante i pinova na koje su senzori povezani.

6. TESTIRANJE I REZULTATI

Merenja na implementiranom IoT sistemu i ispitivanje rada samog sistema su izvršeni u toku juna meseca 2017. godine na teritoriji grada Novog Sada, u različitim uslovima odnosno u delu izloženosti ugljen-dioksidom i ugljen –monoksidom. Rezultati merenja su prikazani na dva načina, korišćenjem:

- Arduino IDE serijskog monitora
- *ThingSpeak* aplikacije za smeštaj i obradu podataka na *cloud-u*.

Prikazivanja rezultata merenja preko Arduino IDE serijskog monitora radi se u slučaju zahteva za trenutno očitavanje rezultata. Sistem se povezuje sa računarom da bi se rezultati upisivali u trenutni bafer, na lokaciji sa koje ih je moguće očitati (rezultati se ispisuju i ne pamte se). Dizajn sistema je urađen tako da se rezultati ispisuju na svakih 15 sekundi, a potrebno je istaći da se ovaj parameter može menjati.

Očitavanje i prikazivanja rezultata merenja korišćenjem *ThingSpeak* aplikacije za smeštaj i obradu podataka na *cloud-u* zahteva Wi-Fi konekciju sa računarom odakle se podaci preko Interenta prosleđuju na *cloud*. Na slici 6. prikazan je izgled ekrana kada se podaci očitavaju sa *ThingSpeak* aplikacije:



Slika 6. Očitavanje rezultata na *ThingSpeak* aplikaciji

7. ZAKLJUČAK

Tehnologija povezivanja uređaja i procesa preko Interneta se ubrzano razvija i postaje deo svakodnevnog života internet korisnika. Skoro da nema objekata u kojima ljudi žive i uređaja koje koriste, koji u budućnosti neće biti međusobno povezani. Zdravlje ljudi je jedna od oblasti na

koju će biti stavljen akcenat u pogledu budućeg razvoja IoT sistema.

Fokus ovog rada jeste na IoT sistemu koji je razvijen i testiran na primeru merenja i analize biosignala kao što su brzina otkucaja srca, temperatura i nivo ugljen-dioksida. Signali su mereni u realnom vremenu sa zadovoljavajućom tačnošću, a nakon testiranja su uočene promene broja otkucaja srca u različitim okruženjima kao što su npr. otvoreni prostor ili deponija. Merenja izvršena na otvorenom prostoru pokazala su da je prosečan nivo ugljen-dioksida u vazduhu između 400-450 ppm, u zatvorenom prostoru između 450-600 ppm, a na deponiji iznad 1000 ppm, što se smatra alarmantnom vrednošću prisustva ugljen-dioksida u vazduhu. Broj otkucaja srca se u proseku u okolini deponije povećava za 3-6 otkucaja.

Buduća istraživanja biće usmerena na postavljanje senzora na većem broju mesta kako bi se kontinuirano merili parametri i prikazivali validniji rezultati za korisnike. Mi smatramo da ovakva istraživanja mogu naći primenu u razvijanju sistema za nadgledanje stanja pacijenta i prosleđivanje merenja izabranom lekaru, koji može udaljeno da kontroliše pacijenta i da koriguje terapiju.

8. LITERATURA

- [1] Dostupno na: <https://courses.engr.illinois.edu/ece445/getfile.asp?id=5439>
- [2] Dostupno na: <https://www.slideshare.net/InformaticaUCM/smart-health-improving-health-services-within-smart-cities-dr-agusti-solanas>
- [3] V.I. Utkin, "Variable structure control systems with sliding modes", *IEEE Trans. Automat. Control*, Vol. AC-22, pp. 210-222, April 1977.
- [4] A.E. Bryson, Y.C. Ho, "*Applied Optimal Control*", New York, Wiley, 1975.
- [5] Dostupno na: <https://thingspeak.com/>

Svim stranicama pristupljeno u maju 2017.

Kratka biografija:



Tijana Devaja rođena je u Novom Sadu 1993. godine. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, na Katedri za telekomunikacije i obradu signala u septembru 2016. godine i odmah počela da radi kao saradnik u nastavi na istoj katedri.



Živko Bojović rođen je u Peći 1967. god. Završio je Elektrotehnički fakultet u Prištini, a magistarsku tezu iz oblasti obrade govornog signala i doktorsku disertaciju na temu testiranja kvaliteta servisa u živoj IP MPLS mreži, odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu gde od 2015. godine radi u zvanju docenta

**IMPLEMENTACIJA SKALABILNOG SOFTVERSKOG SISTEMA UZ OSLOMAC NA
AKKA-TOOLKIT****THE IMPLEMENTATION OF SCALABLE SOFTWARE SYSTEM WITH
AKKA-TOOLKIT**

Bojan Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su opisani ključni problemi skaliranja softverskih proizvoda (aplikacija) i tehnike njihovog rešavanja. Primenom Akka toolkit-a na primeru dizajna i implementacije aplikacije za izdavanje zadataka ilustrovana je izrada skalabilne arhitekture softverskih proizvoda.

Abstract – In this paper the key problems and solution techniques encountered with scaling applications are presented. The possible solution, based on Akka-toolkit, is described through design and implementation of a task issuing software product.

Ključne reči: Skaliranje aplikacija, Akka, CQRS, Arhitektonski šabloni

1. UVOD

Jedan od glavnih motiva tehnološkog razvoja na računarima baziranih sistema predstavlja poboljšanje performansi pri izvršavanju programa. Kao ilustracija ostvarenju ovog cilja u literaturi su prisutna brojna rešenja usmerena na širok skup aspekata operativnog izvršavanja programskih proizvoda.

Inicijalni pristup poboljšanju performanse podizanjem takta procesora nakon dostizanja tehnološkog limita direktno je uzrokovao prelazak na uvođenje fizičkih paralelizama uz oslonac na arhitekture višestrukih jezgara. Ovim pristupom pisanje konkurentnih programa, koji što bolje iskorišćavaju hardverske paralelizme, izbija u prvi plan. Pisanje konkurentnih programa korišćenjem niti je u osnovi kompleksno. Razlog ovome je to što su niti kao apstrakcija bliži mašinama nego ljudskom umu. Kao rešenje ovog problema nastali su konkurentni modeli koji obezbeđuju podizanje nivoa apstrakcije u pristupu dizajna konkurentnih sistema.

Podizanje performansi jedne mašine je ekonomski isplativo do određene granice. Prelazak na umrežavanje i oslonac na distribuirane arhitekture otvorio je potpuno nove mogućnosti. Distribuirano izvršavanje uvodi nove tipove skladišta podataka i novi skup arhitektonskih šablona.

Aktorski model, korišćen u ovom radu, je jedan od primera u ovom domenu. Konkretno rešenje ilustrovano u ovom radu oslonjeno je na upotrebu Akka-toolkit-a [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Branko Perišić, red.prof.

2. SKALIRANJE SISTEMA

Po Džordžu Kolorisu (George Coulouris) [2] sistem je skalabilan ako ostane efektivan nakon pozamašnog povećanja resursa i korisnika. U širem smislu, skaliranje predstavlja sposobnost sistema, mreže ili procesa da prihvate rast obima posla ili da povećaju svoje kapacitete ne bi li prihvatili povećani obim posla. Sa korisničke strane sistem je skalabilan ako nastavi da pruža uslugu istog kvaliteta bez obzira na broj paralelnih korisnika i opterećenje.

2.1 Konkurencija i paralelizam

Zarad iskorišćivanja maksimuma hardvera na kom se programi izvršavaju u literaturi su prisutni brojni koncepti preko kojih se razmatra svaki aspekt izvršavanja programa. Za potrebe ovog rada potrebno je razumeti koncepte konkurentnosti i paralelizma. Koncept konkurentnosti predstavlja osobinu arhitekture procesora koja označava da procesor podržava izvršavanje više procesa u isto vreme. Koncept paralelizma označava osobinu da se više procesa izvršava u isto vreme na više jezgara procesora.

Na nivou operativnih sistema potrebno je razlikovati dva tipa izvršavanja zadataka: procese i niti. Procesi predstavljaju teže jedinice izvršavanja koje poseduju svoje resurse, dok niti dele memoriju i systemske resurse. Procesi obično startuju jednu nit unutar sebe i po potrebi mogu startovati dodatne.

Obrada I/O (*Input/Output*) zahteva predstavlja jedan od najučestalijih zahteva u izvršavanju web aplikacija. Ovo predstavlja razlog potrebne razmatranja izvršavanje tih operacija i njihovo zauzimanje vreme procesora. Razlikuju se dve klasifikacije I/O poziva: blokirajuće protiv neblokirajućih i sinhrono protiv asinhronih. Blokirajući pozivi prilikom pristupa uređajima blokiraju nit na kojoj se izvršavaju dok ne dobiju odgovor, dok neblokirajući izdaju zahtev spoljašnjem uređaju i povremeno proveravaju njegovo izvršavanje. Sinhronost zahteva opisuje način izvršavanja procesa sa aspekta izvršavanja koda. Sinhroni zahtevi blokiraju dalje izvršavanje dok se ne dobije rezultat, dok asihroni odmah vraćaju kontrolu. Rezultati asinhronih zahteva se dobija povratnim pozivima.

U literaturi su najprisutnija dva modela konkurentnog programiranja: konkurencija preko niti i konkurencija preko događaja. Koncept niti predstavlja direktni nastavak Van Numanove arhitekture koji omogućava izvršavanje programa u više tokova. Njegova bliskost mašinskom jeziku čini ga kompleksnim za rad. Konkurencija događaja definiše kod kao niz rukovodioca događaja

nastalih u izvršavanju programa. Ovakav stil programiranja zahteva pisanje koda sa puno ugnježenih poziva što povećava kompleksnost njegovog pisanja i predstavlja njegovu najčešću zamerku.

2.2 Horizontalno i vertikalno skaliranje

Skaliranje aplikacija se deli na vertikalno i horizontalno. Vertikalno skaliranje se ostvaruje dodavanjem hardvera boljih performansi u mašine sistema. Ovaj pristup postiže poboljšanje performansi sistema uz male promene, ali nailazi na ekonomske granice po povećanju obima rada. Horizontalno skaliranje se ostvaruje dodavanjem umreženih mašina prosečnih performansi u sistem. Ovaj pristup omogućava ekonomski pogodnije skaliranje, ali donosi probleme distribuiranih sistema.

2.5 Definicija problema

Cilj ovog rada je ilustrovanje dizajna i implementacije skalabilne aplikacije kroz izradu softvera za izdavanje poslova. Postavljeni su funkcionalni zahtevi podrške kreiranju i izmenu korisnika, te kreiranje zadatka i prolaska kroz ceo proces njegovog izvršavanja. Kroz nefunkcionalne zahteve od aplikacije je zahtevana podrška linearnoj skalabilnosti uz minimalnu administraciju i upotreba konkurentnog modela koji omogućava laku nadogradnju koda.

3. TEHNIKE ZA REŠAVANJE PROBLEMA SKALIRANJA

Kroz evoluciju interneta evoluirale su i tehnike skaliranja računarskih sistema. Inicijalno, internet serveri su korišćeni za serviranje statičkih HTML fajlova. Potreba za serviranjem dinamičkih fajlova donela je rešenja poput CGI (*Common Gateway Interface*). CGI obrađuje svaki dolazeći zahtev novim procesom operativnog sistema i generiše dinamičku stranicu. Zbog fundamentalnog problema ovog pristupa u korišćenja procesa za obradu zahteva, zamenjuju ga nove tehnike poput FastCGI i JVM *web* aplikacija. Pošto je pokretanje novih JVM sporo za ove potrebe, tehnologije bazirane na JVM uzimaju pristup korišćenja niti za opsluživanje zahteva. Ova tehnika se pokazala kao efektivna u opsluživanju zahteva. Ovaj pristup se dalje unapređuje optimizovanjem broja pokrenutih niti. Razlog ovome je to što veliki broj pokrenutih niti predstavlja takođe faktor usporavanja rada računara.

Klijent-server arhitekture su tradicionalno razvijane kao arhitekture tankog klijenta. Ovakva organizacija podrazumeva da sever preuzima veći deo tereta na sebe. Razvoj hardvera i softvera klijenata eliminiše potrebnu za ovom arhitekturom i omogućava arhitekturu debelog klijenta. Ovom tranzicijom se deo posla prebacuje na klijente i time rasterećuje server omogućavajući njegovo bolje skaliranje.

3.1 Arhitektura skalabilne aplikacije

Po Benjamin Orbu [3] skalabilni sistem je sačinjen od skupa nezavisnih komponenti:

1. HTTP server – prihvata dolazeće HTTP zahteve i daje odgovore na njih. Skalira se kloniranjem instanci.
2. Aplikacioni server – obrađuje zahteve na aplikacionom nivou. Težiti da ne sadrži stanje i ne deli resurse, gde se u tom slučaju skalira kloniranjem instanci.

3. Balanseri opterećenja i obrnuti keš – raspoređuju zahteve ka instancama HTTP servera i keširaju odgovore od aplikacionog servera. Skaliraju se kloniranjem.
4. Sistem za redove poruka – predstavljaju primarni način integracije komponenti. Skaliranje zavisi od njegovog dizajna.
5. Skladišta podataka – trajno skladište podataka i datoteke. Najkompleksnija su za skaliranje. Problem skaliranja uvodi nove tipove skladišta, dizajniranih za skaliranje.
6. Sistem keša – privremeno skladište podataka zarad bržeg davanja odgovora. Vertikalno se skaliraju dodavanjem memorije, a horizontalno dodavanjem novih instanci i kloniranjem.
7. Servisi za izvršavanje u pozadini – obrađuju podataka čija obrada je zahtevana ka procesoru, poput audio-video obrade. Skaliranje se vrši dodavanjem instanci i organizovanjem posla na manje delove.
8. Integracija eksternih servisa – integrišu eksterne servisa poput CRM/ERP. Skaliranje zavisi od dizajna servisa.

Za potrebe rada razmatrano je skaliranje aplikacionog servera i njegove veze sa skladištem podataka.

Od potencijalnih rešenja za konkurentni model koji omogućava laku nadogradnju konkurentnog koga razmatrani su sledeći modeli: transakciona memorija, aktorski model, go-rutine i kanali u go programskom jeziku. Zrelost aktorskog modela i kvantitet njegovih implementacija predstavlja razlog njegovog odabira za rešavanje problema.

3.2 Aktorski model

Aktorski model je matematički model koji podiže apstrakciju u pisanju konkurentnih aplikacija i tako omogućava lakše rešavanje problema konkurencije i paralelizma. Zasniva se na fizičkim zakonima i ljudskim organizacijama sa ciljem da približi konkurentno programiranje konceptima bliskim ljudskom umu.

Aktorski model uvodi koncept aktora kao jedinice digitalne komputacije koja donosi odluke, pravi druge aktore, šalje i prima poruke, te odlučuje kako će odgovoriti na sledeću poruku koju primi. Aktori su organizovani u hijerarhijske organizacije gde aktori više u hijerarhiji nadgledaju aktore ispod i reaguju na izuzetke koji se u njima dogode.

3.3 Skladištenje podataka

Projektovanje distribuiranih sistema je jednostavan zadatak, skaliranje perzistencije je komplikovano. Skaliranje sistema bez deljenih stanja se ostvaruje kloniranjem njegovih instanci. Uvođenje stanja u sistem povećava kompleksnost njegovog skaliranja i uvodi potrebu za njegovim rukovanjem. Retkost aplikacija koje ne sadrže stanje čini rešavanje skalabilnog skladišta podataka jedan od glavnih problema projektovanja i implementacije skalabilnih sistema.

Osnova projektovanja distribuiranih skladišta podataka je CAP teorema koja povezuje konzistentnost, dostupnost i parcijalnu toleranciju. Ona kaže da od tri navedene osobine možemo odabrati dve koje su najbitnije za problem koji se rešava. Kombinujući ove vrednosti dobijamo 3 tipa distribuiranih baza podataka: CA, CP i AP.

Relacione baze prate ACID model konzistentosti. One svojim jakim garancijama konzistentosti podižu kompleksnost skaliranja. Najzastupljenija tehnika skaliranja relacija baza predstavlja *sharding*. Pogodnije rešenje za distribuirana skladišta podataka predstavljaju baze koje prate BASE model konzistentosti koji pruža slabije garancije konzistentnosti. Baze ovog tipa spadaju u ključ vrednost, dokument, širokih kolona i graf baze.

3.4 SOA i mikroservisi

Ne bi li se implementirao skalabilan sistem, potrebno je definisati arhitekturu koja će biti u mogućnosti da obradi veliki broj zahteva i omogući lake izmene na postojećem sistemu. Izdvajanje sistema u manje celine pruža bolje rezultate u postizanju ovih zahteva od monolitnih aplikacija.

SOA (*Service oriented architecture*) je šablon koji se pojavljuje 2000. godina i pokušava da definiše arhitekturu kroz niz strogih pravila. Svoju osnovu uzima od objektno orijentisanog programiranja i predstavlja se kao njegova evolucija. Zbog nedoumica i pogrešnih interpretacija svojih pravila stvara dosta konfuzije zbog čega se odustaje od njega.

Kao rešenje nedostatka arhitektonskog šablona nastaje koncept mikroservisa koji je daleko labavije definisan od SOA. Iako ne postoji njegova jasna definicija, postoje pravila kojih se treba držati pri dizajnu sistema projektovanih ovim stilom. Rešenje u ovom radu je posmatrano kao mikroservis koji je deo većeg sistema.

3.5 DDD

Zarad bržeg i ispravnijeg razvoja aplikacija, bitno je da se približe ljudi koji poznaju domen problema koji se rešava i ljudi koji je implementiraju rešenje. DDD (*Domain driven design*), koji je uveden preko istoimene knjige Erika Evansa [4], pokušava da reši ovaj problem uvođenjem pravila u kompletan proces razvoja softvera. Kao svoje najbitnije pravilo navodi uvođenje sveprisutnog jezika koji razumeju i ljudi bliski domenu i programeri. Svojim strateškim šablonima opisuje organizaciju, dok taktičnim šablonima opisuju implementaciju delova sistema. Kroz svoje taktičke šablone DDD pruža zamenu za anemični model i organizaciju slojevitih arhitektura.

3.6 CQRS i ES

Arhitektonski šabloni koji su takođe značajni za razmatranje pri implementaciji skalabilnih sistema su CQRS i ES. CQRS (*Command Query Responsibility Segregation*) je šablon čija osnovna ideja je da se model preko kog se vrše izmene informacija može razlikovati od onog koji se koristi za čitanje. On dalje omogućava da se koriste različita skladišta za upis i čitanje, gde je svako optimizovano za svoju upotrebu.

U toj konfiguraciji je potrebno uzeti u obzir eventualnu konzistentnost baza za upite. ES (*Event Sourcing*) je šablon koji kaže da entiteti domena ne vode računa o svom stanju direktnom serijalizacijom, već čuvanjem događaja koji su doveli do njega. Izdavanjem komandi sistemu generiše se jedan ili više događaja koji opisuju načinjene promene.

4. TEHNOLOGIJE ODABRANE ZA REŠAVANJE PROBLEMA

Za implementaciju rešenja odabran je programski jezik Scala zbog njegove konciznosti, izvršavanja na JVM i sposobnosti da koristi sve Java biblioteke. Za implementaciju rešenja odabran je CQRS šablon sa dva tipa perzistencije. Cassandra je zbog svoje visoke skalabilnosti korišćena kao skladište za događaje. Postgres, kao relaciona baza, korišćena je za upitni deo aplikacije. Razlog odabira relacione baze za upite, pored njihove problematične skalabilnosti, je njena fleksibilnost.

4.1 Akka

Za implementaciju aplikacionog servera odabran je Akka *toolkit*. On predstavlja skup alata koji u svojoj osnovi pruža implementaciju akterskog modela koji je dalje proširen podrškom za rad u klasteru i implementacije ES i CQRS.

Aktor u Akka-i zauzima samo 300 bajta i moguće je pokrenuti milion na jednom akterskom sistemu. Definisanje aktera se vrši nasleđivanjem *trait*-a *Actor* i implementiranjem metode *receive* preko koje se definiše ponašanje aktera. Prispunost stanja aktera nije dozvoljen spolja. Uvid u njega se sme ostvariti samo razmenom poruka. Zaštita stanja je ostvarena tako što se kreiranjem aktera se dobija objekat tipa *ActorRef* koji predstavlja referencu na adresu aktera, a ne njegov objekat. On se dalje koristi za slanje poruka. Poruke se definišu kao *case class*-a koje u Scala programskom jeziku obezbeđuju nepromenljivost.

ES šablona implementiran je preko *persistence* modula. On proširuje funkcionalnost aktera pružajući API za čuvanje i učitavanje događaja. U ovom slučaju umesto implementacije *receive* metode, potrebno je implementirati *receiveCommand* i *receiveRecover*. Izdate komande se obrađuju preko *receiveCommand*, dok se rekreiranje stanja preko sačuvanih događaja vrši drugom metodom.

Osvežavanje stanja relacione baze ostvareno je preko *persistence query* modula koji pruža API za kontinualno praćenje sačuvanih događaja.

4.2 Klastering

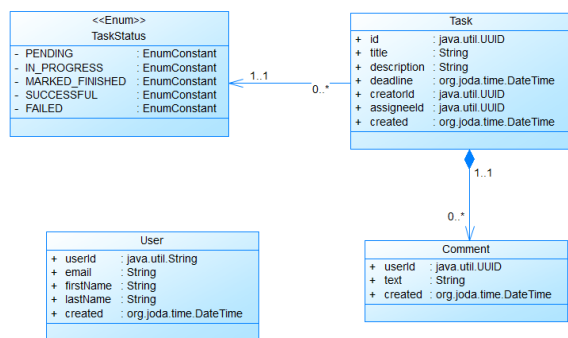
Rad u klasteru omogućen je preko *clustering* modula preko kog se omogućava izvršavanje akterskog sistema na više čvorova. Prilikom pokretanja novog čvora potrebno je definisati na kojim IP adresama je potrebno tražiti klasteru zarad pristupa njemu. Akka *clustering* koristi *gossip* protokol za propagiranje informacija o klasteru. Preko koncepta *sharding*-a omogućeno je slanje poruka aktorima u klasteru bez znanja njihove adrese čime je olakšano proširivanje koda.

4.3 HTTP

Pružanje interfejsa prema spoljašnjem svetu je ostvareno preko REST interfejsa i njegove implementacije preko Akka *http* modula. On predstavlja alat za spavanje mikroservisa, a ne *web* frejmwork. Razlog odabira *http* modula umesto kompletnijeg rešenja, poput *Play* frejmworka, je fokus rada koji je bio izrada skalabilnog mikroservisa a ne kompletnog *web* servisa.

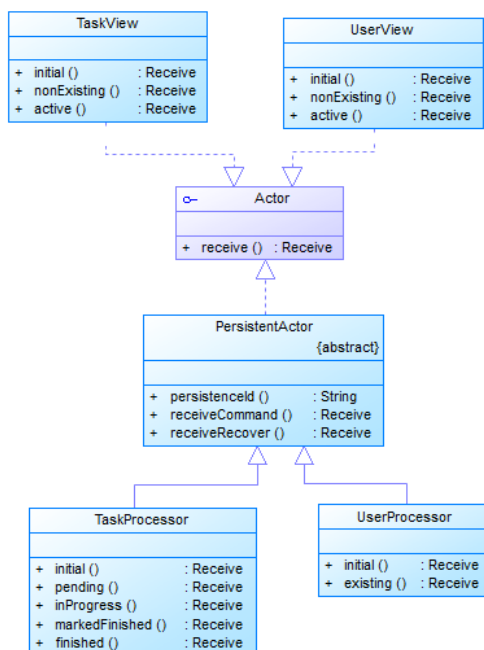
5. IMPLEMENTACIJA

Domenski model aplikacije sastoji se od korisnika i zadatka. Oni predstavljaju korene agregata s pogleda DDD. Korisnik je opisan jedinstvenim identifikatorom, imenom, prezimenom, *email*-om, i vremenom kreiranja. Zadatak je opisan jedinstvenim identifikatorom, nazivom, opisom, krajnjim rokom, identifikacijama kreatora i dodeljenog korisnika, vremenom kreiranja, trenutnim stanjem i komentarima koje su korisnici ostavili na njega. Stanje je opisano enumeracijom. Na slici 1. prikazan je domenski model rešenja.



Slika 1. Domenski model

Aktore sistema delimo na dva domena i dva tipa. Domeni su korisnik i zadatak, dok su tipovi komandni i upitni. Aktori za izdavanje komandi implementiraju komandni deo CQRS preko perzistentnih aktora. Procesiranjem izdatih komandi se generišu i čuvaju događaji koji definišu stanje entiteta koji oni predstavljaju. Zadatak upitnih aktora je perzistencija događaja u postgres bazu podataka i davanje odgovora na upite izdate aplikaciji. Na slici 2. prikazan je model aktora sistema.



Slika 2. Aktori sistema

Slanje događaja upitnom delu sistema ostvareno je preko *persistence query*-ja preko kog se kreiraju tokovi događaja koji su se dogodili i koji će se dogoditi. Po primljenom događaju, upitni aktor osvežava stanje relacione baze, te šalje potvrdu toku da može da primi sledeći događaj. Upitni aktori svoje stanje takođe čuvaju i u memoriji zarad eliminacije suvišnih pristupa bazi i samim tim omogućavaju bolje performanse sistema. Korišćenje ove arhitekture pruža lako dodavanje različitih tipova baza za upit.

Oba tipa aktora se pokreću preko *sharding*-a. Tako je ostvareno postojanje tačno jedne instance komandne i upitne predstave jednog entiteta. Pri perzistenciji događaji uz njih su sadržani identifikatori aktora kao meta informacije. Ovako se rekreiranjem aktora dobija informacija o tome koji događaji pripadaju kom aktoru. Prednost ovoga pristupa je mogućnost korišćenja tih informacija kao identifikacije upitnih aktora.

6. ZAKLJUČAK

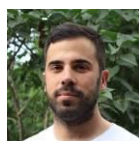
Kroz ovaj rad je ilustrovana implementacija skalabilne aplikacije. Razmotreni su problemi skaliranja aplikacija, tehnike rešavanja tih problema, te dat primer rešenja u vidu skalabilnog mikroservisa. Razmotrena i odabrana adekvatna skladišta i prikladni arhitektonski šabloni. Koristeći aktorski model, šablone ES i CQRS implementiran je servis za vođenje korisnika i zadataka. Aktorski model, kao odabrani konkurentni model da bude osnova aplikacije, pružio je zdravu osnovu za razvoj visoko-performantne aplikacije koja je lako proširiva. Preko ES, CQRS i cassandra baze dobijen je skalabilan pristup skladištima podataka. Komunikacija sa spoljašnjim svetom ostvaruna preko *http* protokola koji prati REST pravila. Koristeći akka *clustering* omogućeno je jednostavno skaliranje pokretanjem novih čvorova i njihovim pristupu klasteru sistema.

Ovako dobijeno rešenje je jednostavno za skaliranje i pruža standardizovan pristup spoljašnjem svetu.

7. LITERATURA

- [1] Akka toolkit - <http://akka.io/>
- [2] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair, "Distributed systems: Concept and design (Fifth edition)", Pearson, ISBN 978-0132143011
- [3] B. Erb, "Concurrent Programming for Scalable Web Architectures", Ulm university, April 2012
- [4] E. Evans, "Domain-driven design: Tackling Complexity in the Heart of Software", Addison Wesley Professional, 2003, ISBN 860-1404361814

Kratka biografija:



Bojan Babić je rođen u Novom Sadu 1986. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i infomatika odbranio je 2016. godine.

**UVAŽAVANJE EKVIVALENTA PRENOSNE MREŽE U PRORAČUNIMA TOKOVA
SNAGA DISTRIBUTIVNIH MREŽA****CONSIDERING TRANSMISSION NETWORK EQUIVALENT IN DISTRIBUTION
NETWORK LOAD FLOW CALCULATIONS**

Ivan Golubović, Neven Kovački, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je obrađen problem uvažavanja ekvivalenta prenosne mreže u proračunima tokova snaga distributivnih mreža. Opisan je Ward-ov ekvivalent elektroenergetskog sistema kao i algoritam za proračun tokova snaga u distributivnoj mreži u kom se prenosna mreža uvažava upravo preko Ward-ovog ekvivalenta. Numerička verifikacija opisanog proračuna je izvršena na test sistemu koji se sastoji od distributivne i prenosne mreže pomoću programa napisanog u programskom jeziku Fortran, nakon čega su analizirani rezultati proračuna.

Abstract – This paper deals with the problem of using transmission network equivalent in distribution load flow calculations. Ward power system equivalent is described as well as its application in algorithm for distribution network load flow calculation. Numerical verification of the described algorithm is performed in application developed in Fortran programming language. Results are then analyzed.

Ključne riječi: Ekvivalent elektroenergetskog sistema, tokovi snaga, prenosne i distributivne mreže.

1. UVOD

U okviru sistema za upravljanje i analizu elektroenergetskih mreža, proračun tokova snaga je jedna od osnovnih i najčešće korišćenih funkcija. Proračun tokova snaga kao rezultat daje skup promjenljivih stanja (minimalan skup veličina pomoću kojih je opisano stanje posmatranog sistema), odnosno režim EES (elektroenergetskog sistema). Za razliku od prenosnih mreža, distributivne mreže karakteriše slaba upetljanost i radijalni pogon, velike dimenzije, postojanje veoma kratkih i veoma dugačkih dionica i odnos parametara R/X kod vodova i kablova koji je znatno veći nego u prenosnoj mreži. Zahvaljujući tome, metode koje se primjenjuju za proračun tokova snaga u prenosnim mrežama nisu dovoljno efikasne kada se primjenjuju u distributivnim mrežama. Stoga su za proračune u distributivnim mrežama razvijeni specijalizovani algoritmi koje karakteriše pristup orjentisan ka granama, za razliku od metoda zasnovanih na matričnom pristupu, prilagođenih prenosnim mrežama [1]. Režim u distributivnoj mreži zavisi kako od parametara i pojava u toj mreži, tako i od prenosne mreže na koju je ta distributivna mreža priključena.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Predrag Vidović, docent.

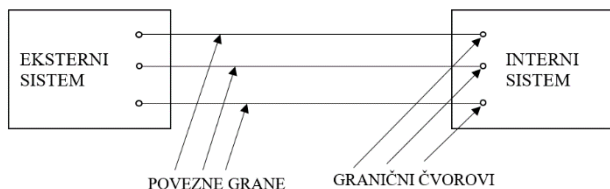
Predmet razmatranja ovog rada jesu proračuni tokova snaga distributivne mreže sa uvažavanjem uticaja prenosne mreže. Prilikom analiza sistema velike dimenzionalnosti kada je samo jedan njegov dio od interesa, pogodno je da se koristi neki od ekvivalenata kojim se dio sistema koji nije od interesa zamjenjuje. Ekvivalentiranjem što većeg dijela sistema, više se smanjuju vremenski i memorijski zahtjevi za sprovođenje analiza u dijelu koje je od interesa [2]. U ovom radu distributivna mreža predstavlja sistem koji je od interesa. Cilj ovog rada je da se proračunaju tokovi snaga distributivne mreže, pri čemu se uticaj prenosne mreže uvažava preko Ward-ovog ekvivalenta.

**2. WARD-OV EKVIVALENT
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA**

Ovdje su obrađeni osnovni principi ekvivalentiranja i Ward-ov ekvivalent elektroenergetskog sistema. Tačan model za ekvivalentiranje nekog dijela složenog EES, koji bi dao isti odziv na promjene u sistemu kao i ekvivalentirani sistem u originalu, još nije razvijen u teoriji. Ipak, termin ekvivalentiranje se upotrebljava, pri čemu se pod ekvivalentiranjem podrazumjeva zamjena dijela sistema dovoljno dobrim fiktivnim ekvivalentnim sistemom znatno manjih dimenzija [2]. Ekvivalentiranje dijela kola (EES) dovodi i do toga da se gubi uvid u režim tog dijela, pa je tako svrsishodno ekvivalentirati samo one dijelove EES čiji režimi nisu od neposrednog interesa. Ekvivalent puni smisao dobija onda kada jednom izračunat ekvivalent može da se koristi za proračun više režima koji su rezultat promjene u sistemu od interesa. Činjenica da promjene u sistemu od interesa vrlo često nemaju uticaja na režim u ostalim dijelovima sistemima (spoljni sistem) ide u prilog prethodnoj tvrdnji [3]. Modeli za ekvivalentiranje EES koji su do sada razvijeni i koji se razvijaju uglavnom su zasnovani na dva osnovna ekvivalenta razvijena četrdesetih i pedesetih godina, a to su Ward-ov i Dim-ov REI ekvivalent. Svi kasniji radovi uglavnom predstavljaju njihove modifikacije s ciljem da se prilagode specifičnim okolnostima istraživanja ili osobinama konkretnog EES. Osnovna razlika između ova dva ekvivalenta jeste da je za Ward-ov dovoljno poznavati samo topologiju i parametre dijela sistema koji se ekvivalentira, dok je za REI ekvivalent potrebno poznavanje cjelokupnog osnovnog stanja u dijelu sistema koji se ekvivalentira [2]. U vezi sa ekvivalentiranjem EES potrebno je razlikovati sljedeće pojmove:

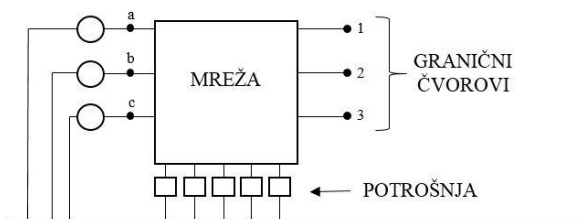
- 1) Sistem od interesa (interni sistem) je dio sistema u kojem se simulira poremećaj i vrši analiza. Sastoji se od internih čvorova i modeluje se u originalu.

- 2) Spoljni sistem (eksterni sistem) čine preostali dijelovi EES, tj. oni koji nisu od neposrednog interesa. Sastoji se od eksternih i graničnih čvorova.
- 3) Granični čvorovi predstavljaju krajeve grana razmjene između sistema od interesa i spoljnog sistema. Pripadaju spoljnom sistemu i na njih se ekvivalent spoljnog sistema priključuje.
- 4) Povezne grane predstavljaju elektroenergetsku vezu između sistema od interesa i spoljnog sistema i preko njih se vrši razmjena električne energije.

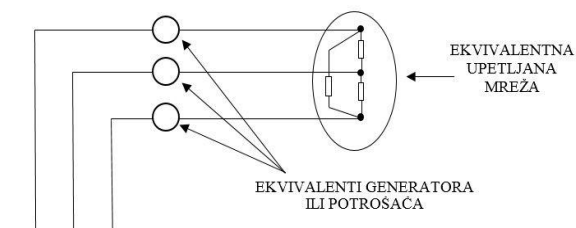


Slika 1. Podjela EES-a na interni i eksterni; povezne grane i granični čvorovi

Kada je u pitanju Ward-ov ekvivalent, interni generatorski i potrošački čvorovi u sistemu koji se ekvivalentira mogu biti eliminisani, dok se povezne grane i čvorovi zadržavaju. Efekti potisnute proizvodnje i potrošnje u ekvivalentu se modeluju ekvivalentnim generatorom ili potrošačem u svakom graničnom čvoru, a stvarne veze između elemenata se zamjenjuju ekvivalentnom upetljanom mrežom između ovih čvorova [4]. Na slikama 2 i 3, prikazani su jedan elektroenergetski sistem koji treba ekvivalentirati i ekvivalentno kolo datog sistema u skladu sa prethodnim razmatranjima, respektivno.



Slika 2. Sistem koji se ekvivalentira



Slika 3. Ekvivalentno kolo sistema sa slike 2

Ward-ov ekvivalent elektroenergetskog sistema izvodi se redukcijom kompleksne matrice admitansi. Skup indeksa čvorova u sistemu dijeli se u tri grupe: eksterni (indeksi čvorova spoljnog sistema), interni (indeksi čvorova sistema od interesa) i granični (graničnih čvorova). Linearni model elektroenergetskog sistema određen po metodi potencijala čvorova u matricnom obliku je:

$$\begin{bmatrix} \hat{I}_E \\ \hat{I}_B \\ \hat{I}_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_{EE} & \hat{Y}_{EB} & 0 \\ \hat{Y}_{BE} & \hat{Y}_{BB} & \hat{Y}_{BI} \\ 0 & \hat{Y}_{IB} & \hat{Y}_{II} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{V}_E \\ \hat{V}_B \\ \hat{V}_I \end{bmatrix}, \quad (1)$$

gdje su:

$\hat{I}_E, \hat{I}_B, \hat{I}_I$ – subvektori vektora fazora injektiranih struja u eksternim, graničnim i internim čvorovima, respektivno;

$\hat{V}_E, \hat{V}_B, \hat{V}_I$ – subvektori vektora fazora napona u eksternim, graničnim i internim čvorovima;

$\hat{Y}_{EE}, \hat{Y}_{EB}, \hat{Y}_{BE}, \hat{Y}_{BB}, \hat{Y}_{BI}, \hat{Y}_{IB}, \hat{Y}_{II}$ – submatrice kompleksne matrice admitansi cjelokupnog EES pridružene eksternom, graničnom i internom skupu indeksa čvorova.

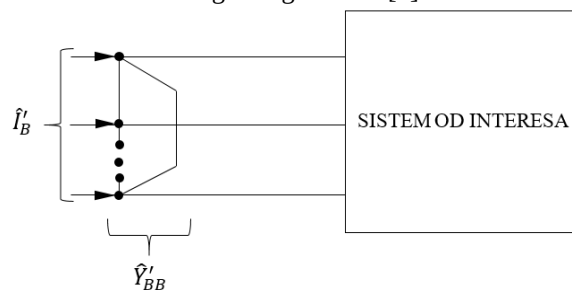
Gauss-ovom redukcijom matrice $\hat{Y}_{BE}$ relacija (1) se svodi na sljedeći oblik:

$$\begin{bmatrix} \hat{I}'_E \\ \hat{I}'_B \\ \hat{I}'_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}'_{EE} & \hat{Y}'_{EB} & 0 \\ 0 & \hat{Y}'_{BB} & \hat{Y}'_{BI} \\ 0 & \hat{Y}'_{IB} & \hat{Y}'_{II} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{V}_E \\ \hat{V}_B \\ \hat{V}_I \end{bmatrix}. \quad (2)$$

S obzirom na raspored elemenata u matrici, Gauss-ovom redukcijom utiče se samo na injektirane struje u graničnim i eksternim čvorovima i submatrice koje odgovaraju tim čvorovima, pa se sada na osnovu relacije (2), sistem graničnih i čvorova sistema od interesa mogu raspregnuti i odvojiti od spoljnog sistema [2]:

$$\begin{bmatrix} \hat{I}'_B \\ \hat{I}'_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}'_{BB} & \hat{Y}'_{BI} \\ \hat{Y}'_{IB} & \hat{Y}'_{II} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{V}_B \\ \hat{V}_I \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Dakle, Gauss-ovom redukcijom matrice admitansi dijela kola koje se ekvivalentira, eliminišu se svi čvorovi iz tog dijela osim graničnih. Potrebno je primjetiti da se Ward-ov ekvivalent sastoji od onoliko čvorova koliko ima graničnih čvorova i oni su, u opštem slučaju, svi međusobno povezani [2]. Na slici 4 prikazan je Ward-ov ekvivalent elektroenergetskog sistema [4].



Slika 4. Ward-ov ekvivalent EES-a

3. UVAŽAVANJE EKVIVALENTA PRENOSNE MREŽE U PRORAČUNIMA TOKOVA SNAGA DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Ovdje je opisan je algoritam za proračun tokova snaga distributivne mreže u kom se prenosna mreža uvažava preko Ward-ovog ekvivalenta. Proračun tokova snaga distributivne mreže radi se pomoću algoritma sumiranja struja i korekcije napona [1]. Uvažavanje Ward-ovog ekvivalenta prenosne mreže vrši se pomoću jednačine (3), pa ovaj algoritam predstavlja nadogradnju algoritma sumiranja struja i korekcije napona. Jednačina (3) može da se formira na osnovu rezultata tokova snaga u prenosnoj i distributivnoj mreži kada su one modelovane u originalu. Zahvaljujući tom proračunu poznate su sve veličine u jednačini (3). Ona se može zapisati i na sljedeći način:

$$\begin{bmatrix} \hat{V}_B \\ \hat{V}_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}'_{BB} & \hat{Y}_{BI} \\ \hat{Y}_{IB} & \hat{Y}_{II} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{I}'_B \\ \hat{I}_I \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Motivacija za ovakav način zapisa leži u činjenici da se u proračunu tokova snaga u distributivnoj mreži, kao ulazni podatak koristi napon korijena mreže. Ekvivalent se uvažava tako da, ako se u sistemu od interesa desi neka promjena, promjenice se samo veličine koje su u vezi sa internim sistemom ($\hat{V}_I, \hat{Y}_{IB}, \hat{Y}_{BI}, \hat{Y}_{II}, \hat{I}_I$), dok će veličine $\hat{Y}'_{BB}$ i $\hat{I}'_B$ ostati konstantne. Proračun tokova snaga započinje korakom inicijalizacije u kojem se učitavaju podaci o mreži, vrši slaganje mreže po slojevima i postavljaju vrijednosti svih napona čvorova na vrijednost napona korijena. Sa tim vrijednostima napona se prelazi na proceduru računanja injektiranih struja u čvorove:

$$\hat{I}_i^h = \left(\frac{\hat{S}_{p,i}}{\hat{V}_i^{h-1}} \right)^* + \hat{Y}_{0,i} \cdot \hat{V}_i^{h-1}, i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (5)$$

gdje su:

$\hat{I}_i^h$ – struja injektirana u čvoru i u iteraciji h ;
 $\hat{S}_{p,i}$ – specificirana snaga potrošnje u čvoru i ;
 $\hat{V}_i^{h-1}$ – napon u čvoru i u iteraciji $(h-1)$ (u prvoj iteraciji, svi naponi su jednaki naponu korijena);
 $\hat{Y}_{0,i}$ – suma admitansi svih otočnih elemenata u čvoru i
 n – broj čvorova.

U drugom koraku, proceduri sumiranja struja, računaju se struje grana koje se kasnije koriste u proceduri korekcije napona:

$$\hat{f}_i^h = \hat{I}_i^h + \sum_{j \in i} \hat{f}_j^h, i = m, \dots, 1, \quad (6)$$

gdje su:

$\hat{f}_i^h$ – struja u grani i u iteraciji h ;
 $\sum_{j \in i} \hat{f}_j^h$ – suma struja svih grana koje polaze iz čvora i u iteraciji h ;
 m – broj grana.

Sljedeći korak, prije korekcije napona u distributivnoj mreži, predstavlja proračun napona graničnih čvorova, odnosno korijena distributivne mreže na osnovu relacije (4). Ovim korakom se sada uvažava prenosna mreža preko Ward-ovog ekvivalenta. Napone je moguće proračunati jer su u jednačini (4) poznati svi elementi vektora i matrica. Nakon toga, slijedi četvrti korak, procedura korekcija napona:

$$\hat{V}_i^h = \hat{V}_{i-1}^h - \hat{Z}_i \cdot \hat{f}_i^h, i = 1, \dots, n, \quad (7)$$

gdje su:

$\hat{V}_{i-1}^h$ – napon u čvoru $i-1$ u iteraciji h ;
 $\hat{Z}_i$ – redna impedansa grane i .

Dakle, vrijednosti modula i ugla fazora napona u graničnim čvorovima ažuriraju se nakon svake iteracije. Tačnije rečeno, u proračun tokova snaga distributivne mreže dodaje se još jedan korak u kome se vrijednost modula i ugla fazora napona graničnih čvorova mijenja u svakoj iteraciji. Provjera konvergencije proračuna vrši se na sljedeći način:

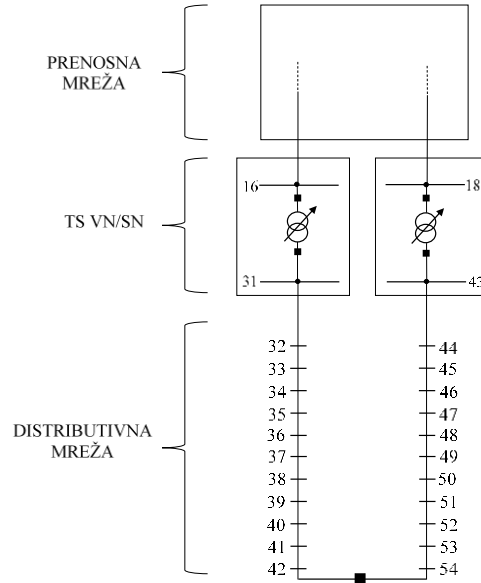
$$Dv^h < \varepsilon_u, \quad (8)$$

gdje su:

Dv^h – maksimalno odstupanje napona čvorova u h -toj iteraciji;
 ε_u – kriterijum konvergencije;

4. NUMERIČKA VERIFIKACIJA OPISANOG PRORAČUNA

Opisani proračun tokova snaga sa uvažavanjem ekvivalenta prenosne mreže verifikovan je na test sistemu, a rezultati će biti u nastavku komentarisani. Test sistem se sastoji od prenosne mreže sa 30 čvorova i 41 granom ("The IEEE 30 Bus Test Case" iz [5], nije detaljno prikazana na slici) i od distributivne mreže sa 26 čvorova i 25 grana. U dva čvora prenosne mreže označenih sa 16 i 18 na slici 5, priključene su dvije transformatorske stanice VN/SN (visoki napon/srednji napon) na koje je priključen po jedan izvod od 12 čvorova i 12 grana. Izgled test sistema prikazan je na slici 5.



Slika 5. Test sistem

Za opisani test sistem vrši se proračun u dva slučaja i to kada je distributivna mreža radijalna (otvoren prekidač u grani između čvorova 42 i 54 na slici 5) i kada je distributivna mreža upetljena (zatvoren prekidač u grani između čvorova 42 i 54 na slici 5). Ward-ov ekvivalent formira se na osnovu matrice admitansi, a na osnovu proračuna u kom se prenosna i distributivna mreža (radijalna) modeluju u originalu formira se vektor injektiranih struja u granične čvorove $\hat{I}'_B$ u relaciji (4). Taj isti ekvivalent se kasnije koristi u proračunu tokova snaga u sistemu u kome je distributivna mreža upetljena. Time što je distributivna mreža upetljena u odnosu na prvi slučaj kada je radijalna, simulira se topološka promjena u sistemu od interesa i analizira ponašanje ekvivalenta nakon te promjene. Ward-ov ekvivalent prenosne mreže koji je formiran ima sljedeće elemente submatrice $\hat{Y}'_{BB}$ izražene u relativnim jedinicama:

$$\hat{Y}'_{BB} = \begin{bmatrix} 1.331 - j5.561 & -1.325 + j2.868 \\ -1.325 - j2.868 & 1.324 - j5.693 \end{bmatrix}, \quad (9)$$

a elementi subvektora injektiranih struja $\hat{I}'_B$ su:

$$\hat{I}'_B = \begin{bmatrix} 0.195 + j0.043 \\ 0.0332 + j0.100 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

U tabeli 1 date su vrijednosti tokova snaga po granama upetljane distributivne mreže. Prvo su dati rezultati koji su dobijeni u proračunu koji se radio Newton-Raphson-ovim algoritmom. U okviru tog proračuna, prenosna mreža se modeluje u originalu. U tabeli 1 su takođe dati i rezultati proračuna tokova snaga sa uvažavanjem prenosne mreže preko Ward-ovog ekvivalenta koristeći relacije (9) i (10).

Tabela 1. Tokovi snaga po granama distributivne mreže

Grana		Newton-Raphson-ov algoritam	Algoritam sumiranja struja i korekcija napona uz Ward-ov ekvivalent prenosne mreže
Prvi čvor	Drugi čvor	P[MW]–jQ[MVAr]	P[MW]–jQ[MVAr]
16	31	9.3991–j4.6924	9.4657–j5.0725
31	32	8.1991–j3.7170	8.2657–j4.0802
32	33	7.1857–j3.2364	7.2413–j3.5954
33	34	6.2134–j2.7713	6.2594–j3.1267
34	35	5.3789–j2.4204	5.4163–j2.7726
35	36	4.6734–j2.0806	4.7033–j2.4299
36	37	3.9909–j1.7494	4.0142–j2.0963
37	38	3.4289–j1.5260	3.4467–j1.8708
38	39	2.7815–j1.2081	2.7944–j1.5510
39	40	2.3497–j0.9960	2.2587–j1.3375
40	41	2.0266–j0.8873	2.0323–j1.2275
41	42	1.7090–j0.6807	1.7117–j1.0198
18	43	8.4251–j4.4088	8.4002–j4.0583
43	44	7.2251–j3.4964	7.2002–j3.1501
44	45	6.0810–j2.9155	6.0607–j2.5707
45	46	5.0972–j2.4546	5.0814–j2.1113
46	47	4.1601–j2.0091	4.1486–j1.6673
47	48	3.3639–j1.6772	3.3563–j1.3367
48	49	2.6974–j1.3552	2.6934–j1.0158
49	50	1.9528–j1.0404	1.9519–j0.7020
50	51	1.1281–j0.6322	1.1297–j0.2947
51	52	0.4195–j0.3294	0.4225+ j0.0077
52	53	–0.082–j0.1289	– 0.0784+ j0.2080
53	54	–0.482–j0.0712	– 0.4787+ j0.4081
42	54	1.4966–j0.5760	1.4969–j0.9142

Relativno odstupanje po pitanju tokova aktivnih snaga je u poveznoj grani 16-31 iznosi 0,7%, a u poveznoj grani 18-43 iznosi 0,3%. Po pitanju reaktivnih snaga u poveznoj grani 16-31 odstupanje je 7,49%, dok je u drugoj poveznoj grani 18-43 iznosi 8,64%. Pošto je ekvivalent povezan sa sistemom od interesa upravo preko povezanih grana, zaključuje se da rezultati ne odstupaju mnogo od onih koji se dobiju kada se prenosna mreža modeluje u originalu. Prosječno relativno odstupanje toka prividne snage za svih 25 grana je 6,67%. Rezultati su prikazani za slučaj kada se u sistemu od interesa desila promjena, pri čemu se pod promjenom u ovom primjeru podrazumjevala topološka promjena.

5. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada opisani su osnovni principi ekvivalentiranja i Ward-ov ekvivalent elektroenergetskog sistema, a zatim i postupak za proračun tokova snaga distributivnih mreža sa uvažavanjem Ward-ovog ekvivalenta prenosne mreže. Rezultati koji su dobijeni koristeći ovaj proračun, nakon što je simulirana topološka promjena u sistemu od interesa, ne odstupaju značajno od rezultata koji su dobijeni u proračunu tokova snaga u kome se prenosna mreža modeluje u originalu tj. ne ekvivalentira se. Kvalitet rezultata daje puni smisao ovom ekvivalentu – jednom proračunat ekvivalent može se ponovo koristiti za proračun režima koji su nastali kao rezultat promjene u sistemu od interesa [3]. Treba napomenuti i da je mreža koja je testirana mala pa se ovi zaključci ne mogu generalizovati za sve mreže.

6. LITERATURA

- [1] D. Popović, D. Bekut, V. Dabić, *Specijalizovani DMS Algoritmi*, DMS Group, Novi Sad, 2011.
- [2] V. Strezoski, *Prilog metodima za analizu stacionarnih stanja povezanih elektroenergetskih sistema u uslovima strukturnih poremećaja*, doktorska disertacija, Elektrotehnički Fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1985.
- [3] V. Strezoski, *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2011.
- [4] J. B. Ward, *Equivalent Circuits for Power-Flow Studies*, IEEE, Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, 1949.
- [5] <https://www2.ee.washington.edu/research/pstca/>, pristupljeno u junu 2017.

Kratka biografija:



Ivan Golubović rođen je u Zvorniku, Bosna i Hercegovina, 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2017 godine.



Neven Kovački rođen je u Zrenjaninu 1987. godine. Završio je osnovne i diplomske akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi 2010. i 2011. godine, respektivno.

**ПРОВЕРА РЕФЕРЕНЦИЈАЛНОГ ИНТЕГРИТЕТА
УНУТАР REAL TIME БАЗЕ ПОДАТАКА
REFERENTIAL INTEGRITY CHECK
INSIDE REAL TIME DATABASE**

Огњен Шобот, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду је описана примена *Windows Presentation Foundation* технологије, *Windows Communication Foundation* технологије и *Model-View-ViewModel* обрасца на имплементацију апликације за проверу референцијалног интегритета унутар *real time* базе података.

Abstract – The paper describes application of *Windows Presentation Foundation* technology, *Windows Communication Foundation* technology and *MVVM* pattern to implement checking of referential integrity inside real time database.

Кључне речи: Референцијални интегритет, WPF, WCF, MVVM.

1. УВОД

Овај рад се бави реализацијом апликације за проверу референцијалног интегритета унутар *real time* базе података, која садржи модел електроенергетског система, употребом WPF, WCF технологија и MVVM обрасца. За релационе базе података је битно да су очувани исправни односи између табела базе података, тако да не постоје неисправни подаци или референце на непостојеће податке. Описана је структура проблема и начин на који слични системи решавају овај проблем. Представљена је архитектура и имплементација апликације.

2. РЕФЕРЕНЦИЈАЛНИ ИНТЕГРИТЕТ

Референцијални интегритет неке базе података је очуван, ако свако поље у некој табели које је декларисано као страни кључ, садржи само оне вредности које се јављају у одређеном примарном кључу табеле на коју показује страни кључ. Неки системи за управљање релационим базама података не захтевају очување референцијалног интегритета. Због тога може доћи до појаве невалидних референци ка другим ентитетима базе, уколико страни кључ показује на податак који је претходно обрисан. Са појавом невалидних референци нарушава се конзистентност базе података. Стога је од изузетно значаја детектовати њихову појаву. Имплементирана апликација врши проверу референцијалног интегритета и детекцију невалидних референци.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Милослав Хајдуковић, р. проф.

3. WPF, WCF И MVVM

WPF представља *Microsoft* технологију за развој *Windows* клијентских апликација. WCF је *Microsoft* технологија која омогућава креирање повезаних, сервис оријентисаних апликација. MVVM образац представља стандардизован начин да се искористе основне карактеристике WPF-а и да се поједностави стварање корисничког интерфејса. Употреба MVVM обрасца смањује комплексност изворног кода и омогућава одржавање чисте и поновно употребљиве структуре кода.

3.1 Windows Presentation Foundation

WPF је *Microsoft* технологија у оквиру *.NET Framework* окружења која представља презентациони систем за прављење графичких компоненти *Windows* апликација. Представља систем нове генерације за развој *Windows* клијентских апликација, уведен са циљем да подржи неколико апликацијских услуга као што су: кориснички интерфејс, 2D и 3D графика, векторска графика, анимација или медији (аудио и видео) [1]. WPF уводи XAML за развој корисничког интерфејса.

3.1.1 XAML

XAML је XML-базиран декларативни језик, који се користи за реализацију изгледа корисничког интерфејса WPF апликације. XAML раздваја изглед од пословне логике, која се налази у *code-behind* фајловима, што је изузетно погодно за развој и одржавање кода. *Code-behind* фајл садржи изворни код, који је придружен XAML-дефинисаним објекат-елементима [2].

3.1.2 Data binding

Data binding представља једноставан и конзистентан начин за повезивање стања графичких елемената корисничког интерфејса са екстерним подацима. Уколико је data binding исправно подешен, и подаци пружају одговарајућа обавештења, тада, након промене вредности података, елементи, који су везани за те податке, аутоматски рефлектују промене [3].

3.1.3 Својства зависности

Својства зависности (енгл. *Dependency properties*) представљају основу за data binding механизам. WPF у великој мери интерно користи својства зависности због њихове могућности да обезбеде обавештење у случају промене вредности [4]. Својства зависности дефинисана у XAML фајловима су типично увезана за изворна својства путем data binding mehanizma. Вредност својстава зависности се аутоматски ажурира, када се вредност изворног својства промени.

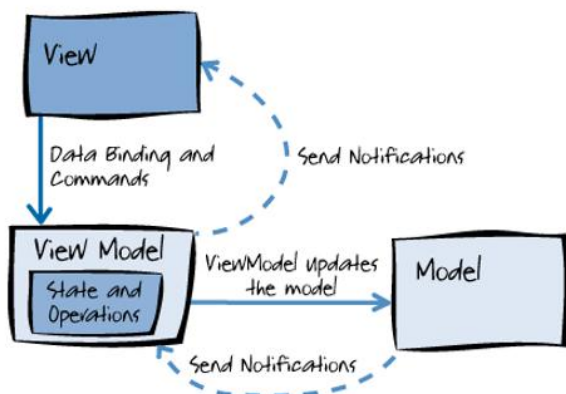
3.2 Windows Communication Foundation

WCF је *Microsoft* технологија у оквиру *.NET Framework* окружења, која се користи за дизајнирање, имплементацију и развој дистрибуираних апликација. Базиран је на принципима сервис оријентисане архитектуре, како би било могуће подржати системе у којима сервисе користе удаљени клијенти. WCF клијент и сервис размењују поруке преко крајњих тачака (*Endpoints*). Крајња тачка сервиса је одређена адресом (*Address*), начином повезивања (*Binding*) и уговором (*Contract*), што се скраћено назива *ABC* и представља један од основних акронима WCF-а. Адреса специфира одређене на које се шаље порука. Начин повезивања специфира који комуникациони протокол се користи за размену порука. Уговор описује изглед порука које се размењују [5].

3.3 Model-View-ViewModel

Како је софтверски свет континуирано настављао да усваја WPF, тако су се почели објављивати обрасци намењени да искористе основне карактеристике WPF-а и да поједноставе стварање корисничког интерфејса. MVVM представља образац, који у потпуности одваја логику од корисничког интерфејса, што умногоме олакшава тестирање, одржавање и еволуцију софтвера. Могуће је користити га на свим платформама заснованим на XAML-у.

Три главне компоненте у MVVM обрасцу су: *Model*, *View* и *ViewModel*. Свака компонента има јасну и посебну улогу [6]. Слика 3.1 илуструје везу између ових компоненти.



Слика 3.1: Повезаност MVVM компоненти

Компоненте су независне једна од друге, што омогућава:

- Да компоненте могу бити замењене.
- Да интерна имплементација може бити промењена без утицаја на друге компоненте.
- Да се на компонентама може радити независно.
- Изоловано *Unit* тестирање.

Комуникација компоненти се врши на следећи начин: На највишем нивоу се налази *View*, који „зна” за *ViewModel*, а *ViewModel* „зна” за *Model*, али *Model* није свестан постојања *ViewModel*-а, а *ViewModel* није свестан постојања *View*-а. *ViewModel* изолује *View* од *Model*-а и омогућава *Model*-у да еволуира независно од *View*-а [6].

3.3.1 View

View креира структуру, распоред и појаву онога што корисник види на екрану [6]. *View* је дефинисан већином унутар XAML фајла, док *code-behind* фајл садржи само конструктор. *ViewModel* обавештава *View* о променама својих стања. Са друге стране, *View* се мења када контроле одговарају на нотификације о променама у *ViewModel*-у. Дизајнери могу лако да дефинишу или мењају уобичајену визуелну репрезентацију *ViewModel*-а, без мењања самог објекта или понашања контроле, која се користи да га прикаже.

View добавља податке од свог *ViewModel*-а помоћу *binding*-а, или извршавајући методе *ViewModel*-а. У току извршавања *View* се мења када контрола корисничког интерфејса одговори на *ViewModel*-ов догађај о промени својства [7].

3.3.2 ViewModel

ViewModel представља средњи слој између *View*-а и *Model*-а, а одговоран је за руковање пословном логицом. Типично, *ViewModel* врши интеракцију са *Model*-ом побуђујући методе из класа *Model*-а. *ViewModel* снабдева *View* подацима, које *View* може лако да користи. *ViewModel* прихвата податке из *Model*-а, затим те податке доставља *View*-у, модификујући их по потреби како би се омогућило једноставније руковање од стране *View*-а. *ViewModel* такође пружа имплементацију команди, које корисник апликације иницира у оквиру *View*-а. На пример, уколико корисник кликне на дугме на корисничком интерфејсу, та акција може изазвати извршавање команде у оквиру *ViewModel*-а. *ViewModel* такође може бити одговоран за дефинисање промена логичких стања, које узрокују неке аспектне приказа на *View*-у, као што су рецимо индикације да одређене операције још увек нису извршене [6].

3.3.3 Model

Model енкапсулира пословну логику и податке. Класе *Model*-а су одговорне за управљање подацима у апликацији и обезбеђивање конзистентности и валидности, тако што енкапсулирају потребна правила пословања и валидациону логику. Класе *Model*-а немају директну референцу на *View* и *ViewModel*, и немају никакве информације о њиховој имплементацији. Класе *Model*-а типично пружају нотификације о промени својстава и колекција. Такође, подржавају валидацију података и пријаву грешака и типично се користе у пару са сервисом или репозиторијумом, како би се енкапсулирао приступ подацима и њихово кеширање [7].

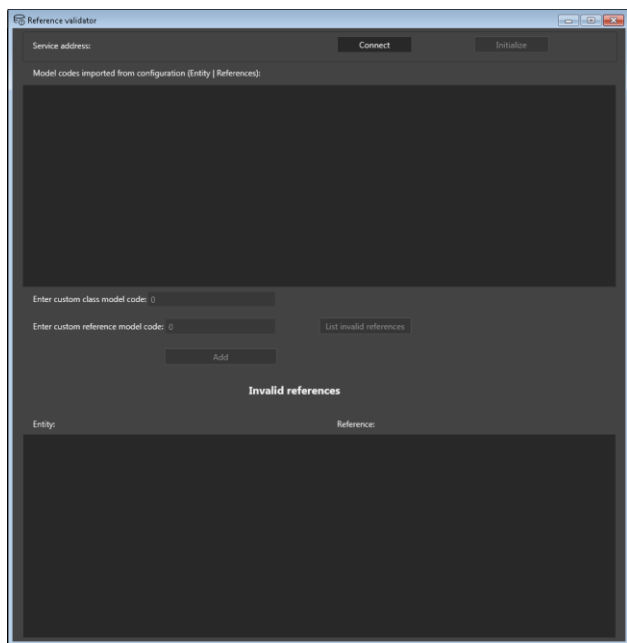
4. АРХИТЕКТУРА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА

Апликација за проверу референцијалног интегритета је имплементирана као MVVM апликација. Као што MVVM образац налаже, постоје три компоненте:

- *MainWindow* – Представља главни прозор апликације, односно *View* компоненту MVVM обрасца.
- *ViewModel* – Представља компоненту у оквиру које се налази пословна логика апликације, односно начин на који је могуће утврдити постојање невалидних референци.

- **Model** – У оквиру ове компоненте се налазе подаци о ентитетима и њиховим међусобним везама унутар модела чији референцијални интегритет се проверава.

У оквиру главног прозора апликације могуће је извршити све функционалности које апликација нуди, укључујући и главну, проверу очувања референцијалног интегритета *real time* базе података, која садржи модел електроенергетског система. Пре извршавања провере референцијалног интегритета, потребно је конектовати се на сервис и учитати модел чији референцијални интегритет се проверава. Апликација поседује и могућност ручног додавања ентитета и њихових веза, уколико постоје у моделу, а нису првобитно учитане у оквиру апликације. На слици 4.1 приказан је главни прозор апликације.



Слика 4.1: Главни прозор апликације

4.1 Модел апликације

За дефинисање ентитета, који се налазе у посматраном моделу електроеенергетског система, користи се енумерација, која у себи носи низ информација везаних за сваки ресурс. Сваки тип ресурса у моделу се једнозначно идентификује јединственим идентификатором, 64-битном вредношћу. Свака класа, поседује свој јединствени идентификатор. Референце ка другим класама представљају засебан тим ресурса, и такође садрже свој јединствени идентификатор.

Model апликације је осмишљен тако да садржи јединствени идентификатор класе, као и јединствене идентификаторе референци према другим класама, које ова класа поседује.

4.2. Конекција на сервис

Након покретања апликације прво је потребно конектовати се на *GDA* (*Generic Data access*) сервис, кликом на дугме *Connect*.

GDA сервис излаже методе, које омогућавају читање података са сервиса. *GDA* је стандард који формулише упите и одговоре у виду ресурса, својстава и вредности.

Он омогућава приступ подацима без икаквог знања о логичкој шеми, која се користи за унутрашње складиштење. Ресурс представља сваки објекат који поседује јединствени идентификатор, док је својство неки аспект ресурса који се може описати. У ова својства спадају и референце ка другим ентитетима. *DA* методе за читање података са сервиса су: *GetValues*, *GetExtentValues*, *GetRelatedValues* и *GetDescendentValues*. Како би апликација могла да чита податке са сервиса, потребно је приступити крајњој тачки сервиса (енгл. *Endpoint*). То се остварује тако што се отвара *proxy* ка сервису, којем се задају адреса, начин повезивања (енгл. *Binding*) и уговор (енгл. *Contract*).

4.3 Додављање модела података

Након конекције на сервис, омогућено је дугме *Initialize*. Кликном на ово дугме, додавања се метамодел података са сервиса. Опис модела података задат је у класи *DefaultModelDescription*, која садржи информације о мапирању класа модела. Мапирање класа извршено је помоћу два речника: *parentToChild* и *childToParent*. Први речник садржи информације о мапирању *parent* класа на своје *child* класе, док други речник садржи информације о обрнутом мапирању. Свака класа у речнику садржи информације о својим референцама ка другим класама, као и информације о класи коју референцира.

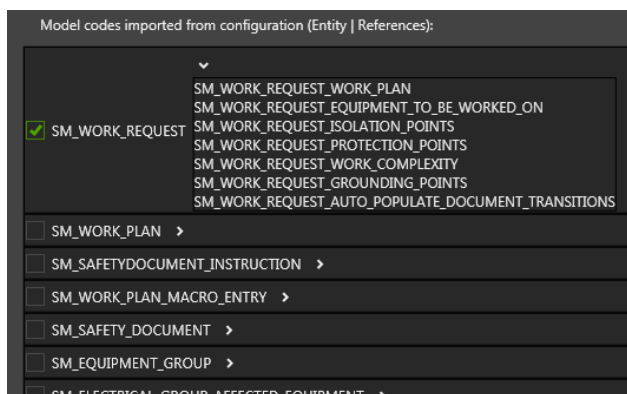
Поред ова два речника, класа *DefaultModelDescription*, садржи *allowNullReferences*, скуп референци које могу имати празну вредност. Овај скуп је битан због тога како за овакве случајеве апликација не би пријављивала појаву невалидних референци.

У оквиру класе *DefaultModelDescription*, дефинисано је неколико класа, како би се добио целокупан модел података на основу три претходно наведене колекције. Класа *Data* садржи информације о јединственом идентификатору референце, затим да ли је за референцу дозвољена празна вредност, као и тип класа које та референца може да садржи. Класа *Relation* садржи информације о јединственом идентификатору класе, као и поље претходно дефинисаног типа, *Data*. Класа *Metamodel* представља целокупан модел података и садржи листу објеката типа *Relation*.

Класа *DefaultModelDescription* садржи методу *GetMetaModel*, која, помоћу претходно дефинисаних класа, додава опис модела података, итерирајући кроз *parentToChild*, *childToParent* и *allowNullReferences* колекције и попуњава инстанциране објекте класа *Relation*, *Data* и *Metamodel* одговарајућим подацима.

4.4 Конверзија модела

Након добијања модела потребно је конвертовати га у формат погодан за приказ од стране *View*-а клијентске *WPF* апликације. Након извршавања конверзије на *View*-у се приказује учитани модел у формату да свака класа модела у оквиру експандера има приказане референце ка другим класама. Формат приказа модела приказан је на слици 4.2.



Слика 4.2: Приказ модела

4.5. Ручно додавање ентитета у конфигурацију

Након учитавања модела могуће је селектовати за које ентитете из конфигурације се жели проверити очуваност референцијалног интегритета. Такође су омогућена и текстуална поља за ручни унос ентитета и његових референци, као и дугме за додавање. Текстуална поља на основу уноса нуде кориснику листу ентитета и референци које је могуће додати и за њих проверавати референцијални интегритет.

Уколико се покуша унос пара ентитет/референца, који већ постоји у конфигурацији, кориснику се испише порука упозорења да такав пар већ постоји, док уколико се покуша унос ентитета или референце, која не постоји у моделу, испишује се порука о грешци.

4.6. Имплементација провере очуваности референцијалног интегритета

Када корисник селекује ентитете за које жели да провери референцијални интегритет и кликне на дугме *List Invalid References*, позива се метода *GDA* сервиса *GetExtentValues* која, на основу јединственог идентификатора типа ентитета и идентификатора типа референци, као резултат враћа све објекте датог типа. Након овога врши се итерација кроз својства сваког од објеката и врши се провера које од својстава је типа референце. Уколико је својство типа референце, значи да садржи јединствени глобални идентификатор референцираног објекта. Како би се извршила провера да ли тај референцирани објекат постоји, позива се метода *GDA* сервиса *GetValues*, која, на основу глобалног идентификатора, враћа опис референцираног објекта, уколико он постоји. Међутим, уколико он не постоји, а постоји референца на њега у *real time* бази, то значи да та референца није валидна, односно да је нарушена очуваност референцијалног интегритета.

На корисничком интерфејсу се приказују информације о типу ентитета у оквиру којег постоји невалидна референца, јединствени глобални идентификатор датог објекта, информација о типу референце, информације о типу референцираног ентитета, као и његов јединствени глобални идентификатор.

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је приказана апликација за проверу референцијалног интегритета *real time* базе података, која садржи модел електроенергетског система, а не

подржава референцијални интегритет елемената модела. Апликација је имплементирана коришћењем *WPF* и *WCF* технологија и *MVVM* обрасца.

Имплементирана функционалност омогућава кориснику да валидира референцијални интегритет уčitане *real time* базе, као и референцијални интегритет ручно унетих елемената, а који постоје унутар модела. Кориснику је омогућен увид у елементе са невалидним референцама унутар базе, као и увид у то који елементи недостају.

Употреба *WPF* технологије ствара услове за употребу *MVVM* обрасца. Предност *MVVM* обрасца је пре свега у одвајању приказа и логике, док *WCF* технологија омогућава повезивање апликације са сервисима.

Тренутно решење представља први корак у развоју ове апликације. Како би се *real time* база поновно довела у конзистентно стање, потребно је уклонити пронађене елементе са невалидним референцама. Ова функционалност представља правац даљег развоја.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wikipedia, „Windows Presentation Foundation”, https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Presentation_Foundation
- [2] Microsoft Developer Network, „Introduction to WPF”, [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/mt149842\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/mt149842(v=vs.110).aspx)
- [3] Microsoft Developer Network, „Data Binding Overview”, [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms752347\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms752347(v=vs.110).aspx)
- [4] Adam Nathan, „WPF 4 Unleashed“, Pearson Education, Jun 2010, pp 1-6
- [5] Microsoft Developer Network, „Introduction to WPF”, [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/mt149842\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/mt149842(v=vs.110).aspx)
- [6] Microsoft Developer Network, „The MVVM pattern”, <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh848246.aspx>
- [7] Microsoft Developer Network, „Implementing the MVVM Pattern”, [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/gg405484\(v=pandp.40\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/gg405484(v=pandp.40).aspx)

Кратка биографија:



Огьен Шобот рођен је у Новом Саду 1991. год. Основну школу „Вук Караџић“ завршио је у Бачкој Паланци 2006. године. Гимназију „20. Октобар“ у Бачкој Паланци завршио је 2010. године. Основне академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду, смер Рачунарство и аутоматика, усмерење Примењене рачунарске науке и информатика, завршио је 2014. године. Мастер академске студије на Факултету техничких наука у Новом Саду је уписао 2014 године.

**KONZERVACIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE REDUKCIJOM NAPONA NA OSNOVU
MERENJA SA PAMETNIH BROJILA****CONSERVATION VOLTAGE REDUCTION BASED ON SMART METER VOLTAGE
MEASUREMENTS**

Lazar Timotić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je postupak za automatsku kontrolu napona. Pritom, redukcija napona u mreži razmatra se u cilju konzervacije električne energije (Conservation Voltage Reduction - CVR). Primenom, u radu razvijenog algoritma, određuje se lista prekidačkih akcija čijom se realizacijom ostvaruju najniže vrednosti napona na potrošačima (unutar tehničkih granica). Izbor prekidačkih akcija realizuje se na osnovu merenja napona sa pametnih brojila i topologije mreže. Okidači za CVR proračun su definisan period vremena i narušene naponske granice (merenje napona pametnih brojila). Izvršavanje algoritma realizovano je u okviru zatvorene petlje integrisane u distributivni menadžment sistem (DMS). Opisani mehanizam verifikovan je na test mreži sa jednim regulatorom napona i 15 potrošača.

Abstract – This paper introduces automatic voltage control algorithm. In order to achieve Conservation Voltage Reduction (CVR), reduction of voltage in network is considered. By applying algorithm developed in this paper list of switching actions is determined, which execution leads to lowest consumer voltages (in technical limits). Switching action calculation is based on smart meter voltage measurements and network topology. CVR calculation triggers are expiration of defined time interval and detected voltage violation (smart meter voltage measurement). Proposed algorithm is executed in closed loop which is integrated in distribution management software (DMS). Proposed mechanism has been verified on test network with one voltage regulator and 15 consumers.

Ključne reči: distributivne mreže, redukcija napona, konzervacija električne energije, pametna brojila, DMS

1. UVOD

Zahtevi potrošača za sve većom količinom električne energije zahtevaju izgradnju sve većih (skupljih) proizvodnih kapaciteta. Pritom, veća proizvodnja nepovoljno utiče na životnu okolinu jer se i dalje veći deo električne energije proizvodi iz izvora koji oslobađaju veliku količinu otpadnih materija. Jedan od načina za uštedu energije i odlaganje novih investicija jeste konzervacija elek. energije redukcijom napona (Conservation Voltage Reduction - CVR) [1].

NAPOMENA:

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

CVR je zasnovan na činjenici da se redukcijom vrednosti napona napajanja na potrošačima generalno smanjuje potrošnja električne energije. Naravno, redukcija napona može da se realizuje samo pod uslovom da na potrošačima nisu narušene tehničke granice napona. Ove granice su propisane standardima EN50160 za evropske mreže i ANSI C84.1 za američke mreže.

Nakon uvoda, u drugom delu rada izvršena je formulacija problema. U trećem delu dat je opis predloženog algoritma za redukciju napona i njegovog izvršavanja u zatvorenoj petlji. Verifikacija algoritma na test mreži prikazana je u četvrtom delu. Nakon zaključka referentno je navedena literatura korišćena za realizaciju ovog rada.

2. FORMULACIJA PROBLEMA

Uobičajeno, efekti primene CVR-a definisani su faktorom [1]:

$$CVR_f = \Delta E / \Delta V, \quad (2)$$

gde je sa CVR_f označen CVR faktor, sa ΔE procenat električne energije uštedene redukcijom napona, a sa ΔV procenat redukcije napona. Različite studije pokazuju da se za svaki procenat redukcije napona potrošnja redukuje za 0.3÷1.14% [2,3]. Generalno, efikasnost primene CVR zavisi od karakteristika potrošnje i konfiguracije mreže.

Pametna brojila, čiju instalaciju distributivne kompanije sve češće vrše, pored osnovnih funkcionalnosti merenja potrošnje elek. energije omogućavaju merenja napona potrošača. Ovakva merenja potencijalno se mogu iskoristiti u procesu regulacije napona kao dodatna informacija o vrednostima napona na samim potrošačima, posebno ako te vrednosti narušavaju tehničke granice. Na taj način uz mala ulaganja ostvaruje se jednostavan i brz CVR postupak primenljiv na nivou cele distributivne mreže.

CVR postupak se može sprovoditi primenom nekog od sledećih metoda [3,4]:

- VVC,
- Kompenzacija pada napona (Line Drop Compensation - LDC),
- Smanjenje razlike napona čvorova (Voltage Spread Reduction - VSR).

U osnovi, LDC i VSR metode se takođe oslanjaju na regulaciju naponskih i reaktivnih prilika u mreži. Postoji nekoliko pristupa VVC-u među kojima se izdvajaju sledeća tri: 1) lokalna kontrola (regulatora napona i kondenzatorskih baterija), 2) regulacija na osnovu pravila i 3) regulacija zasnovana na simulacijama tokova snaga na modelu mreže [5]. Lokalna kontrola se zasniva na lokalnim merenjima

električnih veličina. Regulacija napona i reaktivnih snaga na osnovu pravila (eng. Rule Based VVC) obično podrazumeva regulaciju napona i regulaciju reaktivnih snaga kao dva odvojena procesa. Zbog toga se u okviru ovog VVC pristupa izdvajaju algoritmi za kontrolu napona (Voltage Control) i kontrolu toka reaktivnih snaga (VAR Control). Na osnovu merenja električnih veličina na jednoj ili više lokacija i/ili unapred zadatih pravila donose se odluke o delovanju na regulisane uređaje (regulatore napona i kondenzatorske baterije). VVC zasnovan na simulacijama tokova snaga na modelu mreže (eng. Model Based VVC) je najkompleksniji od navedenih pristupa i pruža najveće mogućnosti. Bazira se na proračunu tokova snaga, parametrima modela mreže i merenjima koja su dostupna u vremenu bliskom trenutku vršenja proračuna [5].

3. ALGORITAM REŠENJA

Kao što je ustanovljeno CVR se može ostvariti upotrebom VVC-a. Ako je VVC zasnovan na pravilima može se realizovati za kratko vreme uz mala ulaganja. Međutim ako je VVC kriterijum minimizacija potrošnje energije (CVR) tada, usled nedostatka informacija o vrednosti napona na potrošačima, ovaj pristup nije dovoljno efikasan. Zato je u ovom radu, za implementaciju CVR-a predložen algoritam zasnovan na pravilima koja se oslanjaju na merenja napona pametnih brojila na potrošačima. Predloženi algoritam u velikoj meri otklanja problem nedostatka informacija o naponima potrošača. Pošto se algoritam zasniva samo na resursima za regulaciju napona (regulacioni transformatori i regulatori napona), dakle bez resursa za regulaciju reaktivne snage, algoritam pripada grupi Voltage Control algoritama. Za praktičnu realizaciju, osim samog algoritma, neophodno je realizovati i mehanizam na osnovu kojeg se prati vreme i promene u mreži, čime se inicira izvršenje razmatranog algoritma. Predloženi mehanizam omogućava da se algoritam izvršava u zatvorenoj petlji (Closed Loop - CL).

3.1. Volt Control algoritam

Predloženi Volt Control (VC) algoritam oslanja se na podelu distributivne mreže na zone regulacije. Zona regulacije se može definisati kao oblast od jednog regulatora napona, nosioca zone, do prvog sledećeg regulatora napona, ili do kraja voda [6]. Proračun zadate vrednosti koju regulator napona, nosilac zone, treba da održava vrši se na osnovu izmerenih vrednosti napona pametnih brojila za svaku zonu posebno. Određuju se brojila sa najnižim i najvišim naponom u zoni, označeni sa V_{min} i V_{max} . Sa aspekta narušenja naponskih granica ova dva brojila su kritična. U zavisnosti od vrednosti V_{min} i V_{max} i definisanih granica napona određuje se nova zadata vrednost nosioca zone. Naponske granice koje su definisane tehničkim standardima nazvane su šire naponske granice (ŠG). Korisnik zadaje vrednost mrtve zone (DB) na osnovu koje se određuju uže naponske granice (UG), prema relacijama:

$$UG_+ = \check{S}G_+ - DB \quad (2)$$

$$UG_- = \check{S}G_- + DB \quad (3)$$

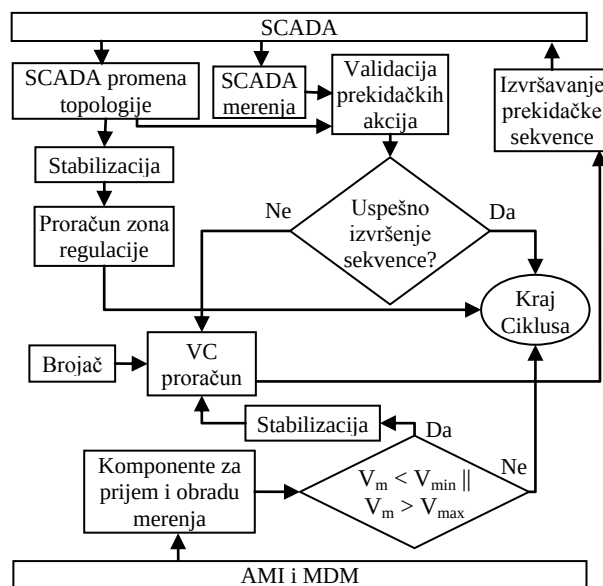
gde su sa $\check{S}G_+$ i UG_+ označene gornje, a sa $\check{S}G_-$ i UG_- donje šire i uže naponske granice, respektivno. Ukoliko je vrednost merenja napona pametnog brojila unutar mrtve

zone, to se neće smatrati narušenjem naponskih granica. Pri određivanju zadate vrednosti regulatora cilj VC algoritma jeste da najniža izmerena vrednost pametnog brojila u zoni bude jednaka UG_- .

Izlaz VC algoritma predstavlja prekidačka sekvenca koja se sastoji od zadatih vrednosti napona svih regulatora, nosioca zone.

3.2. CL mehanizam za izvršavanje VC algoritma

Blok dijagram koji predstavlja koncept CL mehanizma prikazan je na slici 1. CL mehanizam realizovan je u okviru DMS softvera. Na pametnim brojlama vrši se usrednjavanje vrednosti napona tokom definisanog vremenskog perioda (npr. 5, 10, 15 min.). Tako usrednjene vrednost se stavljaju na raspolaganje mernom sistemu za očitavanje. U nastavku se smatra da do DMS softvera dolaze petominutne usrednjene vrednosti napona.



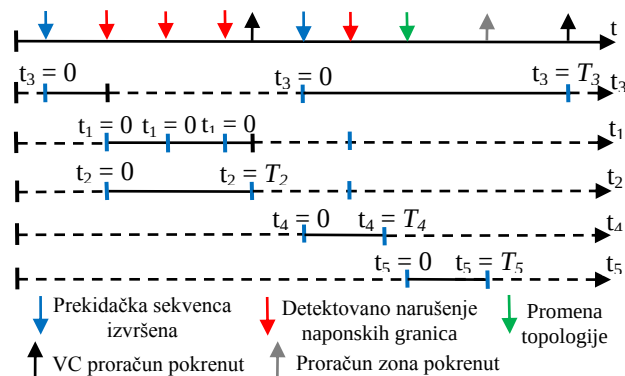
Slika 1. Blok dijagram VC mehanizma zatvorene petlje za realizaciju CVR postupka [7]

Merenja sa pametnih brojila obezbeđuje napredna merna infrastruktura (Advanced Metering Infrastructure - AMI) ili sistem za upravljanje merenim podacima i skladištenje podataka (Meter Data Management - MDM).

Ciklus optimizacije počinje pojavom merenja pametnih brojila van definisanog opsega ili istekom perioda vremena $T3$, koje odbrojava brojač. Na slici 2 dat je primer toka vremenskih intervala upotrebljenih u CL mehanizmu, označeni su i događaji do kojih dovodi njihov istek. U slučaju detekcije narušenja naponskih granica zadatih od strane korisnika ili u slučaju promene topologije pre izvršenja naredne operacije čeka se stabilizacioni period. Stabilizacija nakon detekcije narušenja naponskih granica definisana je stabilizacionim vremenima $T1$ i $T2$, njihovo odbrojanje se istovremeno startuje, a pri pojavi novog narušenja odbrojanje $T1$ se restartuje, slika 2. Nakon isteka $T1$ ili $T2$ poziva se VC proračun u cilju popravke narušenja napona. Stabilizacija nakon promene topologije definisana je vremenskim intervalom $T5$. Njegovo odbrojanje počinje nakon detekcije promene topologije i restartuje se nakon svake nove promene topologije, slika 2. Pre početka odbrojanja sve operacije koje su u toku se prekidaju. Nakon isteka $T5$ vrši se proračun zona i određuje se

pripadnost pametnih brojila zonama. Stabilizacija je potrebna kako bi se novo stanje mreže odrazilo na merenja pametnih brojila i kako bi se sačekale potencijalne nove promene topologije.

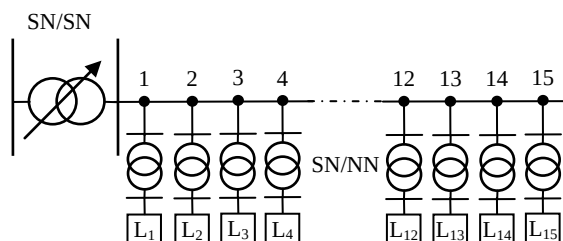
Rezultat VC proračuna je lista prekidačkih akcija. Dobijena prekidačka sekvenca se šalje na izvršenje SCADA podsistemu. Prekidačka akcija za posledicu ima promenu stanja uređaja. Stanje uređaja je pod nadzorom SCADA-e i njegova promena je znak da je uređaj primio komandu, što predstavlja validaciju prekidačke akcije. U slučaju neuspešnog izvršenja neke od komandi iz sekvence optimizacioni ciklus se ponavlja. Uspešno izvršenje prekidačke sekvence predstavlja kraj optimizacionog ciklusa. Nakon promene zadate vrednosti regulatora napona potrebno je neko vreme kako bi se izvršena komanda nad regulatorom odrazila na vrednosti merenja napona koja stižu sa pametnih brojila, obzirom da se sa pametnih brojila dobijaju petominutna usrednjena merenja napona. Merenja pristigla tokom tog, stabilizacionog, perioda koje je označeno sa T4 nisu ažurna i zato na osnovu njih ne treba donositi odluke. Na slici 2 se može uočiti naponsko narušenje na koje nije reagovano jer je odbrojanje T4 bilo u toku.



Slika 2. Prikaz vremenskih intervala upotrebljenih u CL-u

4. VERIFIKACIJA ALGORITMA

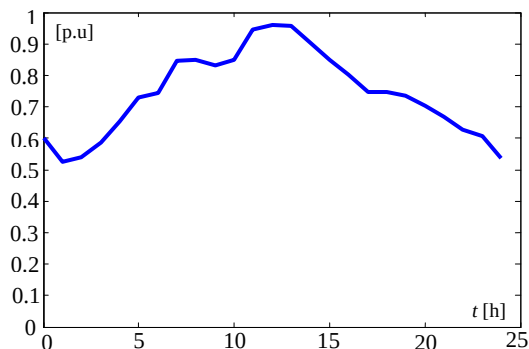
Test mreža prikazana na slici 3, sastoji se od Tr SN/SN ($33 \pm 21 \times 1\% / 11 \text{ kV/kV}$, $S_n = 10 \text{ MVA}$, $u_k = 7\%$) i voda sa petnaest Tr SN/NN ($11/0,4 \text{ kV/kV}$, $S_n = 1 \text{ MVA}$, $u_k = 5\%$). Svi elementi mreže su trofazni i uravnoteženi.



Slika 3. Distributivna test mreža

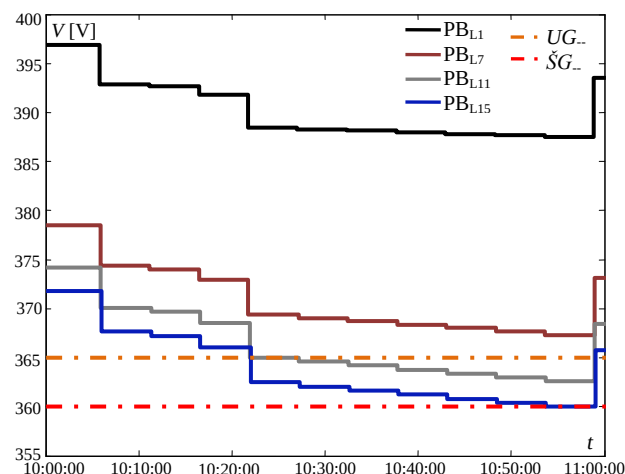
Svi potrošači su istih karakteristika: nominalni napon 400 V, maksimalna aktivna snaga 500 kW i maksimalna reaktivna snaga 150 kVar. Normalizovani dnevni hronološki dijagrami potrošnje aktivne i reaktivne snage prikazani su na slici 4. Potrošači su predstavljeni modelima konstantne struje, njihova potrošnja se menja linearno sa promenom napona. SN vod se sastoji od istih kablovskih deonica dužine 0,7 km, čiji parametri su: podužna otpornost $r = 0,206 \Omega/\text{km}$, podužna reaktansa, $x = 0,117$

Ω/km , podužna susceptansa $b = 116 \mu\text{S}/\text{km}$. Vremenski intervali T1, T2, T3, T4 i T5 iznose 75s, 300s, 900s, 300s, 300s, respektivno. Uže naponske granice su: $UG_- = 365 \text{ V}$, $UG_+ = 435 \text{ V}$. Pametna brojila postavljena su na potrošačima L1, L7, L11, L15. Vrednosti napona čvorova dobijeni su kontinualnim proračunom tokova snaga. Merenja pametnih brojila formiraju se kao 5-to minutne usrednjene vrednosti napona čvorova sa brojilima.

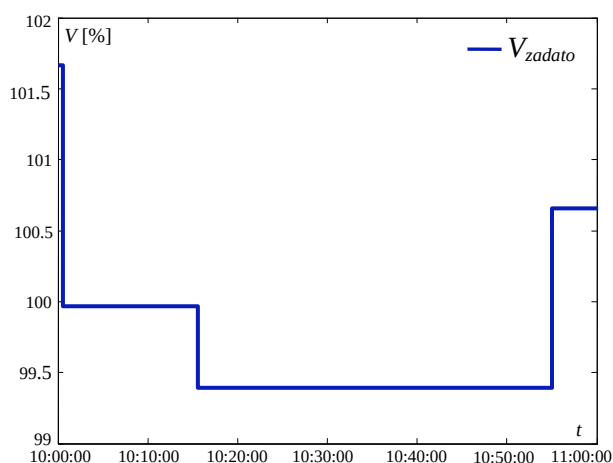


Slika 4. Normalizovani dnevni hronološki dijagram potrošnje aktivne i reaktivne snage

Rad CL mehanizma simuliran je u periodu od 10 do 11 časova, kada je promena potrošnje najveća, slika 4. Inicijalna vrednost regulatora napona je 101,667%. Pre pokretanja CL mehanizma, minimalna izmerena vrednost napona na pametnim brojilima iznosi 371,791 V (PBL15), slika 5. Može se zaključiti da postoji prostor za snižavanje vrednosti napona. Na osnovu VC proračuna optimalna vrednost regulatora napona iznosi 99,969%, slika 6. Ostvarene vrednosti napona na pametnim brojilima tokom simulacije, sa naznačenim donjim naponskim granicama, prikazane su na slici 5. Promena vrednosti na regulatoru napona prikazane su na slici 6. Tokom vremena raste vrednost potrošnje, a samim usled povećanja pada napona opada vrednost napona na potrošačima. U trenutku 10:53:44 h najniža vrednost napona 359,98 V izmerena je na PBL15, što je manje od ŠG— čime je narušena donja naponska granica. Na osnovu VC proračuna, koji je pokrenut nakon T1, u trenutku 10:54:59, nova zadata vrednost napona regulatora je 100,658%. Primenom nove vrednosti, na potrošačima je ostvarena minimalna vrednost napona 365,781 V, čime je otklonjen problem narušenja minimalne granice napona.

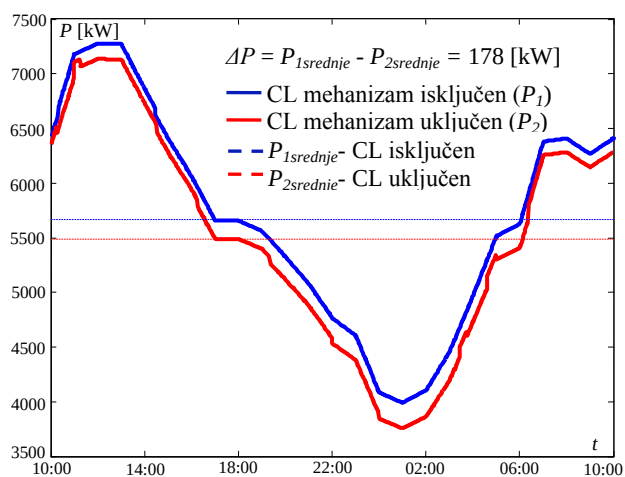


Slika 5. Promena merenog napona pametnih brojila

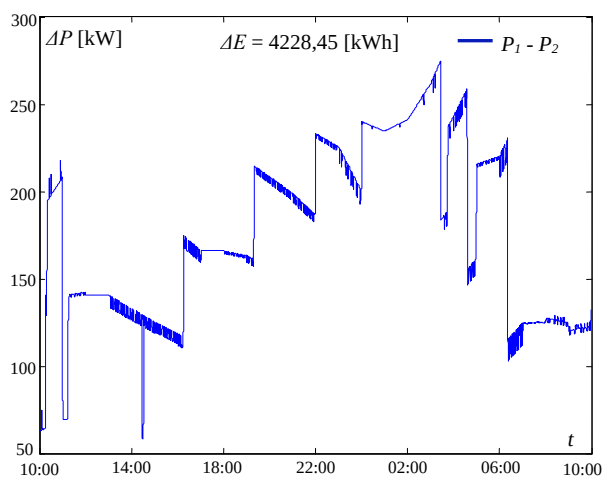


Slika 6. Promena zadate vrednosti RN

Za isti primer, primenom prethodno prikazanog postupka, izvršena je analiza rada CL mehanizma za perioda od 24 časa. Na slici 7, prikazane su vrednosti injektiranja aktivne snage u korenu test mreže, za primer kada CL mehanizam nije radio (plava linija), odnosno kada je radio (crvena linija). Ukupni efekat naglašen je prikazom njihovih srednjih vrednosti (isprekidane vrednosti). Na slici 8 prikazana je razlika ostvarenih dijagrama. Za razmatrani primer ukupna električne energije (ΔE) koja je redukovana primenom CL mehanizma iznosi 4.228 kWh.



Slika 7. Promena injektiranja aktivne snage u korenu test mreže tokom 24h sa i bez uključenog CL mehanizma



Slika 8. Redukovana injektirana aktivna snaga

5. ZAKLJUČAK

CVR predstavlja atraktivan način za ostvarivanje uštede električne energije, zbog mogućnost upotrebe resursa koji već postoje u mreži kao i uštede energije bez isključenja napajanja potrošačima. Kao jedan od najrasprostranjenijih pristupa za realizaciju CVR-a izdvojen je VVC. Za realizaciju CVR-a predložen je VC algoritam zasnovan na pravilima integrisan u DMS. Koncept CL mehanizam iskorišćen je za kontinualnu realizaciju VC algoritma. Primenom takvog mehanizma omogućeno je da se izbor optimalnih upravljačkih akcija realizuje na osnovu usrednjenih vrednosti merenja pametnih brojila.

Verifikacija mogućnosti predloženog mehanizma izvršena je na primeru jednostavne distributivne mreže, u kojoj postoje pametna brojila. Redukcijom napona ostvarena je ušteda električne energije, a da pritom nijednom nisu narušene naponske granice. U nastavku ovog rada istraživanja treba usmeriti ka kompleksnijim neuravnoteženim mrežama sa više regulatora napona.

6. LITERATURA

- [1] Z.Wang, J.Wang: Review on Implementation and Assessment of Conservation Voltage Reduction, *IEEE Trans. on PS*, Vol. 29, No. 2, November 2013, pp. 1306-1315
- [2] H.J.Liu, R.Macwan, N.Alexander, H.Zhu: A Methodology to Analyze Conservation Voltage Reduction Performance Using Field Test Data, *IEEE Smart Grid Communications*, Venice, November 2014.
- [3] D.Pinney: *Costs and benefits of Conservation Voltage Reduction - CVR Warrants careful examination*; studija, NRECA and U.S DOE Smart Grid demonstration project, May 2014.
- [4] C.-C.Liu, S.McArthur, S.J.Lee: *Smart Grid Handbook - 3 Volume set*, Wiley, July 2016.
- [5] S.Rahimi: Evaluation of requirements for Volt/Var Control and Optimization function in Distribution Management Systems, *IEEE Energy Conference & Exhibition*, Florence, September 2012.
- [6] I.Roytelman, J.Medina: Volt/VAR control and Conservation Voltage Reduction as a function of advanced DMS, *Innovative Smart Grid Technologies Conference*, Minneapolis, September 2016.
- [7] G.Švenda: Predavanja iz predmeta: Specijalizovani softveri u elektroenergetici, *Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad, 2015.

Kratka biografija:



Lazar Timotić rođen je u Šapcu 1992. god Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2011/2012, odsek energetika elektronika i telekomunikacije. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – sme: Elektroenergetski sistemi odbranio je 2017 god.

PRORAČUN INDEKSA PERFORMANSI RADIJALNE DISTRIBUTIVNE MREŽE CALCULATION OF PERFORMANCE INDICES IN RADIAL DISTRIBUTION NETWORK

Marko Šavija, Predrag Vidović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je obrađen problem proračuna indeksa performansi radijalne distributivne mreže na osnovu rezultata proračuna tokova snaga. Obrađeni su modeli elemenata, kao i sam model distributivne mreže, te je dat algoritam za proračun tokova snaga distributivnih mreža. Izvršen je numerički proračun za različite vrednosti snaga proizvodnje i potrošnje, realizovan u programskom jeziku Fortran, nakon čega su analizirani rezultati.

Abstract – This paper deals with the problem of calculation of performance indices in radial distribution network using Load Flow calculation results. Mathematical models of network elements and network itself are given. An algorithm for Load Flow calculation is described. Calculation for different loads of production and generation is done through an application developed in Fortran programming language. Additionally, a thorough analysis of the results is given.

Cljučne reči: Indeksi performanse, tokovi snaga, radijalne distributivne mreže.

1. UVOD

Struktura elektroenergetskog sistema (EES) se izmenila krajem devedesetih godina dvadesetog veka, kao posledica liberalizacije tržišta električne energije. Istovremeno pred EES se svakim danom postavlja sve više tehničkih izazova – povećanje vršnih opterećenja, zahtevi za boljim kvalitetom i većom pouzdanosti, implementacija novih tehnologija i učesnika na tržištu. Zbog klimatskih promena i povećanja stepena štetnih gasova teži se smanjenju uticaja EES na okolinu. U tu svrhu se sve više koriste distributivni izvori [1]. Usled navedenog javila se potreba za kreiranjem funkcionalnosti koja bi nam omogućila praćenje performansi distributivne mreže (DM). Indeksi performansi DM nam omogućavaju: Praćenje i analizu snaga opterećenja sekcija i transformatora mreže; Analizu disbalansa struja po fazama; Proračun injektiranih snaga, snaga potrošnje, proizvodnje i gubitaka prikazane mreže; Analizu napona na potrošaču. Na osnovu svega navedenog vršimo procenu stanja DM i da li su odluke koje su izvršene nad mrežom opravdane. Da li nam donose benefit ili ih treba odbaciti. Takođe njena uloga je i proveriti da li pojedine operacije nad mrežom ugrožavaju sigurnost same distributivne mreže.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Predrag Vidović, doc.

Usled ugradnje distributivnih generatora (DG) u DM dolazi do smanjenja gubitaka u mreži, pozitivnog uticaja na naponski profil i povećanja pouzdanost napajanja, ali i DM postaje aktivna i može doći do pojave prenapona, obrnutog toka snage, neželjene preraspodele struje kvara i narušavanja stabilnosti sistema uopšte. Zbog toga potreba za poznavanjem indeksa performansi DM je postala još veća. Proračun tokova snaga je osnovni proračun u elektroenergetici i samim tim najznačajnija analitička funkcija u DMS sistemima. Tokovi snaga predstavljaju proračun promenljivih stanja, na bazi poznatog napona izvora napajanja mreže i poznatih potrošnji u svim čvorovima mreže [2]. Pošto rezultati ovog proračuna pružaju uvid u kompletan režim mreže, mogu se iskoristiti i za proračun indeksa performansi DM. Na ovaj način operatorima DM se olakšava uvid u celokupno stanje sistema, ali i njegovih pojedinačnih elemenata.

2. EKVIVALENTNE ŠEME ELEMENATA MIKSOVANE DISTRIBUTIVNE MREŽE I MODEL MREŽE

Ovde su obrađeni matematički modeli (ne)uravnoteženih potrošača i DG, te sekcija (vodova) i uravnoteženih transformatora sa spregama: Y_{NYn} , D_{Yn} .

2.1. Model potrošača

U ovom delu su obrađeni modeli potrošača. Snaga potrošnje potrošača, $\hat{S}_x(U_x)$, $x \in \{a, b, c\}$, gde su sa a, b i c indeksirane faze mreže, data je funkcijom [3]:

$$\hat{S}_x(U_x) = k_{spx} P_x^{spec} - j k_{sqx} Q_x^{spec} + k_{ipx} \frac{U_x}{U_n} P_x^{spec} - j k_{iqx} \frac{U_x}{U_n} Q_x^{spec} + k_{ypx} \left(\frac{U_x}{U_n} \right)^2 P_x^{spec} - j k_{yqx} \left(\frac{U_x}{U_n} \right)^2 Q_x^{spec}, x \in \{a, b, c\}, \quad (1)$$

pri čemu su:

P_x^{spec} , Q_x^{spec} – normalizovana specificirana fazna aktivna i reaktivna snaga potrošnje potrošača;
 k_{spx} , k_{sqx} – koeficijenti učešća delova fazne aktivne i reaktivne snage potrošnje potrošača koje nisu zavisne od napona;
 k_{ipx} , k_{iqx} – koeficijenti učešća delova fazne aktivne i reaktivne snage potrošnje potrošača koje su linearno zavisne od napona;
 k_{ypx} , k_{yqx} – koeficijenti učešća delova fazne aktivne i reaktivne snage potrošnje potrošača koje su zavisne od kvadrata napona.

Za koeficijente učešća važi:

$$k_{spx} + k_{ipx} + k_{ypx} = 1.0, x \in \{a, b, c\}, \quad (2)$$

$$k_{sqx} + k_{iqx} + k_{yqx} = 1.0, x \in \{a, b, c\}. \quad (3)$$

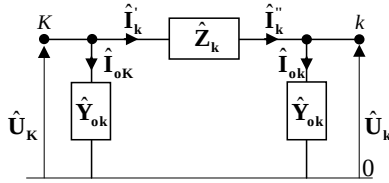
Za potrošače konstantne snage koeficijenti k_{sp} i k_{sq} su jednaki jedinici, a ostali koeficijenti su nule. U ovom radu potrošači su modelovani upravo na ovaj način.

2.2. Model generatora

Generatorski čvorovi u DM, u opštem slučaju, mogu biti PQ ili PV tipa. U ovom radu su modelovani kao čvorovi PQ tipa, jer su specficirana injektiranja aktivne i reaktivne snage poznate veličine, za razliku od napona čvora (moduo i fazni stav). Drugim rečima, DG su modelovani kao potrošači sa negativnim injektiranjem snage [4].

2.3. Model sekcije voda

Vodovi su elementi EES namenjeni za prenos i distribuciju električne energije. Načelna šema sekcije trofaznog voda prikazana je na slici 1. Čvorovi K i k jesu početak i kraj sekcije.



Slika 1. Načelna šema trofazne sekcije (voda)

Matematički model sekcije sa slike 1 glasi:

$$\hat{\mathbf{I}}_k' = \hat{\mathbf{I}}_k'', \quad (4)$$

$$\hat{\mathbf{I}}_{0K} = \hat{\mathbf{Y}}_{0K} \hat{\mathbf{U}}_K, \quad \hat{\mathbf{I}}_{0k} = \hat{\mathbf{Y}}_{0k} \hat{\mathbf{U}}_k, \quad (5)$$

$$\hat{\mathbf{U}}_k = \hat{\mathbf{U}}_K - \hat{\mathbf{Z}}_k \hat{\mathbf{I}}_k', \quad (6)$$

pri čemu su korišćene sledeće oznake:

$\hat{\mathbf{U}}_K, \hat{\mathbf{U}}_k$ – vektori napona u domenu simetričnih komponenti na početku i kraju sekcije, dimenzija 3×1 ;

$\hat{\mathbf{I}}_k', \hat{\mathbf{I}}_k''$ – međusobno jednaki vektori struja u domenu simetričnih komponenti na početku i kraju sekcije, dimenzija 3×1 ;

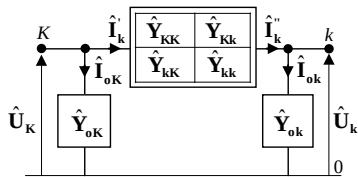
$\hat{\mathbf{I}}_{0K}, \hat{\mathbf{I}}_{0k}$ – vektori struja u domenu simetričnih komponenti otočnih parametara na početku i kraju sekcije, dimenzija 3×1 ;

$\hat{\mathbf{Z}}_k, \hat{\mathbf{Y}}_{0k}$ – matricni reprezentanti rednih i otočnih parametara u domenu simetričnih komponenti sekcije (jednaki na oba kraja sekcije), dimenzija 3×3 ; pošto je sekcija uravnotežena te matrice dijagonalne;

2.4. Modeli transformatora

Elektroenergetski trofazni transformatori su statički uređaji pošto nemaju obrtno delove. Oni su namenjeni unutrašnjoj transformaciji električne energije (električna energija u električnu energiju) [4].

Načelna šema trofaznog transformatora prikazana je na slici 2.



Slika 2. Načelna šema trofaznog transformatora

Matematički model transformatora sa slike 2 glasi:

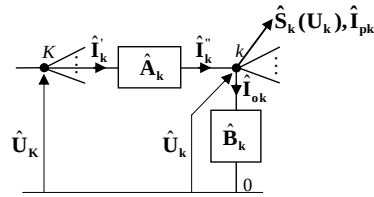
$$\hat{\mathbf{I}}_{0K} = \hat{\mathbf{Y}}_{0K} \hat{\mathbf{U}}_K, \quad \hat{\mathbf{I}}_{0k} = \hat{\mathbf{Y}}_{0k} \hat{\mathbf{U}}_k, \quad (7)$$

$$\hat{\mathbf{I}}_k' = \hat{\mathbf{Y}}_{KK} \hat{\mathbf{U}}_K + \hat{\mathbf{Y}}_{Kk} \hat{\mathbf{U}}_k, \quad (8)$$

$$-\hat{\mathbf{I}}_k'' = \hat{\mathbf{Y}}_{kK} \hat{\mathbf{U}}_K + \hat{\mathbf{Y}}_{kk} \hat{\mathbf{U}}_k. \quad (9)$$

2.5. Model mreže

Saglasno sa modelima potrošača, sekcija (vodova) i transformatora, model DM može da se konstituiše koristeći se isključivo Γ segmentima prikazanim na slici 3 [3], složenim po slojevima. Svaki Γ segment je asociran jednoj grani mreže (sekciji voda ili transformatoru).



Slika 3. Segment Γ_k trofazne radialne distributivne mreže

Sa $\hat{\mathbf{A}}_k$ označen je matricni reprezent rednih parametara – redna grana segmenta Γ_k . Sa $\hat{\mathbf{B}}_k$ označen je admitantni matricni reprezent otočnih parametara – otočna grana segmenta Γ_k . $\hat{\mathbf{B}}_k$ ovde predstavlja sumu admitantnih matricnih reprezenata otočnih parametara kraja sekcije ili transformatora kojoj ili kojem je asociran razmatrani segment Γ_k , otočnih parametara na počecima sekcija ili transformatora koji se napajaju preko razmatranog segmenta i matricnih reprezenata elemenata direktno priključenih u čvoru k [3].

3. PRORAČUN TOKOVA SNAGA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Ovde je opisan algoritam za proračun tokova snaga radialne DM u domenu simetričnih komponenti. Algoritam se sastoji od inicijalizacije postupka, iterativnog dela i provere konvergencije. Iterativni deo čine tri koraka (proračun struja otočnih elemenata, procedura sumiranja struja i procedura korekcija napona) koji se ponavljaju sve dok se ne ispune uslovi konvergencije.

3.1. Proračun struja otočnih elemenata

Proračun struja otočnih elemenata se radi za svaki čvor u mreži osim za balansni ($k = 1, 2, 3, \dots, n$) i za svaku fazu čvora posebno. Proračun struja otočnih elemenata radi se na sledeći način:

$$\hat{\mathbf{I}}_{kx} = \left(\frac{\hat{S}_{kx}(\hat{U}_{kx})}{\hat{U}_{kx}} \right)^* + \hat{\mathbf{Y}}_{ko} \hat{\mathbf{U}}_{kx}, \quad x \in \{a, b, c\}, \quad (10)$$

gde prvi sabirak predstavlja struju potrošnje, a drugi struju otočnih elemenata.

3.2. Procedura sumiranja struja

Procedura sumiranja struja počinje od poslednjeg ka prvom segmentu ($k = n, \dots, 3, 2, 1$). Sumiranje struja se obavlja pomoću sledeće relacije:

$$\hat{\mathbf{I}}_k'' = \hat{\mathbf{I}}_k + \sum_{j \in \alpha_k} \hat{\mathbf{I}}_j', \quad (11)$$

gde je:

α_k - skup indeksa segmenata koji se napajaju sa k -tog segmenta.

U slučaju da je Γ_k segment sekcija važi:

$$\hat{\mathbf{I}}_k' = \hat{\mathbf{I}}_k'', \quad (12)$$

a u slučaju da je taj segment transformator, struja $\hat{I}_k''$ predstavlja struju na sekundarnu transformatora, te je potrebno da se ta struja iznese na primarnu stranu transformatora.

Direktna i inverzna komponenta se iznose na primarnu stranu transformatora pomoću sledeće relacije:

$$\hat{I}^S = e^{jk^s/6} \hat{I}^s, S \in \{D, I\}, s \in \{d, i\}. \quad (13)$$

U slučaju sprege YNyn, nulta komponenta se iznosi analogno direktnoj i inverznoj komponenti:

$$\hat{I}^O = e^{jk^o/6} \hat{I}^o. \quad (14)$$

Kod sprege Dyn nulta komponenta struje je jednaka nuli sa strane trougla, a sa strane uzemljenja zvezde računa se na sledeći način:

$$\hat{I}^o = (3\hat{Y}_o + \hat{Y}_k) \hat{U}^o, \quad (15)$$

gde je sa $\hat{Y}_o$ označena admitansa uzemljenja, a sa $\hat{Y}_k$ admitansa kratkog spoja.

(Napomena: Realni odnosi transformacije transformatora eliminisani su primenom sistema relativnih jedinica.)

3.3. Procedura korekcija napona

U okviru ove procedure radi se korekcija napona čvorova mreže na osnovu prethodno izračunatih struja grana. Proračun se radi od prvog ka poslednjem čvoru ($k = 1, 2, 3, \dots, n$). Naponi čvorova se dobijaju uvažavajući padove napona na segmentima.

Korekcija napona na sekcijama se radi pomoću relacije:

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{A}_k \hat{I}_k. \quad (16)$$

U slučaju transformatora korekcija napona zavisi od sprege. Tako se korekcija napona za direktnu i inverznu komponentu uvek obavlja pomoću sledeće relacije:

$$\hat{U}^s = e^{-jk^s\pi/6} (\hat{U}^S - \hat{Z}_k \hat{I}^s), S \in \{D, I\}, s \in \{d, i\}. \quad (17)$$

Što se tiče korekcije nulte komponente napona, ona se u slučaju sprege YNyn radi analogno korekciji direktne i inverzne komponente:

$$\hat{U}^o = e^{-jk^o\pi/6} (\hat{U}^O - (\hat{Z}_k + 3\hat{Z}_o) \hat{I}^o). \quad (18)$$

U slučaju sprege Dyn korekcija nulte komponente se radi pomoću relacije:

$$\hat{U}^o = -(3\hat{Z}_o + \hat{Z}_k) \hat{I}^o. \quad (19)$$

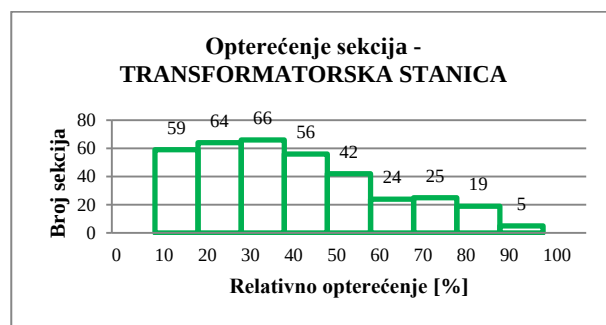
4. NUMERIČKA VERIFIKACIJA PRORAČUNA INDEKSA PERFORMANSI RADIJALNE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Test mreža se sastoji od transformatorske stanice, VN/NN, sa 2 napojna transformatora koji čine dve transformatorske oblasti, oblast 1 i oblast 2 respektivno. Transformatori su sprege Y_NY_n0, od kojih jedan napaja 4 međusobno jednaka izvoda sa oznakama od 1 do 4, a drugi 3 jednaka izvoda sa oznakama od 5 do 7. Odnosno, mreža se sastoji od 728 čvorova, 322 potrošača i 40 DG. Potrošači i DG se napajaju preko SN/NN transformatora sprege Dyn5. Za datu radijalnu trofaznu distributivnu test mrežu sa nesimetrično opterećenim potrošačima izvršen je proračun tokova snaga, pomoću kojeg su izvršeni proračuni indeksa performansi. Prikazan je slučaj kada su na mrežu priključeni svi postojeći DG. Tabela 1 prikazuje najopterećenije sekcije i transformatore po izvodima, transformatorskim oblastima i celokupnoj mreži. Za svaki od izvoda, transformatorskih oblasti i za celu mrežu je

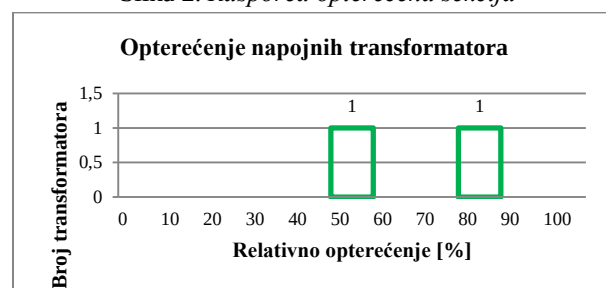
definisan limit snage za koji se, u slučaju da je prekoračen, ispisuje: VISOK1 (125% S_n), VISOK2 (150% S_n), VISOK3 (175% S_n) i VISOK4 (200% S_n) u koloni limit. U slučaju da limit nije prekoračen ispis je U REDU. U koloni ID je naveden indeks sekcije ili transformatora koji su najopterećeniji. Oznaka u tabeli tr. oblast se odnosi na transformatorsku oblast. Prikazane procentualne vrednosti snaga sekcija i transformatora su definisane u odnosu na njihovu nominalnu snagu. Slike 2 i 3 prikazuju raspored opterećenja sekcija i napojnih transformatora na nivou transformatorske stanice.

Tabela 1. Opterećenje sekcija i transformatora

Izvod:	S _{sec} [%]	Limit	ID	S _{tr} [%]	Limit	ID
1	49.319	U REDU	4	25.531	U REDU	249
2	40.181	U REDU	5	25.531	U REDU	69
3	48.493	U REDU	30	25.531	U REDU	309
4	38.500	U REDU	7	25.531	U REDU	129
5	78.631	U REDU	8	25.527	U REDU	369
6	82.428	U REDU	9	25.528	U REDU	189
7	78.015	U REDU	10	25.527	U REDU	429
Tr oblast:						
1	49.319	U REDU	4	25.531	U REDU	69
2	82.428	U REDU	9	25.528	U REDU	189
Mreža:						
	82.428	U REDU	9	25.531	U REDU	69

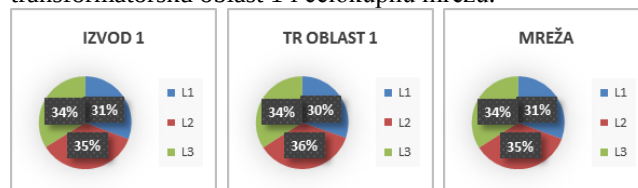


Slika 2. Raspored opterećena sekcija



Slika 3. Raspored opterećena napojnih transformatora

Slika 4 prikazuje balanse struja po fazama, za izvod 1, transformatorsku oblast 1 i celokupnu mrežu.



Slika 4. Balansi struje po fazama

U tabelama 3, 4 i 5 su prikazani podaci o proizvodnji, potrošnji i gubicima na nivou izvoda, transformatorskih oblasti i transformatorske stanice respektivno. U ovom slučaju su zadovoljene jednačine bilansa snaga:

$$P_{injektiranja} - P_{potrošnje} - P_{gubitaka} + P_{proizvodnje} = 0 \quad (20)$$

$$Q_{injektiranja} - Q_{potrošnje} - Q_{gubitaka} + Q_{proizvodnje} = 0 \quad (21)$$

Navedene vrednosti omogućavaju brz uvid operateru u trenutne snage u sistemu kojima raspolaže i samim tim brzu reakciju u slučaju potrebe preraspodele datih snaga sa jednog izvoda na drugi.

Tabela 5. Podaci o snagama potrošne u mreži

Izvod:	P _{potrošnje} [kW]	Q _{potrošnje} [kVAr]
1	2994.0	1676.0
2	2794.0	1562.0
3	2946.0	1654.0
4	2752.0	1540.0
5	4710.0	2624.0
6	4976.0	2816.0
7	4744.0	2676.0
Transformatorska oblast:		
1	11486.0	6432.0
2	14430.0	8116.0
Transformatorska stanica:	25916.0	14548.0

Tabela 6. Podaci o gubicima u mreži

Izvod:	P _{gubitaka} [kW]	Q _{gubitaka} [kVAr]
1	7.4	37.3
2	5.8	38.9
3	7.8	37.6
4	3.9	38.1
5	31.6	69.2
6	38.1	79.0
7	29.8	70.0
Transformatorska oblast:		
1	24.8	737.8
2	99.5	1325.5
Transformatorska stanica:	124.2	2063.3

Tabela 7. Podaci o snagama proizvodnje u mreži

Izvod:	P _{proizvodnje} [kW]	Q _{proizvodnje} [kVAr]
1	390	140
2	750	250
3	450	130
4	810	280
5	630	220
6	690	260
7	690	170
Transformatorska oblast:		
1	2400	800
2	2010	650
Transformatorska stanica:	4410	1450

U Tabeli 8 prikazani su potrošački čvorovi sa minimalnim i maksimalnim procentualnim vrednostima napona na izvodima, transformatorskim oblastima i celokupnoj mreži, respektivno. Procentualne vrednosti napona čvorova se odnose na nominalnu vrednost napona. Takođe prikazano je da li su prekoračeni odgovarajući kritični limiti. Limiti su: VEOMANIZAK (-10%U_n), NIZAK (-5%U_n) za minimalne vrednosti napona, a VISOK (+5%U_n) i VEOMAVISOK (+10%U_n) za maksimalne vrednosti napona. U slučaju da limit nije prekoračen ispis je U REDU. Oznaka u tabeli tr. oblast se odnosi na transformatorsku oblast. U koloni ID naveden

je indeks čvora u kom se nalazi najkritičniji potrošač ili DG. Na ovaj način imamo uvid koje tačke su najkritičnije po pitanju napona i shodno tome možemo pravovremeno reagovati i popraviti naponske prilike.

Tabela 8. Podaci o naponima potrošača

Linijski napon [%]						
Izvod:	Min	Limit	ID	Max	Limit	ID
1	91.22	NIZAK	473	94.77	U REDU	249
2	91.30	NIZAK	572	95.19	U REDU	69
3	91.15	NIZAK	533	94.69	U REDU	309
4	91.48	NIZAK	493	95.13	U REDU	129
5	86.74	VEOMA NIZAK	689	91.47	U REDU	89
6	86.39	VEOMA NIZAK	726	92.01	U REDU	189
7	86.76	VEOMA NIZAK	723	91.39	U REDU	429
Tr. oblast:						
1	91.15	NIZAK	533	95.19	U REDU	69
2	86.39	VEOMA NIZAK	726	92.01	U REDU	189
Mreža:	86.39	VEOMA NIZAK	533	95.19	U REDU	69

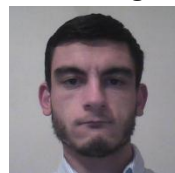
5. ZAKLJUČAK

Indeksi performansi distributivnih mreža omogućavaju analizu distributivne mreže sa integrisanim DG-jevima, a sve u cilju poboljšanja njenog rada i očuvanja stabilnosti. U okviru ovog rada opisano je na koji način softver, kao osnovni deo savremenih DMS sistema, može doprineti lakšem praćenju stanja elemenata distributivne mreže, te poboljšati njihov rad. Pokazano je da je moguće analizirati i pratiti stanje elemenata distributivne mreže, koristeći se rezultatima osnovnog elektroenergetskog proračuna – proračuna tokova snaga. Na taj način možemo poboljšati parametre distributivne mreže i prevremeno sprečiti neželjene efekte.

6. LITERATURA

- [1] K. Purchala, R. Belmans, K. Leuven: Distributed generation and the grid integration issues, Imperial College, London
- [2] D. Popović, D. Bekut, V. Treskanica, Specijalizovani DMS algoritmi, DMS Grupa DOO za elektroenergetski inženjering, Novi Sad, 2004.
- [3] P. Vidović, Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža, Magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [4] V. Strezoski, Osnovi elektroenergetike, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2014.

Kratka biografija:



Marko Šavija rođen je u Banja Luci 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2017.god.



Predrag Vidović je rođen u Vlasenici, 1981. godine. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao, na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi, 2005, 2008, odnosno 2015. godine, respektivno.

MONITORING DISTRIBUIRANIH GENERATORA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**MONITORING OF DISTRIBUTED GENERATORS IN DISTRIBUTION NETWORK**

Jelena Đurić, Predrag Vidović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je obrađen problem monitoringa distribuiranih generatora u distributivnoj mreži pomoću rezultata proračuna tokova snaga. Obradeni su modeli elemenata, kao i sam model distributivne mreže, te je dat algoritam za proračun tokova snaga distributivnih mreža. Izvršen je numerički proračun za različite tipove i proizvodnje generatora, realizovan u programskom jeziku Fortran, nakon čega su analizirani rezultati.

Abstract – This paper deals with the problem of monitoring of distributed generators in distribution network, using Load Flow calculation results. Mathematical models of network elements and network itself are given. An algorithm for Load Flow calculation is described. Calculation for different types and productions of distributed generators is done through an application developed in Fortran programming language. Additionally, a thorough analysis of the results is given.

Ključne reči: Distribuirani generatori, tokovi snaga, radijalne distributivne mreže.

1. UVOD

Struktura elektroenergetskog sistema (EES) se izmenila krajem devedesetih godina dvadesetog veka, kao posledica liberalizacije tržišta električne energije. Istovremeno pred EES se svakim danom postavlja sve više tehničkih izazova – povećanje vršnih opterećenja, zahtevi za boljim kvalitetom i većom pouzdanošću, implementacija novih tehnologija i učesnika na tržištu... Zbog klimatskih promena i povećanja stepena štetnih gasova teži se smanjenju uticaja EES na okolinu. Neophodno je obezbediti sigurnu proizvodnju, koja ne zavisi od fosilnih goriva, zbog sve manjih rezervi istih. Odgovor na ovakve zahteve je nađen u upotrebi distribuiranih i obnovljivih izvora energije. Cilj je obezbediti fleksibilan, pouzdan, ekonomski isplativ i dekarbonizovan EES [1]. Kako bi odgovorili na prethodno navedene trendove u elektroenergetici i bili konkurentni na tržištu, operatori distributivnih mreža sve više pokazuju interesovanje i potrebu za sofisticiranim alatima za upravljanje mrežom. Razvijaju se posebni algoritmi, koji odgovaraju specifičnoj prirodi distributivnih mreža (DM) i koji su integrisani u sistem za menadžment električnom energijom – DMS (Distributivni Menadžment Sistem). Karakteristike DM su slaba upetljanost, radijalni pogon, visok odnos R/X kod vodova

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Predrag Vidović, docent.

i kablova, a u poslednje vreme i sve veće prisustvo distribuiranih generatora (DG) [2]. DG smanjuju gubitke u mreži, pozitivno utiču na naponski profil i povećavaju pouzdanost napajanja. Međutim, njihovom ugradnjom, DM postaje aktivna i dinamičnija i može doći do pojave prenapona, obrnutog toka snage, neželjene preraspodele struje kvara i narušavanja stabilnosti sistema uopšte. Prema tome, ugradnju DG neophodno je dobro isplanirati, a zatim i stalno pratiti njihovu proizvodnju i uticaj na ostatak DM. Proračun tokova snaga je osnovni proračun u elektroenergetici i samim tim najznačajnija analitička funkcija u DMS sistemima. Tokovi snaga predstavljaju proračun promenljivih stanja, na bazi poznatog napona izvora napajanja mreže i poznatih potrošnji u svim čvorovima mreže. Pošto rezultati ovog proračuna pružaju uvid u kompletan režim mreže, mogu se iskoristiti i za monitoring DG u planerske i operativne svrhe. Pomoću tako dobijenih rezultata mogu se pratiti vrednosti svih režimskih veličina na mestima priključenja DG, a samim tim i detektovati neželjena ili nepredviđena ponašanja DG. Operatorima DM na ovaj način se olakšava uvid u celokupno stanje sistema, kapacitete već instalisanih generatorskih jedinica i mogućnosti instalisanja novih.

**2. EKVIVALENTNE ŠEME ELEMENATA
RADIJALNE DISTRIBUTIVNE MREŽE I MODEL
MREŽE**

Ovde su obrađeni matematički modeli (ne)uravnoteženih potrošača i DG, te sekcija (vodova) i uravnoteženih transformatora sa spregama Y_{NYn} i D_{yn} .

2.1. Model potrošača

U ovom delu su obrađeni modeli potrošača. Snaga potrošnje potrošača, $\hat{S}_x(U_x)$, $x \in \{a, b, c\}$, gde su sa a, b i c indeksirane faze mreže, data je funkcijom [3]:

$$\hat{S}_x(U_x) = k_{spx} P_x^{spec} - j k_{sqx} Q_x^{spec} + k_{ipx} \frac{U_x}{U_n} P_x^{spec} - j k_{iqx} \frac{U_x}{U_n} Q_x^{spec} + k_{ypx} \left(\frac{U_x}{U_n} \right)^2 P_x^{spec} - j k_{yqx} \left(\frac{U_x}{U_n} \right)^2 Q_x^{spec}, \quad x \in \{a, b, c\}, \quad (1)$$

pri čemu su:

P_x^{spec}, Q_x^{spec} – normalizovana specificirana fazna aktivna i reaktivna snaga potrošnje potrošača;
 k_{spx}, k_{sqx} – koeficijenti učešća delova fazne aktivne i reaktivne snage potrošnje potrošača koje nisu zavisne od napona;
 k_{ipx}, k_{iqx} – koeficijenti učešća delova fazne aktivne i reaktivne snage potrošnje potrošača koje su linearno zavisne od napona;
 k_{ypx}, k_{yqx} – koeficijenti učešća delova fazne aktivne i reaktivne snage potrošnje potrošača koje su zavisne od kvadrata napona.

Za koeficijente učešća važi:

$$k_{spk} + k_{ipk} + k_{ypk} = 1.0, x \in \{a, b, c\}, \quad (2)$$

$$k_{sqk} + k_{iqk} + k_{yqk} = 1.0, x \in \{a, b, c\}. \quad (3)$$

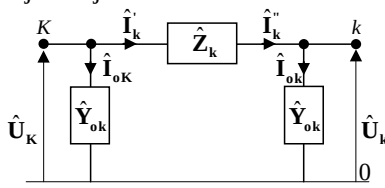
Za potrošače konstantne snage koeficijenti k_{spk} i k_{sqk} su jednaki jedinici, a ostali koeficijenti su nule. U ovom radu potrošači su modelovani upravo na ovaj način.

2.2. Model generatora

Generatorski čvorovi u DM, u opštem slučaju, mogu biti PQ ili PV tipa. U ovom radu su modelovani kao čvorovi PQ tipa, jer su specifikirana injektiranje aktivne i reaktivne snage poznate veličine, za razliku od napona čvora (moduo i fazni stav). Drugim rečima, DG su modelovani kao potrošači sa negativnim injektiranjem snage [4].

2.3. Model sekcije voda

Vodovi su elementi EES namenjeni za prenos i distribuciju električne energije. Načelna šema sekcije trofaznog voda prikazana je na slici 1. Čvorovi K i k jesu početak i kraj sekcije.



Slika 1. Načelna šema trofazne sekcije (voda)

Matematički model sekcije sa slike 1 glasi:

$$\hat{I}_k' = \hat{I}_k'', \quad (4)$$

$$\hat{I}_{oK} = \hat{Y}_{oK} \hat{U}_K, \quad \hat{I}_{ok} = \hat{Y}_{ok} \hat{U}_k, \quad (5)$$

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{Z}_k \hat{I}_k', \quad (6)$$

pri čemu su korišćene sledeće oznake:

$\hat{U}_K, \hat{U}_k$ – vektori napona u domenu simetričnih komponenti na početku i kraju sekcije, dimenzija 3×1 ;

$\hat{I}_k', \hat{I}_k''$ – međusobno jednaki vektori struja u domenu simetričnih komponenti na početku i kraju sekcije, dimenzija 3×1 ;

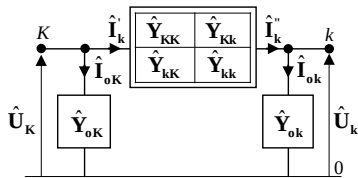
$\hat{I}_{oK}, \hat{I}_{ok}$ – vektori struja u domenu simetričnih komponenti otočnih parametara na početku i kraju sekcije, dimenzija 3×1 ;

$\hat{Z}_k, \hat{Y}_{oK}$ – matricni reprezentanti rednih i otočnih parametara u domenu simetričnih komponenti sekcije (jednaki na oba kraja sekcije), dimenzija 3×3 ; pošto je sekcija uravnotežena te matrice dijagonalne;

2.4. Modeli transformatora

Elektroenergetski trofazni transformatori su statički uređaji pošto nemaju obrtne delove i namenjeni su unutrašnjoj transformaciji električne energije [4].

Načelna šema trofaznog transformatora prikazana je na slici 2.



Slika 2. Načelna šema trofaznog transformatora

Matematički model transformatora sa slike 2 glasi:

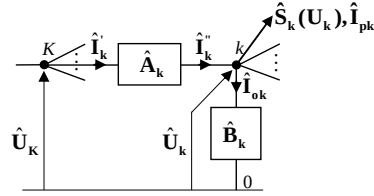
$$\hat{I}_{oK} = \hat{Y}_{oK} \hat{U}_K, \quad \hat{I}_{ok} = \hat{Y}_{ok} \hat{U}_k, \quad (7)$$

$$\hat{I}_k' = \hat{Y}_{KK} \hat{U}_K + \hat{Y}_{Kk} \hat{U}_k, \quad (8)$$

$$-\hat{I}_k'' = \hat{Y}_{kK} \hat{U}_K + \hat{Y}_{kk} \hat{U}_k. \quad (9)$$

2.5. Model mreže

Saglasno sa modelima potrošača, sekcija (vodova) i transformatora, model DM može da se konstituiše koristeći se isključivo Γ segmentima prikazanim na slici 3 [3], složenim po slojevima. Svaki Γ segment je asociran jednoj grani mreže (sekciji voda ili transformatoru).



Slika 3. Segment Γ_k trofazne radijalne distributivne mreže

Sa $\hat{A}_k$ označen je matricni reprezent rednih parametara – redna grana segmenta Γ_k . Sa $\hat{B}_k$ označen je admitantni matricni reprezent otočnih parametara – otočna grana segmenta Γ_k . $\hat{B}_k$ ovde predstavlja sumu admitantnih matricnih reprezenata otočnih parametara kraja sekcije ili transformatora kojoj ili kojem je asociran razmatrani segment Γ_k , otočnih parametara na počecima sekcija ili transformatora koji se napajaju preko razmatranog segmenta i matricnih reprezenata elemenata direktno priključenih u čvoru k [3].

3. PRORAČUN TOKOVA SNAGA RADIJALNE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Ovde je opisan algoritam za proračun tokova snaga radijalne DM u domenu simetričnih komponenti. Algoritam se sastoji od inicijalizacije postupka, iterativnog dela i provere konvergencije. Iterativni deo čine tri koraka (proračun struja otočnih elemenata, procedura sumiranja struja i procedura korekcija napona) koji se ponavljaju sve dok se ne ispune uslovi konvergencije.

3.1. Proračun struja otočnih elemenata

Proračun struja otočnih elemenata se radi za svaki čvor u mreži osim za balansni ($k = 1, 2, 3, \dots, n$), za svaku fazu čvora posebno. Proračun struja otočnih elemenata radi se na sledeći način:

$$\hat{I}_{kx} = \left(\frac{\hat{S}_{kx}(\hat{U}_{kx})}{\hat{U}_{kx}} \right)^* + \hat{Y}_{ko} \hat{U}_{kx}, \quad x \in \{a, b, c\}, \quad (10)$$

gde prvi sabirak predstavlja struju potrošnje, a drugi struju otočnih elemenata.

3.2. Procedura sumiranja struja

Procedura sumiranja struja počinje od poslednjeg ka prvom segmentu ($k = n, \dots, 3, 2, 1$). Sumiranje struja se obavlja pomoću sledeće relacije:

$$\hat{I}_k'' = \hat{I}_k + \sum_{j \in \alpha_k} \hat{I}_j', \quad (11)$$

gde je:

α_k – skup indeksa segmenata koji se napajaju sa k-tog segmenta.

U slučaju da je Γ_k segment sekcija važi:

$$\hat{\mathbf{I}}_k' = \hat{\mathbf{I}}_k'', \quad (12)$$

a u slučaju da je taj segment transformator, struja $\hat{\mathbf{I}}_k''$ predstavlja struju na sekundarnu transformatora, te je potrebno da se ta struja iznese na primarnu stranu transformatora.

Direktna i inverzna komponenta se iznose na primarnu stranu transformatora pomoću sledeće relacije:

$$\hat{I}^S = e^{jk^S/6} \hat{I}^s, \quad S \in \{D, I\}, s \in \{d, i\}. \quad (13)$$

U slučaju sprege Y_{NY_n} , nulta komponenta se iznosi analogno direktnoj i inverznoj komponenti:

$$\hat{I}^O = e^{jk^O/6} \hat{I}^o. \quad (14)$$

Kod sprege Dy_n nulta komponenta struje je jednaka nuli sa strane trougla, a sa strane uzemljenje zvezde računa se na sledeći način:

$$\hat{I}^O = (3\hat{Y}_o + \hat{Y}_k) \hat{U}^O, \quad (15)$$

gde je sa $\hat{Y}_o$ označena admitansa uzemljenja, a sa $\hat{Y}_k$ admitansa kratkog spoja.

(Napomena: Realni odnosi transformacije transformatora eliminisani su primenom sistema relativnih jedinica.)

3.3. Procedura korekcija napona

U okviru ove procedure radi se korekcija napona čvorova mreže na osnovu prethodno izračunatih struja grana. Proračun se radi od prvog ka poslednjem čvoru ($k = 1, 2, 3, \dots, n$). Naponi čvorova se dobijaju uvažavajući padove napona na segmentima.

Korekcija napona na sekcijama se radi pomoću relacije:

$$\hat{\mathbf{U}}_k = \hat{\mathbf{U}}_K - \hat{\mathbf{A}}_k \hat{\mathbf{I}}_k'. \quad (16)$$

U slučaju transformatora korekcija napona zavisi od sprege. Tako se korekcija napona za direktnu i inverznu komponentu uvek obavlja pomoću sledeće relacije:

$$\hat{U}^S = e^{-jk^S/6} (\hat{U}^S - \hat{Z}_k \hat{I}^S), \quad S \in \{D, I\}, s \in \{d, i\}. \quad (17)$$

Što se tiče korekcije nulte komponente napona, ona se u slučaju sprege Y_{NY_n} radi analogno korekciji direktne i inverzne komponente:

$$\hat{U}^O = e^{-jk^O/6} (\hat{U}^O - (\hat{Z}_k + 3\hat{Z}_o) \hat{I}^O). \quad (18)$$

U slučaju sprege Dy_n korekcija nulte komponente se radi pomoću relacije:

$$\hat{U}^O = -(\hat{Z}_o + \hat{Z}_k) \hat{I}^O. \quad (19)$$

4. NUMERIČKA VERIFIKACIJA MONITORINGA DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Test mreža se sastoji od transformatorske stanice, VN/NN, sa 2 napojna transformatora, sprege $Y_{NY_n}0$, od kojih jedan napaja 4 međusobno jednaka izvoda, a drugi 3 međusobno jednaka izvoda. Odnosno, mreža se sastoji od 728 čvorova, 322 potrošača i 40 DG. Potrošači i DG se napajaju preko SN/NN transformatora sprege Dy_n5 . Za datu radialnu trofaznu distributivnu test mrežu sa nesimetrično opterećenim potrošačima izvršen je proračun tokova snaga. Pomoću rezultata ovog proračuna generisani su izveštaji o trenutnoj distribuiranoj proizvodnji u mreži. Prikazan je slučaj kada su na mrežu priključeni svi postojeći DG. Tabela 1 prikazuje ukupno injektiranje aktivne i reaktivne snage u mrežu, potrošnju, proizvodnju i gubitke snaga. Gubici su dati u apsolutnim jedinicama i procentualno, kao udeo u injektiranoj snazi.

Tabela 2 prikazuje pad napona na izvodima mreže. Injektiranja snage DG su doprinela da gubici i padovi napona u mreži budu veoma niski.

Tabela 1. Ukupne injektirane snage u DM i gubici snaga

	P[kW]	Q[kVAr]
Injektiranje	23800.36	14869.53
Proizvodnja DG	8523.00	2452.20
Potrošnja	32190.24	15866.40
Gubici	133.14	1455.32
Gubici[%]	0.56	9.79

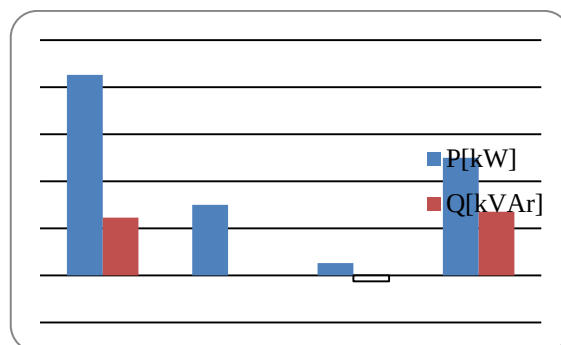
Tabela 2. Ukupni padovi napona na izvodima mreže

	Izvod 1	Izvod 2	Izvod 3	Izvod 4	Izvod 5	Izvod 6	Izvod 7
dUa[V]	38.90	36.69	46.74	23.53	99.33	122.11	102.40
dUb[V]	48.02	45.09	56.54	31.67	123.55	145.73	129.51
dUc[V]	42.26	41.33	55.12	27.08	109.16	138.27	127.12

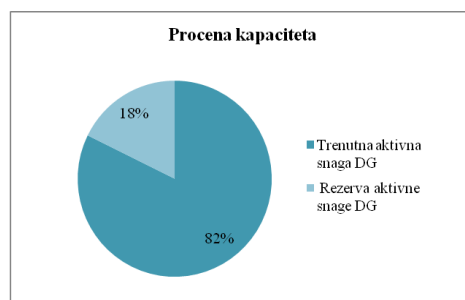
U tabeli 3 prikazani su opšti podaci o DG, podeljeni po tipovima DG. Sa stanovišta tipa DG, u DM ima najviše vetrogeneratora i solarnih panela (solara), pa oni predstavljaju posebne grupe DG, dok su svi ostali tipovi svrstani u grupu „Ostalo”. Prikazan je ukupan broj DG u mreži, njihova instalisana snaga, broj priključenih jedinica i njihova trenutna proizvodnja, te snaga rezerve, koja prestavlja razliku između trenutne proizvodnje i ukupne instalisane snage DG u mreži. Slika 4 grafički ilustruje trenutnu proizvodnju DG u mreži. Slika 5 prikazuje koji deo ukupne instalisane snage u mreži je iskorišćen, da bi se lako uočilo na koliku još podršku DG se može osloniti.

Tabela 3. Opšti podaci o distribuiranoj proizvodnji

	Ukupno	Vetrogeneratori	Solari	Ostalo
Broj	40	10	10	20
Priključeni	40	10	10	20
Pn[kW]	10360.00	3660.00	640.00	6060.00
P[kW]	8523.00	3000.00	523.00	5000.00
Q[kVAr]	2452.20	0.00	-253.00	2705.20
P rezerve[kW]	1837.00	660.00	117.00	1060.00



Slika 4. Ukupna proizvodnja DG u mreži



Slika 6. Iskorišćeni kapacitet distribuirane proizvodnje

Uz kriterijum dozvoljenog odstupanja napona (+/- 5% nominalnog napona), prilikom instalacije DG u mrežu, distributivna preduzeća ugovaraju dozvoljene vrednosti injektiranja aktivne, reaktivne snage kao i dozvoljene vrednosti faktora snaga, kako ne bi došlo do degradacije pogonskih prilika u DM ili kako bi se postigao neki dodatni željeni uticaj određenog DG na ostatak sistema. Tabela 4 pruža brz uvid u aktuelne vrednosti napona na mestu priključenja DG, proizvodnju i faktor snage kao i eventualna prekoračenja propisanih limita. Prikazane su kritične tačke, na nivou cele DM, koje imaju najveća odstupanja od dozvoljenih vrednosti. Crvenom bojom su označena prekoračenja gornjih granica, žutom donjih, a zelena boja znači da nije došlo do narušenja limita, ali je i u tim slučajevima prikazan onaj DG koji je najkritičniji, odnosno najbliži propisanim limitima. U poslednjoj koloni je dat indeks čvora u kom se nalazi najkritičniji DG, kako bi operator na tom mestu brzo mogao da preduzme upravljačke akcije i smanji negativan uticaj DG na ostatak sistema.

Tabela 4. Kritični DG

	Aktuelno	Limit	Čvor
V _{max} [kV]	0.231	0.243	29
V _{min} [kV]	0.224	0.219	713
P _{max} [kW]	250.00	170.00	125
P _{min} [kW]	250.00	400.00	673
Q _{max} [kVAr]	135.26	60.00	129
Q _{min} [kVAr]	0.00	100.00	693
cosφ _{max}	1.00	0.95	449
cosφ _{min}	0.88	0.90	593

Tabela 5. Detaljan prikaz veličina DG

TR1				
Izvod 1				
Čvor:	V1 [kV]	V2[kV]	V3[kV]	V _{max} [kV]
109 solar	0.228	0.227	0.227	0.228
	I1[A]	I2[A]	I3[A]	I _{max} [A]
	85.02	85.49	85.26	85.49
	Pn[kW]	P[kW]	Q[kW]	cosφ
249 ostalo	60.00	52.30	-25.30	0.90
	V1 [kV]	V2[kV]	V3[kV]	V _{max} [kV]
	0.230	0.229	0.229	0.230
	I1[A]	I2[A]	I3[A]	I _{max} [A]
389 ostalo	411.86	414.14	412.92	414.135
	Pn[kW]	P[kW]	Q[kW]	cosφ
	240.00	250.00	135.26	0.88
	V1 [kV]	V2[kV]	V3[kV]	V _{max} [kV]
529 vetrogenerator	0.230	0.229	0.229	0.230
	I1[A]	I2[A]	I3[A]	I _{max} [A]
	412.20	414.50	413.21	414.50
	Pn[kW]	P[kW]	Q[kW]	cosφ
529 vetrogenerator	300.00	250.00	135.26	0.88
	V1 [kV]	V2[kV]	V3[kV]	V _{max} [kV]
	0.228	0.226	0.227	0.228
	I1[A]	I2[A]	I3[A]	I _{max} [A]
529 vetrogenerator	439.44	441.93	440.50	441.93
	Pn[kW]	P[kW]	Q[kW]	cosφ
	380.00	300.00	0.00	1.00

U tabelama 5 i 6 su dati rezultati proračuna za DG, koji pripadaju izvodu1. Ovako se mogu prikazati i rezultati za svaki postojeći izvod test mreže. Tabela 5 prikazuje fazne napone i struje na mestu priključenja, kao i njihove maksimalne vrednosti, a zatim i podatke o proizvodnji DG. Mesto priključenja (čvor) i grupa kojoj DG pripada je naglašena. Tabela 6 za svaku proizvodnu jedinicu daje uvid o prekoračenjima ugovorenih vrednosti.

Tabela 6. Prekoračenja limita

Čvor	Napon		Aktivna snaga		Reaktivna snaga		cosφ	
	Aktuelno	Limit	Aktuelno	Limit	Aktuelno	Limit	Aktuelno	Limit
TR1								
Izvod 1								
109	0.228	0.243	52.30	80.00	-25.30	25.00	0.90	0.93
	0.227	0.219		40.00	-25.00	-25.00		0.85
	0.230	0.243	250.00	260.00	135.26	140.00	0.88	0.95
	0.229	0.219		160.00		-60.00		0.90
249	0.230	0.243	250.00	400.00	135.26	140.00	0.88	0.95
	0.229	0.219		200.00		-100.00		0.85
	0.228	0.243	300.00	500.00	0.00	150.00	1.00	0.95
	0.226	0.219		200.00		-60.00		0.85

5. ZAKLJUČAK

Distribuirana proizvodnja postaje sastavni deo današnje DM, i sve više dobija na popularnosti, pa se ne sme izostaviti iz planerske i operativne prakse. U okviru ovog rada opisano je na koji način softver, kao osnova savremenih DMS sistema, može doprineti lakšoj integraciji distribuiranih izvora energije u DM, te poboljšati kontrolu njihovog rada i upravljanja. Bazična analitička funkcija u DMS softveru je proračun tokova snaga. Prilikom analize rezultata ovog proračuna na zadatoj test DM, uočeno je da je moguće pratiti trenutno stanje DG i njihov uticaj na pogonske prilike, odnosno performanse samog sistema. Ovi rezultati omogućavaju brz i jednostavan uvid u statusu uključenosti DG, proizvodnje DG, vrednosti napona i struja u tačkama priključenja, kao i proveru narušavanja regulatornih tehničkih ograničenja. Rezultati se mogu dobiti na nivou cele mreže, delova mreže, a i na nivou samih generatorskih jedinica. Lako se može videti uticaj na pad napona u mreži i gubitke snage. Ovakvim nadzorom distribuirane proizvodnje mogu se lakše i brže suzbiti negativni uticaji DG na EES, odnosno može se u potpunosti iskoristiti potencijal mreže da instalise što više ovakvih jedinica.

6. LITERATURA

- [1] N.Jenkins, J.B.Ekanayake, G.Strbac, Distributed Generation; IET, London, 2010.
- [2] D. Popović, D. Bekut, V. Treskanica, Specijalizovani DMS algoritmi, DMS Grupa DOO za elektroenergetski inženjering, Novi Sad, 2004.
- [3] P.Vidović, Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža, Magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [4] P.Vidović, Proračuni tokova snaga neuravnoteženih distributivnih mreža, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2015.

Kratka biografija:



Jelena Đurić rođena je u Novom Sadu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2017.god.



Predrag Vidović je rođen u Vlasenici, 1981. godine. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao, na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi, 2005, 2008, odnosno 2015. godine, respektivno.

**RAZVOJ APLIKACIJE ZA AUTOMATSKO AŽURIRANJE I INSTALIRANJE SCADA
SOFTVERA****DEVELOPMENT OF THE APPLICATION FOR AUTOMATIC UPDATING AND
INSTALLATION OF SCADA SOFTWARE**

Saša Đurić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan postupak automatizacije instalacije SCADA softvera kao i automatizacija hotfixa na računarima ili virtuelnim mašinama. Primarni zadatak AutoDeploymenta je instalacija i konfiguracija softvera na distribuiranim sistemima. Automatizacijom tih procesa se postiže veća stabilnost pri radu i eliminiše se mogućnost ljudske greške. U radu je dat kratak opis DMS (Distribution Management System) sistema u kojem se ove procedure primjenjuju, i opis alata korištenih u rešenju. Optimizacija se sastoji iz dva odvojena test plana, tj skupa skripti koje se izvršavaju na sistemu.

Abstract – This dokument describes automation of SCADA software installation and automation hotfix installation on computer or virtual machine. The primary aim of AutoDeployment is installation and configuration of software on enterprise systems. With automation of these procedures we accomplish greater stability in software work and we eliminate human errors. Short description of DMS (Distribution Management System) systems, and tools used in solition, is also given in this document. Optimization procedure consists two different test plans which are performed on system.

Ključne reči: AutoDeployment, DMS, Optimization

1. UVOD

U ovom radu je izvršena analiza koja se odnosi na distribuirane sisteme odnosno DMS. DMS je sistem složene arhitekture koji se sastoji najčešće od velikog broja različitih servera, klijenata i domen kontrolera (DC). Posebno treba naglasiti da se upravo u takvom okruženju rade testiranja veoma složenog softverskog proizvoda, koja omogućavaju preciznije provjere rada softvera.

Ovaj rad opisuje optimizaciju automatskih postavki SCADA softvera kao i automatsku instalaciju hotfixa na računar. Instalacija SCADA-e se vršila ručno. Cilj ovog rada je da se osmisli logika pomoću koje će se automatski instalirati softver kao i hotfixi. Samim tim će se smanjiti utrošeno vreme kao i mogućnost ljudske greške. AD je realizovan u Python programskom jeziku i oslanja se na ST alat koji omogućava remote pristup distribuiranim sistemima. Samim tim se i ovo rešenje oslanja na iste alate.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Čapko, docent.

2. DISTRIBUTED MENAGEMENT SYSTEM (DMS)

DMS ili “Sistem za upravljanje distribucijom električne energije” je modul koji se sastoji iz ulaznih parametara kao što su mrežni model i SCADA (“Sistem za upravljanje i prikupljanje podataka”) tačke, odnosno ručno unesene tačke, i izlaznih parametara koji predstavljaju rezultate proračuna i predloge kako rešiti postojeće probleme ili kako optimizovati dalji rad. Služi za topološku analizu i dodatne analitičke proračune, istraživanje, razvoj i inženjering u pomenutoj oblasti [1]. Arhitektura DMS- a se sastoji iz četiri glavna sloja:

- serverski sloj;
- baza podataka;
- SCADA sistem;
- prezentacioni sloj.

Klijent- server arhitektura je tip systemske arhitekture koji predstavlja jedan od danas najčešće korištenih principa izgradnje sistema za distribuiranu obradu. Klijent- server model je baziran na distribuciji funkcija između dva tipa nezavisnih autonomnih procesa: servera i klijenta. Klijent je proces koji zahteva specifične usluge servera. Server je proces koji pruža usluge klijentu.

Mreža služi za povezivanje računara. Klijenti i serveri tu vezu koriste da bi razmenili pozive. Takođe, server se u vidu klijenta može obratiti drugim serverima u mreži za određeni resurs ili distribuiranu obradu.

3. KORIŠĆENI ALATI

U ovom poglavlju će biti opisani alati koji su korišćeni prilikom realizacije praktičnog dela rada.

3.1. Python programski jezik

Python je programski jezik visokog nivoa opšte namene. Podržava, imperativni, objektno- orijentisan i funkcionalan stil programiranja [2]. Programski jezik Python se uglavnom interpretira. Interpreteri i standardne biblioteke modula se stalno razvijaju i prenose na veliki broj različitih platformi. Glavne podržane platforme su Linux, Microsoft Windows, BSD, Mac OS X.

Podaci u programskom jeziku Python predstavljeni su objektima. Svaki objekat sadrži deo objekta i njegovu vrednost. Jednom kreirani objekat ne može da menja tip, dok vrednost nekih objekata može da bude promenljiva. Promenljivost objekata određena je njihovim tipom. Postoje:

- nepromenjivi objekti, kao što su brojevi, stringovi;
- promenljivi objekti- rečnici (dictionary) i liste.

3.2. Extensible Markup Language (XML)

XML predstavlja *markup* jezik koji definiše set pravila za enkodiranje dokumenta u format koji je čitljiv i za programera i za mašinu. Definisan je od strane *World Wide Web Consortium*-a (W3C) kroz XML 1.0 specifikaciju i predstavlja besplatan i otvoren standard. Predstavlja tekstualni format podataka sa podrškom *Unicode* karaktera za veliki broj govornih jezika.

Kao dodatak tome što je XML dobro formatiran, može se proveriti validnost XML dokumenta. Ovo znači da je moguće izvršiti proveru da li su svi elementi u XML-u opisani u skladu sa sintaksnim pravilima određenim XML šemom. XML procesori koji služe za obradu podataka mogu voditi računa o validnosti samog dokumenta, ali ukoliko vode, onda moraju imati mehanizam za prijavu grešaka ukoliko je dokument nevalidan [3].

3.3. Smart Test

Smart Test (ST) je alatka koja služi za razvoj i primenu *Python* koda prvenstveno u cilju automatskog testiranja softvera a zatim i u automatizaciji postavke softvera na enterprise sisteme. Sa instalacijom ST-a dolaze mnogi *Python* moduli koji uveliko olakšavaju pisanje skripti za automatizaciju. ST aplikacija korišćena u radu se zove *Test Runner*.

Pokretanjem *Python* skripti koristeći *Test Runner* alat pruža nam se mogućnost korištenja njegovih *C#* i *Python* modula. Neki od njegovih modula omogućavaju i izvršavanje skripti na udaljenim mašinama iz drugih domena, što je i najčešće korišten način postavljanja i konfiguracije instalacija na distribuiranim sistemima.

Druga aplikacija koju donosi ST je *STAgent* koji na mašini na kojoj je instaliran kreira port preko kog prima instrukcije pisane u *Python* jeziku.

3.4. Smarter

Smarter je web aplikacija koja se nastavlja na ST alatku i koja omogućava pokretanje procedura automatskih postavki softvera, praćenje postavki u realnom vremenu, zakazivanje unapred planiranih postavki, i slanje izveštaja po završetku procedure za postavku softvera.

4. POSTOJEĆA AD INFRASTRUKTURA

4.1. Podešavanje sistema

Da bi bilo moguće izvršavati AD skripte na distribuiranim sistemima u drugim domenima potrebno je odraditi korake kako bi se moglo pristupiti mašinama u sistemu. Koraci koji treba da se odrade su:

- *User Account Control* (UAC) treba da se isključi na svim mašinama.
- *Smart Test* alat treba da se instalira na sve mašine u sistemu i *STAgent* aplikacija treba da se pokrene.
- Na jednoj mašini je potrebno kreirati jednu *public* lokaciju koja će biti dostupna iz drugih domena.

Svaki sistem treba da ima definisanu konfiguraciju opisanu XML jezikom. Potrebno je kreirati XML fajlove koji sadrže opisanu fizičku i softversku konfiguraciju sistem i .json fajl koji povezuje softversku i hardversku konfiguraciju sistema.

4.2. Hardverska konfiguracija sistema

XML fajl koji opisuje hardversku strukturu sistema ima u sebi sve potrebne informacije koje su potrebne za pristup mašinama u njegovom domenu. Sadrži imena domena, imena *user*-a i šifre za pristup, imena i ip adrese mašina u sistemu, druge detalje koji su potrebni za konfiguraciju softvera na njima. Primer XML fajla za opis hardverske infrastrukture sistema (listing 1):

```
<Deployment Name=" " Version=" " Description=" " >
  <Installations ShareLocation=" " Product=" " />
  <Zone Name=" " >
    <Users>
      <User Role=" " Name=" " Password=" " />
    </Users>
    <System Name=" " Role=" " >
      <Machine Name=" " IP=" " >
        <ScadaRoles> </ScadaRoles>
        <ScadaFeatures> </ScadaFeatures>
        <Roles> </Roles>
        <ProductAddons> </ProductAddons>
        <ProjectAddons> </ProjectAddons>
        <ServicesNames> </ServicesNames>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
          <Condition Name=" " Value="True" />
          <Condition Name=" " Value="True" />
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Machine>
    </System>
  </Zone>
  <Parameters>
    <Parameter Name=" " Value=" " />
    <Parameter Name=" " Value=" " />
  </Parameters>
  <DataTypes>
    <DataType DmsDataType=" " Dataset=" " />
    <DataType DmsDataType=" " Dataset=" " />
  </DataTypes>
</Deployment>
```

Listing 1: Primer XML fajla za opis hardverske infrastrukture sistema

4.3. Softverska konfiguracija sistema

Softverska konfiguracija sistema je sadržana u posebnoj XML fajlu koji se pravi posebno za svaki distribuirani sistem. On u sebi sadrži spisak metoda koje je potrebno primeniti na sistemu da bi softver mogao ispravno da funkcioniše. Pored tih metoda fajl sadrži i logiku koja određuje na kojim serverima će biti primenjena koja metoda. Smisao distribuiranog sistema je da se konfiguracija koliko je moguće bolje rasporedi na više servera u cilju bržeg i stabilnijeg rada instaliranog softvera. Svaki server ima svoju ulogu u radu softvera pa samim tim od vrste servera, na njega ide tačno definisana procedura konfiguracije.

4.4. Opis postojeće AD procedure

Koristeći module koje donosi *Smart Test* alat imamo mogućnost pristupa udaljenim sistemima iz drugih domena. Na taj način na njima možemo da izvršavamo *Python* skripte. Pristup udaljenoj mašini počinjemo tako što iz XML-ova za konfiguraciju iščitamo kredencijale koji su nam potrebni za pristup, kao što su ip adrese, imena i šifre *user*-a.

Te skripte su povezane u logičke celine koje se zovu *Install plan*-ovi. U nastavku je dat primer takvog jednog plana:


```

<install_plan>
  <test name="SCRIPT_1" />
  <test name="SCRIPT_2" />
  <test name="SCRIPT_3" />
  <test name="SCRIPT_4" />
  <test name="SCRIPT_5" />
  <test name="SCRIPT_6" />
  <test name="SCRIPT_7" />
</install_plan>

```

4.5. Nedostaci AD procedure

Ideja AD- a je da se proje svega uštedi vreme potrebno za konfiguraciju distribuiranih sistema, i da se eliminiše ljudski faktor koji donosi najviše sitnih grešaka koje se kasnije jako teško otkrivaju. Zbog toga se AD instalacioni planovi najčešće puštaju u noćnim terminima van radnog vremena. Tada je nemoguće pratiti izvršavanje skripti i procedura je takoreći prepuštena sama sebi, odnosno zavisi od trenutnog stanja distribuiranog sistema. Sve skripte u planovima su logički povezane da bi se izbeglo nevalidno stanje sistema. Tako da ako se desi kvar na samo jednom mašini u toku izvršavanja neke od skripti, cela procedura koja dolazi kasnije se preskače i *Smarter* zatvara proceduru i šalje izveštaj.

Distribuirani sistemi služe isključivo za testiranje softvera koji se razvija na njemu. To testiranje dosta često utiče na konfiguraciju sistema i to je jedan od glavnih problema sa kojima se susreće AD procedura.

Ovaj rad se upravo bavi samim konfigurisanjem SCADA softvera na mašinama da bi se smanjio broj grešaka i povećala brzina postavke. Ideja je da se naprave dva odvojena test plana, jedan kojim se instalira SCADA i drugi kojim se instaliraju SCADA hotfiksi.

5. OPTIMIZACIJA AD INFRASTRUKTURE

Primer plana instalacije koji se najčešće koristi:

```

<install_plan>
  <test name="GET_INSTALLATION" />
  <test name="STOP_PROCESS" />
  <test name="UNINSTALL_CURRENT_VERSION" />
  <test name="INSTALLATION_DISTRIBUTION" />
  <test name="INSTALL_VERSION" />
  <test name="CONFIGURATION" />
  <test name="START_PROCESS" />
</install_plan>

```

Svaka od ovih skripti ima svoju funkciju u ciklusu reinstalacije softvera na sistemu. Ovo je opšti primer jednog test plana i nastavku je opisana funkcija svake od skripti:

GET_INSTALLATION

Kopira instalaciju sa zvanične share lokacije na jednu dostupnu lokaciju na distribuiranom sistemu.

STOP_PROCESS

Zaustavlja sve procese vezane za trenutnu instalaciju softvera na sistemu.

UNINSTALL_CURRENT_VERSION

Skida trenutnu instalaciju softvera sa sistema.

INSTALLATION_DISTRIBUTION

Distribuirati novu instalaciju sa systemske interne share lokacije na tačno određene lokacije na svim mašinama.

INSTALL_VERSION

Instalira novu instalaciju na sve mašine.

CONFIGURATION

Obavlja sve korake vezane za konfiguraciju nove instalacije.

START_PROCESS

Startuje sve procese koje donosi nova instalacija softvera.

5.1. Analiza izveštaja skripti

U ovom delu će biti prikazani test planovi koji su kreirani pomoću *Python* skripti. Prvi test se odnosi na automatsku instalaciju SCADA-e na mašinu i prikazan je na slici ispod.

CopySQLServer- kopira instalaciju SQL servera sa određene zvanične lokacije na sistemu, na mašinu. Lokacija na mašini na kojoj će biti smeštena instalacija je definisana u .json fajlu *SQL_SERVER_DESTINATION*.

InstallSqlServer- pomoću ove skripte se raspakuje instalacija koja je kopirana na mašinu i instalira se *SQL*. U pitanju je *silent* instalacija, pokreće se iz komandne linije, tako što se prosledi tačna lokacija i *features-i* koji treba da se instaliraju. Na kraju *exit_code* treba da ima vrednost nula.

Copy_ESCADA_ThirdParty- kopira instalacije SCADA-e i *ThirdParty-* ja, sa zvanične lokacije na sistemu, koji donosi alate neophodne za instalaciju SCADA-e.

Install_OASyS_ThirdParty- pomoću ove skripte se instalira *ThirdParty*, to je paket koji u sebi sadrži alate neophodne za instalaciju SCADA-e. Izvršava se iz komandne linije *silent* instalacijom. Proslede se *role* i *features-* i koji idu na mašinu, kao i pojedini programi koji dolaze uz instalaciju.

WaitWindowsStartup- nakon restarta mašine potrebno je saznati kad je ona ponovo aktivna i kad se može nastaviti sa izvršavanjem test plana. Iz tog razloga je nastala ova skripta. Pomoću metode *check_winrm_activity()* proverava se da li je *Windows Remote Management* aktivan. Čim se taj servis startuje, onda metodom *open_connect()* se uspostavlja *remote* konekcija sa mašinom.

Check_OASyS_ThirdParty- proverava se ispravnost instalacije *ThirdParty-* ja, prvo se proverava *log*, a nakon toga i u *Registry-* ju se proverava da li su instalirani dodatni programi.

Install_ESCADA_Ent- instalira se SCADA iz komandne linije, u pitanju je *silent* instalacija. Takodje se iz konfiguracionog xml fajla pročitaju *role* i *features-* i. Definisana je i metoda *check_escada_log()* koja proverava da li je SCADA uspešno instalirana iz njenog instalacionog loga.

SysPrep_Install- kreira user-e i grupe koje su potrebne za dalje instalaciju SCADA-e, a i dodeljuje prava korisnicima i grupama.

Execute_CT_ESCADA- prilikom puštanja ove skripte pokreće se konfiguracioni .exe fajl, čiji je cilj da konfiguriše SCADA-u. U zavisnosti od vrste instalacije menjaju se i pojedini elementi u *Settings.xml-* u.

Install_Certificates- ovom skriptom se instaliraju sertifikati koji su potrebni za rad *RealTime* servera, replikacije koja je potrebna za taj server, kao i za rad *Remote Communication Service-a*.

CopyAndInstallWeb3rdParty- sa zvanične lokacije na sistemu se kopira *web third party* na *share* lokaciju na mašini i instalira, takođe je u pitanju *silent* instalacija.

Pomoću ovog testa se dobavlja *WebThirdParty* koji u sebi sadrži *Internet Information Services (IIS)* i *modRewrite*.

```
<test_plan>
  <test name="CopySqlServer" />
  <test name="InstallSqlServer" />
  <test name="Copy_ESCADA_ThirdParty" />
  <test name="Install_OASys_ThirdParty" />
  <test name="WaitWindowsStartup" />
  <test name="Check_OASys_ThirdParty" />
  <test name="Install_ESCADA_Ent" />
  <test name="SysPrep_Install" />
  <test name="WaitWindowsStartup" />
  <test name="Execute_CT_ESCADA" />
  <test name="Install_Certificates" />
  <test name="CopyAndInstallWeb3rdParty" />
  <test name="Copy_ESCADA_HF" />
  <test name="Installation_ESCADA_HF" />
</test_plan>
```

Drugi test plan se odnosi na automatsku instalaciju SCADA hotfiksa.

```
<test_plan>
  <test name="LOGOFFUSERS" />
  <test name="Copy_ESCADA_HF" />
  <test name="Execute_Preinstall_ESCADA_HF" />
  <test name="Stop_Service" />
  <test name="Distribution_ESCADA_HF" />
  <test name="Installation_ESCADA_HF" />
</test_plan>
```

LOGOFFUSERS- ova skripta uradi *log off* svih user-a i prekine sve aktivnosti koje se izvršavaju u tom trenutku na mašini.

Copy_ESCADA_HF- kopiranje SCADA-inog hotfiksa sa zvanične lokacije na tačno određenu lokaciju na mašini ili sistemu. Ako je u pitanju *enterprise* sistem onda se kopira na jednu mašinu koja se odredi kao *share location* u xml konfiguracionom fajlu.

Execute_Preinstall_ESCADA_HF- skripta pomoću koje se iz komandne linije puštaju određene komande koje zavise od sistema na koji se postavlja hotfiks. Na kraju se proverava *exit_code* i potrebno je da njegova vrednost bude nula.

Stop_Service- zaustavlja sve SCADA- ine servise da bi se hotfiks mogao instalirati.

Distribution_ESCADA_HF- sa *share location* na jednoj mašini ova skripta distribuira na sve ostale mašine u sistemu hotfiks, na takodje definisanu lokaciju.

Installation_ESCADA_HF- instalira SCADA hotfiks. Instalacija se pokreće iz komandne linije u pitanju je *silent* instalacija.

6. ZAKLJUČAK

Glavni dio rada se odnosi na automatizaciju instalacije SCADA-e na mašinu kao i njenog hotfiksa, radi brže i stabilnije postavke. Ove instalacije su ručnim postavkama oduzimale dosta vremena, a često su pravljene i greške. Kreiranjem test planova i skripti u *Python-u* ovi problemi su rešeni. Pravilnim kreiranjem konfiguracionih fajlova dolazi do ispravnih postavki. Najčešće postavke idu noću. *AutoDeployment* je dosta širok pojam koji se uvek može proširivati i primenjivati na sve procedure konfiguracije distribuiranih sistema i postavke i konfiguracije raznih softverskih instalacija na njemu. Ovim radom je pokrivena oblast optimizacije infrastrukture na jednoj mašini. Cilj daljeg razvoja je lokalna instalacija SCADA-e, bez *remote* konekcije, a nakon toga i automatska instalacija *enterprise* sistema.

7. LITERATURA

- [1] A. R. Dragan Kovacevic, Napredni sistem upravljanja potrošnjom i brojilima električne energije: Strategija implementacije i primer praktične realizacije, Beograd.
- [2] Eduardo Germano da Silva, Luis Augusto Dias Knob, Capitalizing on SDN-Based SCADA Systems: An Anti-Eavesdropping Case-Study, Institute of Informatics Federal University of Rio Grande do Sul Porto Alegre, Brazil.
- [3] M. Huenerfauth, Introduction to Python, Penn State University, 2009.

Kratka biografija:



Saša Đurić je rođen 10. 08. 1990. u Tuzli u Bosni i Hercegovini. Godine 1995. se usled ratnih dešavanja preselio u Srebrenicu gde je i krenuo u osnovnu školu. Tamo je živio sedam godina i onda se sa porodicom seli u selo Brodac kod Bijeljine. Tamo završava osnovnu školu. Nakon toga upisuje Tehničku školu "Mihajlo Pupin" u Bijeljini smer tehničar računarstva. Tu je više proširio znanje o računarima i ka samim tehničkim naukama, što mu je pomoglo za lakši odabir pri upisu fakulteta. Godine 2009. je upisao osnovne akademske studije na smeru računarstvo i automatika na Fakultetu tehničkih nauka. Osnovne studije je završio 2014., a master studije 2017.

IMPLEMENTACIJA CIM RESTFUL API-JA**CIM RESTFUL API IMPLEMENTATION**Stevan Filipović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovim radom obuhvaćeno je istraživanje JSON API specifikacije iz ugla semantičkog web-a, kao i predlog proširenja API-a za dodavanje semantike. Proširenje je demonstrirano kroz implementaciju REST servisa za manipulaciju modelom elektroenergetske mreže. Servis pruža CRUD operacije nad modelom podataka, kao i praćenje verzija samog modela uz oslonac na skup pravila definisanih CIM standardom. Kako je za čuvanje podataka o modelima i profilima odabrana NoSQL baza podataka na kraju je izvršena i analiza performansi servisa za specifične operacije kao što su pretraga elemenata modela i straničenje rezultata.

Abstract – JSON API specification research was covered by this paper from an angle of semantic web. Suggestion for extending of API for semantics completion was also covered. The extension was demonstrated through implementation of REST service for manipulation of power grid data model. The service gives CRUD operation over the model of data, and following versions of the very model with support of group of rules defined by CIM standard. Since, NoSQL database was selected for storing data about models and profiles. At the end analysis of service performances for specific operations such as search of model elements and paging of service results were done.

Ključne reči: JSON API (A specification for building APIs in JSON), JSON-LD (JavaScript Object Notation for Linked Data), CIM (Common Information Model), CRUD (create, read, update, delete), NoSQL (Not Only Structured Query Language), REST (Representational State Transfer)

1. UVOD

Usled povećanih potreba za razvojem informacionih sistema konstantno se teži ka poboljšanjima u oblastima komunikacije, obrade podataka i integracijama različitih sistema. Da bi se zadovoljile potrebe i kvalitet ostvarivanja novih zahteva, razvijaju se novi i poboljšavaju stari standardi. Kada se desi da dva standarda nastanu u kratkom vremenskom rasponu, a da pri tome imaju zajedničke domene, može se pojaviti posledica da jedan ne koristi sve prednosti drugog ili da se čak međusobno isključuju. Ovim radom je obuhvaćeno istraživanje JSON API specifikacije iz ugla semantičkog web-a, kao i predlog proširenja JSON API-a za dodavanje semantike uz oslonac na JSON-LD format. Proširenje specifikacije je demonstrirano kroz implementaciju CIM RESTful servisa zaduženog za manipulaciju modelom elektroenergetske mreže.

NAPOMENA:

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

Implementirani servis treba da omogući CRUD operacije nad modelom podataka, kao i praćenje verzija modela uz oslonac na skup pravila definisanih CGMES-om (Common Grid Model Exchange Standard). U radu su pored analize za proširenje JSON API specifikacije, ukratko analizirane i tehnologije korišćene za implementaciju servisa kao i performanse specifičnih operacija po završetku implementacije.

Implementirani servis je kreiran u JavaScript programskom jeziku korišćenjem Express Web programskog okvira. Za servisnu platformu je odabran Node.js namenjen za kreiranje skalabilnih web aplikacija. Za čuvanje podataka o CIM modelima korišćen je NoSQL tip baze podataka.

2. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA

Ovo poglavlje sadrži kratak osvrt na tehnologije, metode i principe koji su korišćeni za implementaciju projektnog rešenja. Pored kraćeg opisa implicitno ili eksplicitno su navedene neke od prednosti i mana koje dolaze sa njihovim korišćenjem. Opisane su samo tehnologije i principi koji su najviše uticali na implementaciju rešenja.

2.1. REST

Representational State Transfer (REST) predstavlja arhitektonski stil baziran na principima koji definišu način adresiranja i definisanja mrežnih resursa [1]. Ovi principi su definisani prvi put u doktorskoj disertaciji Roy Thomas Fielding-a [2] kao ograničenja drugih arhitektonskih principa na osnovu kojih se formira sam REST, pa se pored termina „principi“ često koristi i termin „ograničenja“. Web servisi na koje se primene REST ograničenja/principi dobijaju epitet RESTful servisa. Pod osnovnim principima REST-a se podrazumevaju: jedinstveni interfejs (Uniform interface), klijent-server arhitektura (Client-Server), keširanje (Cacheable), nema čuvanja stanja (Stateless), slojeviti sistem (Layered system) i kod na zahtev (Code on demand).

2.2. JSON API 1.0

JSON API predstavlja specifikaciju za razvoj API-a u JSON formatu [3]. Prva verzija JSON API-a definiše opštu specifikaciju po kojoj klijent i servis razmenjuju informacije o resursima. Pod razmenom informacija o resursima podrazumeva se: zahtev za preuzimanje reprezentacije resursa, zahtev za izmenu resursa, zahtev za brisanje resursa kao i način na koji će servis odgovoriti na zahteve klijenata. Dizajn JSON API-a je zamišljen da pored standardizacije minimizuje broj poruka i količinu podataka sadržanu u okviru jedne poruke, bez obzira da li se radi o zahtevu klijenta ili odgovoru servisa. Prva verzija analiziranog JSON API-a je publikovana 29.05.2015., pa je razvoj JSON API-ja i dalje u toku, odnosno još uvek sadrži neke nedostatke. U prvoj verziji je npr. zabranjena (rezervisana) upotreba “@” karaktera koji je krucijalan za

JSON-LD. Zbog ove zabrane, API nije u stanju da prenosi web semantičke podatke na standardan način, pa je potrebno definisati adekvatno proširenje.

2.3. JSON-LD

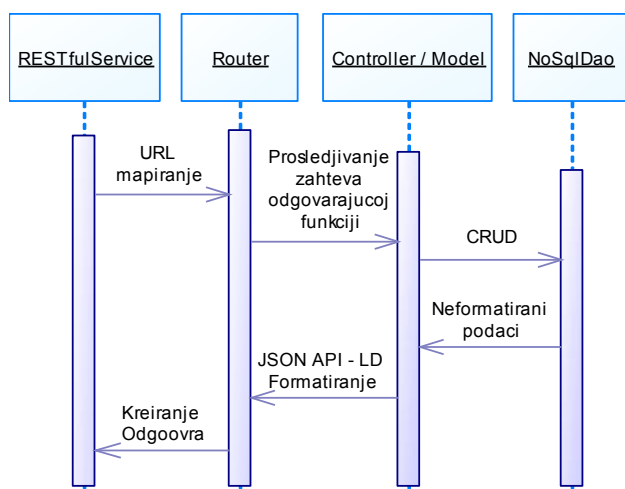
JSON-LD predstavlja JSON baziranu RDF sintaksu za predstavljanje povezanih podataka (LD – Linked Data) [4]. JSON-LD se može posmatrati i kao format za serijalizaciju LD podataka u JSON formatu, pa tako LD predstavljen RDF sintaksom može da se serijalizuje u JSON-LD i obratno. Linked Data kao gradivni deo nove verzije web-a (web 2.0 – web povezanih dokumenata, web 3.0 – web povezanih podataka) predstavlja podatke koji pored semantičke povezanosti zahtevaju da svi nazivi resursa budu određeni IRI-jem (Internationalized Resource Identifier), da se resursima može pristupiti korišćenjem HTTP IRI-ja i da u okviru resursa mogu da postoje linkovi ka drugim resursima. Korišćenjem JSON sintakse JSON-LD zadržava sve prednosti koje poseduje JSON format: jednostavan za kreiranje i održavanje, lako se interpretira od strane čoveka i od strane računara.

3. DIZAJN REŠENJA

Ovim delom rada opisana je arhitektura i predlog proširenja JSON API-a za korišćenje LD podataka. U opisu su sadržani načini za zajedničko korišćenje JSON API i JSON-LD specifikacija.

3.2 Arhitektura servisa

Slika 1. prikazuje globalnu arhitekturu implementiranog servisa sa stanovišta korišćenja, odnosno obrade klijentskih zahteva.



Slika 1. Obrada klijentskih zahteva

Svi CRUD zahtevi se nakon prihvatanja prosleđuju Router komponenti koja na osnovu servisnog URL-a zahtev dalje prosleđuje odgovarajućoj funkciji Controller-a koji komunicira sa bazom podataka i formatira podatke primenjujući predloženo proširenje JSON API-a za rad sa LD podacima.

3.2 JSON API - LD proširenje

Prema JSON-LD specifikaciji svi atributi nekog resursa imaju svoje značenje sadržano u određenom rečniku. Posledica te osobine je da sve što korisnik jednog API-a dobije kao odgovor može da interpretira kao određeni resurs. Zahvaljujući takvom načinu obeležavanja podataka ostvaruje se lako razumevanje o kakvim podacima je reč od

strane računara i od strane čoveka. Sa druge strane, JSON API je nastao sa ciljem da standardizuje najčešće funkcionalnosti koje pružaju JSON web servisi. Uvodi dosta striktan skup pravila za format poruka čime se sa jedne strane postiže ponovna upotrebljivost klijentskih delova aplikacije koji interpretiraju sadržaj poruka, a sa druge strane smanjuje fleksibilnost [5]. JSON API se može okarakterisati kao pokušaj sumiranja elemenata najbolje prakse u standard za pravljenje JSON web API-a, dok JSON-LD uvodi novi model podataka zajedno sa rečnicima u cilju ostvarivanja novih semantičkih web poboljšanja [6]. Da bi JSON API podržao LD funkcionalnosti postoje dve mogućnosti:

1. Dodavanje konteksta JSON API-u
2. Isporučivanje JSON-LD-a kroz JSON API

Zajedničko za obe mogućnosti je da se međusobno ne isključuju, odnosno mogu da se koriste samostalno ili zajedno. U slučaju 1. dodavanjem konteksta (slika 2.) JSON API-ju, JSON-API dobija semantiku koju klijent može da iskoristi za prepoznavanje, razumevanje dobijenog sadržaja i dalju manipulaciju. Ovakvim pristupom čak i postojeći JSON-API servisi mogu da se “prevedu” u JSON-LD format.

```

{
  "@context": {
    "id": "@id",
    "type": "@type",
    "@vocab": "http://jsApi.net/"
  }
}
  
```

Slika 2. JSON-LD Kontekst

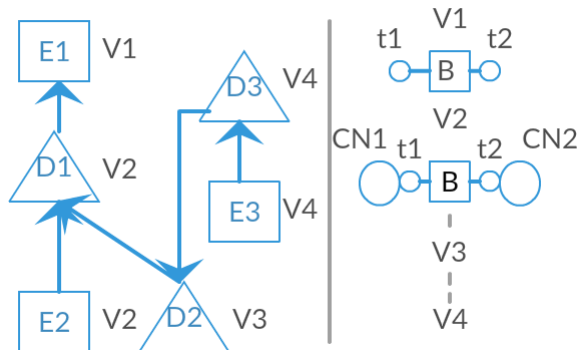
Međutim, dodavanje konteksta na JSON-API ne garantuje da će i sam sadržaj koji je isporučen korišćenjem ovog API-ja biti JSON-LD. On i dalje može da bude bilo koji JSON bazirani format. Kada se kao vrednost za tip sadržaja („type” atribut) postavi „LD_Document” tada u se u predloženoj implementaciji, u sadržaju atributa “attributes” objekta sigurno nalazi JSON-LD sadržaj, pa tako i servisna i klijentska strana mogu znati o kakvom sadržaju je reč. Shodno tome, upotreba LD_Document tipa je obavezna samo kod druge mogućnosti isporučivanja JSON-LD sadržaja kroz JSON API. Bez konteksta se ne zna kakvi podaci se očekuju pa za prvu mogućnost (dodavanje konteksta) tip nije obavezan, ali se preporučuje zbog pravljenja razlike između klasičnog JSON sadržaja i LD.

4. IMPLEMENTACIJA CIM RESTful SERVISIA

Ovim poglavljem opisana je implementacija i način korišćenja CIM RESTful servisa. Izvorni kod je pisan u JavaScript jeziku, za API ka interpreteru se koristi Node.js, a za kreiranje RESTful servisa Express web programski okvir. Format poruka između klijenata i servisa opisan je JSON API standardom i JSON-LD formatom. Pravila za komunikaciju između klijenta i servisa određena su pravilima definisanim: REST, JSON API i JSON-LD standardima. Za bazu podataka korišćena je NoSQL dokument orijentisana baza CouchDB, a za razvojno okruženje Eclipse Neon sa nodeclipse dodatkom za razvoj i otkrivanje grešaka.

4.1 Manipulacija elementima modela

Slika 3 demonstrira način na koji se menja jedan model po pravilima definisanim u CGMES.



Slika 3. Primer promena modela kroz vreme

Oznaka **E** predstavlja kompletan model (*Full Model*), **D** predstavlja modele promena (*Difference Model*) odnosno razliku do sledeće verzije kompletnog modela, **V** je verzija, **B** prekidač, **CN** čvor, **t** spoj i strelice ukazuju koji model zamenjuje prethodni (*supersedes*). Desna strana slike 3. prikazuje sadržaj kompletnog modela E1 (verzija 1) i modela promena D1 (verzija 2). Modelom promena D1 se menja kompletni model E1 čija nova verzija sadrži sve elemente iz stare verzije i dva nova čvora CN1 i CN2. Kada se dodaje, briše ili menja element kompletnog modela proces se uvek odvija kroz model promena. Ukoliko model nije zaključen za izmene korisnik može menjati model promena kroz odgovarajući URL koristeći HTTP PUT metod.

4.2 Kreiranje kompletnog model dokumenta

Kada se kompletni model kreira kroz RESTful servis postoje dva scenarija. U prvom scenariju kompletan model nastaje na osnovu svih modela promena čiji se identifikatori nalaze u zaglavlju novog kompletnog modela kog servis dobije u zahtevu. Odnosno, korisnik servisa treba da odabere odgovarajuće modele promena od kojih želi da kreira kompletan model ili da polje *supersedes* izostavi iz zaglavlja ako je model startna verzija (ne poseduje vezu ka modelima promena od kojih je nastao). Za svaki model promena na osnovu identifikatora servis preuzima listu elemenata modela i dodaje je u novi kompletan model. Kada se kreiranje novog kompletnog modela završi on će imati sve promene definisane modelima promena počevši od prvog kompletnog modela i sadržaće zaglavlje modela koje je definisano u zahtevu za kreiranje. Kada se uspešno kreira novi kompletan model tada se modeli promena za koje on predstavlja zamenu zaključavaju za dalje izmene u cilju očuvanja istorije promena.

4.3 Pregled verzija modela

Za početni URL korisnik može da koristi `*/api/versions/` nakon čega dobija listu dostupnih verzija modela. Dobijene rezultate može upotrebiti za pretraživanje dokumenata po verziji i/ili tipu nakon čega dobija listu zaglavlja svih dokumenata za traženu verziju. Za svaki dokument, odnosno model, korisnik može izdvojiti elemente koji su mu od interesa kroz sledeći URL `*/api/documents/identifikator_dokumenta/entities/`. Korisnik sa korišćenjem servisa može početi i kroz

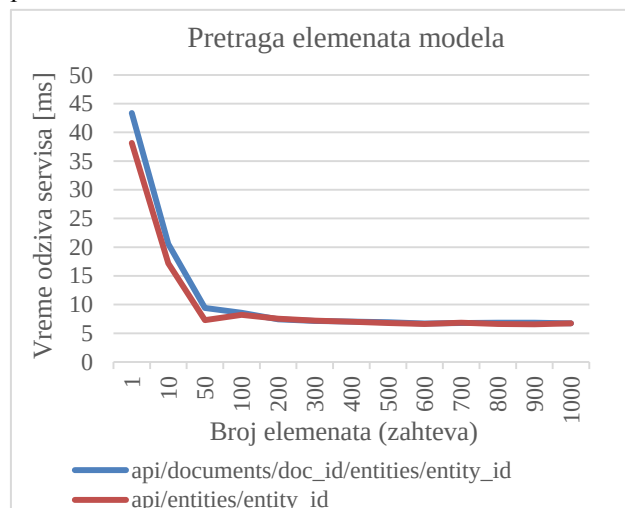
`*/api/entities` URL nakon čega dobija listu svih dostupnih elemenata modela i profila. Razlika u pristupu jednom elementu modela kroz dva različita URL-a: između `*/api/entities/element_id` i `*/api/documents/document_id/entities/element_id` je u `relationships` atributu JSON API odgovora koji za prvi URI sadrži `documents` JSON objekat sa listom referenciranih dokumenata u kojima se nalazi definicija posmatranog elementa. Na ovaj način korisniku je obezbeđeno da u svakom trenutku može videti u koliko modela, odnosno starih verzija postoji posmatrani element.

5. MERENJE PERFORMANSI REŠENJA

Svi testovi su izvršavani na računaru sa Intel Core i3-4160 procesorom sa 24 GB radne memorije. Za testiranje su korišćena tri modela i dva CIM profila koji u RDF/XML formatu originalno pripadaju ENTSO-E dokumentaciji za CIM Interoperability testove. Testovi su izvršavani Apache Benchmark 2 aplikacijom i klijent i servis su pokretani na istom računaru.

5.1. Pretraga elemenata modela

Na slici 4. je prikazan grafikon pretrage elemenata u zadatom modelu i grafikon pretrage elemenata u svim dostupnim modelima sistema. Test pretrage je izvršen nad skupom od 18522 elementa koji su sadržani u modelima i profilima.



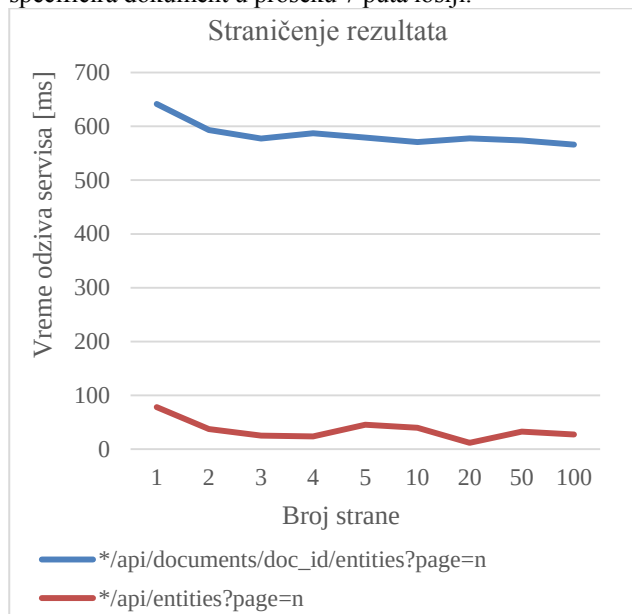
Slika 4. Pretraga elemenata modela

Svaki poslani zahtev je sadržao različit identifikator elementa modela, odnosno za testiranje je nasumično odabrano 1000 različitih elemenata i zahtevi su slati ka servisu prosečnom brzinom od 100 zahteva u sekundi. Za sve odgovore izračunato je prosečno vreme potrebno da servis generiše i pošalje odgovor. Sa grafikona se može uočiti da se brzina odziva servisa povećava sa brojem konstantnih zahteva - do 50 zahteva ka istoj baznoj URL adresi. Razlog povećanja brzine je vreme potrebno da se indeksirana tabela učita sa diska u radnu memoriju pošto zahtevi pristižu prosečnom brzinom od 100 zahteva u sekundi. Nakon što je indeksirana tabela uspešno učitana brzina zahteva ostaje konstantna u rasponu između 6 i 8 [ms] za obe URL adrese.

5.2. Straničenje rezultata

Za straničenje rezultata, slično prethodnom testu, posmatrani su samo elementi modela za URL adrese:

`*/api/documents/doc_id/entities?page=n` i `*/api/entities?page=n`, gde je n broj strane. Podrazumevani broj elemenata po strani je 5 i prosečna veličina poruke je 3810 bajtova. Na slici 5 prikazan je grafik rezultata testiranja sa kog se može uočiti da su rezultati kada se specificira dokument u proseku 7 puta lošiji.



Slika 5. Straničenje rezultata

Indeksirane tabele, slično prethodnom testu se razlikuju samo u dodatnom podatku, odnosno identifikatoru dokumenta. Razlog za ovako veliku brzinu u odzivu nastaje zbog dodatnog upita koji se koristi da bi dobili podatak o tome koliko se ukupno elemenata nalazi u indeksiranoj tabeli. Rezultati za preuzimanje elemenata specificiranog dokumenta bi bili brži kada bi se za svaki dokument dinamički kreirala posebna indeksirana tabela ili kada bi se koristio drugačiji pristup za straničenje (da se korisniku ne prosleđuje podatak o tome koliko se ukupno elemenata nalazi u posmatranom skupu).

6. ZAKLJUČAK

Ključni doprinos ovog rada ogleda se u implementaciji RESTful servisa kroz koji je demonstrirana jedna upotreba CIM standarda u kombinaciji sa drugim specifikacijama. Radom je pokrivena analiza JSON API specifikacije iz perspektive semantičkog web-a, kao i njen odnos sa REST principima. Nakon analize JSON API-a i uočenih nedostataka dat je predlog za proširenje kojim se API-u dodaje nedostajuća semantika. Detalji analize odnosa REST principa i JSON API specifikacije opisani su u drugom poglavlju dok su u trećem poglavlju opisani načini na koje se JSON API može koristiti zajedno sa JSON-LD specifikacijom. Korišćenjem JSON API-a servis je bliži REST principima u odnosu na korišćenje samog JSON formata. Ono što nedostaje JSON API specifikaciji do zadovoljavanja svih REST principa je da proširi skup pravila za ispunjenje REST principa - modifikacije kroz reprezentaciju.

Implementirani servis primenjuje novu JSON sintaksu za zapis CIM modela čime se prilagođava zahtevima današnjeg web-a. Implementirano RESTful API rešenje pored semantički obogaćenog sadržaja nudi i svoj API sa semantikom. Kreirani API omogućava jednostavno

korišćenje i integraciju servisa u moderne aplikacije i modelovan je po ugledu na postojeće REST konvencije tj. najbolje prakse za intuitivni pristup i manipulaciju podataka, jer JSON API ne sadrži podršku za sve REST principe.

Servisom je omogućena i generička manipulacija CIM podacima, jer servis kroz jedan URL prihvata sve elemente modela bez obzira na njihovu moguću zavisnost i tip. Za ostvarenu generičnost zaslužna je NoSQL baza podataka koja omogućava dodavanje proizvoljnog elementa koji može da sadrži proizvoljne attribute u postojeći model elektroenergetске mreže.

Potencijalni pravci daljeg razvoja i analize su:

- Na servisnoj strani implementirati validaciju podataka za sve pristigle poruke.
- Rešavanje problema dodatnog upita kod straničenja. Rezultati za preuzimanje elemenata za zadati dokument bi bili brži kada bi se za svaki dokument dinamički kreirala posebna indeksirana tabela ili kada bi se koristio drugačiji pristup za straničenje.
- Analiza drugih JSON specifikacija u odnosu na REST i principe semantičkog web-a.

7. LITERATURA

- [1] Representational State Transfer: http://www.service-architecture.com/articles/web-services/representational_state_transfer_rest.html, Preuzeto 5.5.2017.
- [2] Roy Thomas Fielding, Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, University of California, Irvine, 2000.
- [3] Json Api 1.0 Specification: <http://JSONapi.org/format/>, Preuzeto 11.5.2017.
- [4] JSON-LD 1.0: <https://www.w3.org/TR/JSON-Ld/>, Preuzeto 18.5.2017.
- [5] A standard for building APIs in JSON: <https://news.ycombinator.com/item?id=9280058>, Preuzeto 17.5.2017.
- [6] JSON API compared to JSON-LD: <https://github.com/JSON-api/JSON-api/issues/98>, Preuzeto 18.5.2017.

Kratka biografija:



Stevan Filipović, rođen je Loznici 1991. god. Školske 2010/2011. upisao se na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika. Školske 2015/2016. je upisao master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Primenjene računarske nauke i informatika.

КАЛИБРАЦИЈА ТЕМПЕРАТУРНИХ ELLAB ЛОГЕРА THE CALIBRATION OF ELLAB'S TEMPERATURE LOGGERS

Ивица Ристовски, Веран Васић, Ђура Орос, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду је представљена сврха калибрације температурних логера, произвођач: Ellab, у фармацеутској индустрији. Представљена је и описана референтна опрема као и температурни логери. Приказане су и анализиране перформансе логера пре и након подешавања.

Abstract – This paper describe a purpose of the calibration temperature loggers ELLAB in the pharmaceutical industry. The reference equipment and temperature loggers are presented and described. The performance of loggers before and after adjustment are presented and analyzed.

Кључне речи: Калибрација, температурни логер.

1. УВОД

Тема овог рада јесте калибрација температурних логера који се користе у одељењу валидације система и у одељењу за валидацију опреме и процеса. Логер је бежични електронски уређај за праћење температурних параметара за произвођачке, транспортне, складишне и многе друге процесе који захтевају прецизно праћење температуре.

Мерења температуре представљају више од 50% целокупних мерења. Готово да не постоји област људске делатности у којој температура не представља значајан параметар. Избор температурног сензора зависи од потребне прецизности и услова мерења. Као најчешћи сензори температуре користе се сензори на принципу живе, промене отпорности, термопарова и сл.

Ellab логери су највећу примену нашли у прехранбеној индустрији, фармацеутској индустрији и у медицини. Што се тиче фармацеутске индустрије, Ellab логери су нашли примену у следећим системима:

- Лиофилизатори;
- Аутоклави;
- Тунели за стерилизацију и депирогенизацију;
- Еколошка тестирања;
- H₂O₂ стерилизација;
- Инкубатори;
- Пећнице;
- Коморе за стабилност;
- Магацини и складишта;
- Машине за прање лабораторијског посуђа;
- Замрзивачи и фрижидери.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Веран Васић, ред. проф.

Ако посматрамо Ellab логере типа TrackSense Lab који су предмет калибрације, најчешће се користе за потребе валидације инкубатора, фрижидера и магацина и складишта [1].

2. КАЛИБРАЦИЈА МЕРНИХ УРЕЂАЈА

Калибрација представља низ операција којима се, под прописаним условима, утврђује однос између вредности које показује мерни инструмент или мерни систем и одговарајуће вредности добијене помоћу референтног (радног) еталона.

Сваки мерни инструмент има потребе за одржавањем, сервисирањем и техничким прегледима, чак и ако се је технички исправан. Са временом и коришћењем карактеристике инструмената и мерне опреме се деградирају због утицаја околине, трошењем мерних површина, старења компоненти или неправилне употребе. Ове временом изазване промене умањују тачност мерења резултата [2].

Калибрација дефинише промене настале на мерном инструменту током употребе. Како би се знало колико уређај одступа, потребно га је редовно калибрисати и то са материјалима који су следљиви до националних или међународних стандарда.

Калибрисати мерни инструмент значи одредити колико је одступање, односно грешка читавања на инструменту у односу на еталон са којим се упоређује [3].

3. КОРИШЋЕНА ОПРЕМА ПРИЛИКОМ КАЛИБРАЦИЈЕ

3.1. Софтверски програм ValSuite Pro

Софтверски програм по називу: ValSuite, у сарадњи са Ellab опремом, нуди комплетан систем за валидације, праћења, и документовање критичних параметара при термичким процесима у медицини, прехранбеној и фармацеутској индустрији. Подаци могу бити прикупљани, анализирани, приказани а могу се и креирати извештаји помоћу ValSuite, који је складу са GAMP (Good Automated Manufacturing Practice) смерницама [4]. Ово је програм помоћу кога се врши и подешавање Ellab логера.

3.2. Уљано купатило, модел: CTR-80

Уљано купатило, модел: CTR-80 (слика 3.1.), је купатило за ултра ниске температуре које се користе за потребе калибрације уређаја за мерење температуре или за друге примене где је потребна стабилна температура.



Слика 3.1. Уљано купатило, модел: CTR-80

У CTR-80 је уграђен специјални дигитални температурни контролер који има 24-битни аналого дигитални конвертор. Овај контролер даје изузетну прецизност и стабилност уљаног купатила.

Температура купатила се прати помоћу отпорно-платинске контролне сонде. У контролер је имплементиран PID (пропорционално-интегрално-диференцијални) регулатор који обезбеђује да стварна температура буде једнака жељеној температури. Купатило се загрева помоћу грејача који се контролише помоћу solid-state релеја (SSR) [5].

3.3. Референтна температурна сонда IRTD и софтвер IRTDWin

Температурна сонда IRTD (Intelligent Resistance Temperature Detector) (Слика 3.2.) је уређај за мерење температуре високе прецизности.



Слика 3.2. IRTD сонда

Температурна сонда IRTD садржи жичани отпорно-платински температурни мерни елемент који у комбинацији са уграђеном електроником служи за мерење отпора, калибрацију, дигиталну конверзију и пренос у кућишту са електроником

Прецизност, поузданост и стабилност IRTD сонде је чине идеалном да се користи као референтно мерило приликом калибрације других температурних инструмената [6].

IRTDDWin софтвер омогућује да се:

- виде читавања до две сонде у три резолуције,
- дефинише време узимања података у опсегу од 5 до 60 секунди,
- наведе једна од три температурне скале (IPTS-48, IPTS-68, ITS-90),
- наведе једна од четири мерне јединице,
- виде нумерички и графички резултати тестирања.
- промени подешавања IRTD сонде

3.4 Температурни логери Ellab, модел: TrackSense Lab

На слици 3.3. је представљен температурни логер Ellab који је предмет калибрације.



Слика 3.3. Температурни логери Ellab

У раду је извршена калибрација 4 Ellab логера, модела TrackSense Lab.

Ellab нуди највећи избор различитих сензора са 1, 2 или 4 канала. Сензори су замењиви, омогућавајући кориснику да изабере сензоре за различите намене. Ово смањује трошкове тако што TrackSense® Pro логер може да се користи за мерење температуре, влаге, притиска или кондуктивности. Сви сензори су компатбилни са Sky опцијом пружања података у реалном времену. Температурни сензори могу бити испоручени од чврстог, полуфлексibilног или флексibilног материјала за једноставно коришћење.

У табели 3.1. су приказане спецификације температурног логера TrackSense Lab [7]:

Табела 3.1. Карактеристике логера TrackSense Lab:

Сензор:	
Мерни опсег	-30 до 100 °C
Пречник	2 mm
Дужина	35 mm
Позиција мерног елемента	3 mm од округлог дела
тачност	± 0.1 °C
Време одзива сензора	<30 секунди
Логер:	
Радна температура	-30 до 100°C
Радни притисак	10 mBar до 1.2 Bar ABS
Материјал кућишта	316 L (нерђајући челик)
Пречник логера	25 mm
Дужина логера	44 mm
Маса логера са батеријом	48 гр.
Капацитет меморије	60 000 података
Минимално време узорковања	1 sekunda
Максимално време узорковања	24h
Максимално одложено време стартавања	14 дана
Тачност тајмера	±5секунди дневно
Батерија	TSP стандардна батерија
LED диоде	Зелена, црвена и плава

Сви TrackSense Lab логери користе Pt1000 платински сензорски елемент. Ови сензори имају веома линеарну карактеристику:

$$R = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (v - v_0)], \alpha_{Pt} = 1/260$$

Где је:

R – добијена отпорност

R₀ – стандардизована вредност отпора на 0°C, која за Pt1000 износи 1000Ω

v₀ – температура 0°C

v – измерена температура

α_{Pt} – температурни коефицијент

За Pt1000 имамо R₀=1000Ω и R₀ · α_{Pt}= 1000/260=3.85, па се може написати:

$$R[\Omega] = 1000 + 3.85 \cdot v[^\circ\text{C}]$$

У табели 3.2. је представљен однос температуре и отпора платинског сензорског елемента Pt1000.

Табела 3.2. Однос температуре и отпора код Pt1000:

Temp. [°C]	R [Ω]	Temp. [°C]	R [Ω]
-50	803,1	80	1308,9
-40	842,1	90	1347,0
-30	881,7	100	1385,0
-20	921,3	110	1422,9
-10	960,7	120	1460,6
0	1000,0	130	1498,2
10	1039,0	140	1535,8
20	1077,9	150	1573,1
30	1116,7	160	1610,4
40	1155,4	170	1647,6
50	1194,0	180	1684,6
60	1232,4	190	1721,6
70	1270,7	200	1758,4

Добијену отпорност логер обрађује на основу које се добија податак о температури.

TrackSense Lab логер се састоји из четири дела. Ти делови су представљени на слици 3.4.



Слика 3.4. Расклопљен логер

4. КАЛИБРАЦИЈА ELLAB ЛОГЕРА

4.1. Подешавање логера

За подешавање логера, потребно је да се логери сетују у ValSuite Pro софтверу, тако што се постављају у базну станицу, а затим помоћу рачунара се подешава време и датум почетка и време и датум када да логер престане са прикупљањем података. Уљано купатило се сетује на 0°C и оставља да се температура устали а референтна сонда се повезује са рачунаром, поставља се у купатило заједно са логерима, и укључује да снима температуру. Након што се температура устали, купатило се оставља још минимум 1h на тој

температури. Разлог што се купатило оставља у оволиком временском интервалу након усталијења је тај што се дебљина сензора логера и референтне сонде разликује па се претпоставља да се и време одзива разликује. Затим се сетује купатило на следећој испитној тачки од 30°C, понавља се процедура око усталијења температуре и на крају се сетује купатило на 60°C и поступа се на исти начин.

Када се заврши са задњом испитном тачком, помоћу рачунара се врши подешавање логера у односу на добијене вредности помоћу референтне сонде.

4.2. Верификација логера

Након што је извршено подешавање логера, потребно је да се уради верификација истих.

Верификација представља процес доказивања неке тврдње, поставке, хипотезе или томе слично, односно утврђивање правог стања. У овом случају је потребно утврдити стварну тачност логера након калибрације.

Верификацију логера је потребно урадити како би се утврдило да температурне вредности нису ван дозвољених граница грешке и да би се увидела тачност логера након подешавања. Провера калибрације се врши при истим испитним тачкама, са истим извором температуре и референтним инструментом који су коришћени приликом калибрације.

Основна разлика између калибрације и верификације је та што код верификације немамо подешавање логера, већ само упоређивање добијених вредности логера са референтном сондом.

Процес сетовања логера за верификацију је исти као и код сетовања логера за калибрацију.

Следећи корак је упоређивање добијених резултата са логера са вредностима добијеним референтном сондом, како би се увидела тачност логера након подешавања.

4.3. Анализа резултата

Упоредбањем вредности након верификације, добијају се следеће вредности које су приказане у табели 4.1.:

Табела 4.1. Вредности након верификације:

	0°C	30°C	60°C
referentna:	0,009	29,976	59,984
s/n: S21039	0,01	29,95	59,96
s/n: S21040	0,01	29,98	60,00
s/n: S21044	0,02	29,96	60,00
s/n: S21045	0,02	29,98	59,99

У табели 4.1. приказани су серијски бројеви логера и њихове добијене вредности на сетованих 0°C, 30°C и 60°C, као и вредности за референтну сонду.

Анализом добијених резултата примећује се да највеће одступање има логер са серијским бројем: S21039 које износи -0,026°C на сетованих 0°C, што је далеко мање од дозвољених ±0,1°C.

Ако се представе одступања пре и након подешавања на испитним тачкама 0°C 30°C и 60°C добијају се следеће табеле:

Табела 4.2.: Одступања пре подешавања

	0°C	30°C	60°C
s/n: S21039	0.031	-0.048	-0.058
s/n: S21040	0.041	-0.038	-0.058
s/n: S21044	0.021	-0.028	-0.038
s/n: S21045	0.011	-0.068	-0.088

Табела 4.3.: Одступања после подешавања

	0°C	30°C	60°C
s/n: S21039	0.001	-0.026	-0.024
s/n: S21040	0.001	0.004	0.016
s/n: S21044	0.011	-0.016	0.016
s/n: S21045	0.011	0.004	0.006

Или ако се добијена одступања представе у графичком приказу добијамо следеће графике где су на X оси логери (1 - s/n: S21039; 2 - s/n: S21040; 3 - s/n: S21044; 4 - s/n: S21045) а на Y оси је дозвољена граница одступања од $\pm 0,1^\circ\text{C}$:

График 4.1.: Одступања пре подешавања

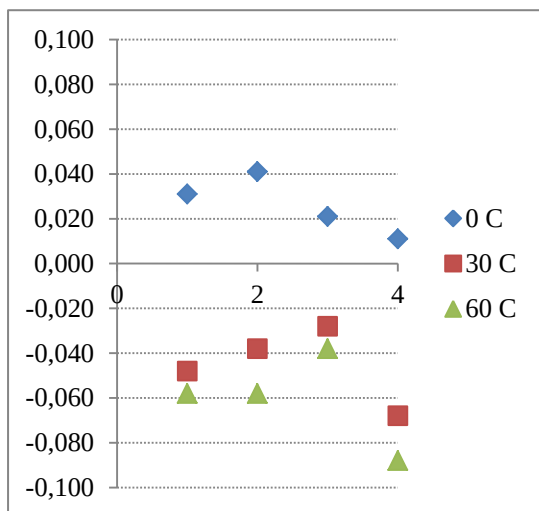
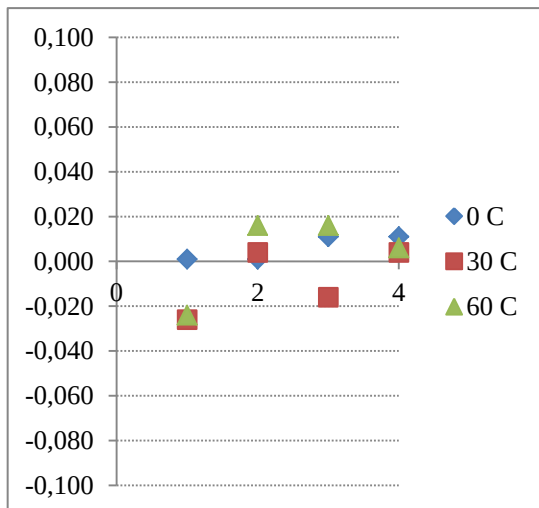


График 4.2.: Одступања после подешавања



Како из табела 4.2 и 4.3 тако и са графика 4.1 и 4.2 може се видети повећана тачност мерења логера након подешавања.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је представљена сврха калибрације температурних Ellab логера у фармацеутској индустрији. Детаљно је описан процес калибрације логера у целом радном опсегу, која је неопходна за стварање услова погодних за употребу логера за потребе одељења валидација.

Приказане су и анализиране перформансе логера пре и након подешавања. Прокоментарисан је сваки резултат и посматрано је поклапање добијених резултата са критеријумима прихватљивости за дате логере.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.ellab.com/applications/pharma>
- [2] <http://www.micom-tm.com>
- [3] www.am.unze.ba
- [4] ValSuite 2.4 Manual, ELLAB A/S, Version 1.08 Januar 2007
- [5] GE KayeCTR-80, Cold Temperature Reference User's Guide, www.gekaye.com
- [6] KAYE, IRTD User's Manual, AmphenolAdvancedSensors, March 2014
- [7] <http://www.micom-tm.com/index.php/sr/podrska-kupcima/kalibracija>

Кратка биографија:



Ивица Ристовски рођен је у Вршцу 1986. год. Дипломирао 2012 год. на факултету за електротехнику и информационе технологије у Скопљу, смер: Електроенергетски уређаји.

DOPRINOS VETROENERGETIKE U SRBIJI ZA ISPUNJENJE ZAHTEVA EU IZ STRATEGIJE 20-20-20**CONTRIBUTION OF WIND ENERGY IN SERBIA TO MEET THE REQUIREMENTS OF THE EU STRATEGY 20-20-20**

Dario Stefan, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - Tema ovog master rada je razmatranje ključnih pitanja energetske politike u oblasti obnovljivih izvora energije, prepreka koje sprečavaju i usporavaju njihovo veće iskorišćenje, kao i izazova koji se nalaze pred Republikom Srbijom u oblasti vetroenergetike. Sva ova pitanja biće analizirana sa aspekta energetske politike koja su postavljena pred Republiku Srbiju u cilju ispunjenja strategije Evropske Unije 20-20-20.

Abstract - Subject of this master thesis is discussing the main points of energy policy in the field of renewable sources of energy, barriers that are stopping and slowing down their greater usage, and also the challenges that are put in front of Republic of Serbia in the field of wind energy. All of this issues will be analyzed from the aspect of energy requirements that Republic of Serbia needs to achieve in order to fulfill EU strategy 20-20-20.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, vetroelektrane, vetroenergetika, EU strategija 20-20-20

1. UVOD

Evropska Unija (EU) se i pored visoke razvijenosti u pitanjima energetske stabilnosti suočava sa problemima kao što su visoka emisija gasova staklene bašte (posebno CO₂), negativni ekološki uticaj fosilnih goriva i njihove ograničene rezerve, visoka uvozna zavisnost, rast potrošnje energije i dr.

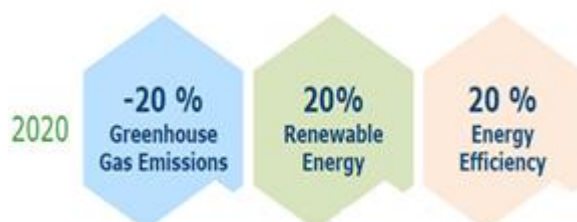
S obzirom na ovo, EU je još od kraja XX veka počela da sprovodi politiku i mere smanjenja uticaja na klimatske promene. Posle uspešnih rezultata u periodu do 2010. god., novi ciljevi postavljeni su za 2020. god., koje bi njene članice, kao i kandidati za članstvo trebali da postignu.

Time EU pokušava da podstakne čitavu Evropu da postane energetska efikasna ekonomija, sa velikim udelom obnovljivih izvora i niskom emisijom CO₂. U okviru strategije Evropske Unije 20-20-20 postavljeni su sledeći su ciljevi (slika 1):

- Smanjenje emisije gasova koji izazivaju efekat staklene bašte za 20%,
- Povećanje udela obnovljivih izvora energije u finalnoj potrošnji na 20%,
- Povećanje energetske efikasnosti za 20%.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Katić, red.prof.



Slika 1. Ciljevi strategije Evropske Unije 20-20-20.

Prema Direktivi za obnovljive izvore energije sve zemlje članice preuzele su na sebe nacionalne ciljeve da do 2020. god. podignu učešće obnovljivih izvora u svojoj celokupnoj potrošnji energije. Pojedinačni nacionalni ciljevi treba da omoguće Uniji da do 2020. godine dostigne kvotu od 20% udela obnovljivih izvora energije u finalnoj potrošnji. Nacionalni cilj za Srbiju je postavljen na 27%. Cilj ovog rada je da istraži doprinos vetroenergetike ostvarenju ovog cilja, kao i da izdiskutuje opšti njegovu ostvarljivost.

2. STATUS I STRATEGIJA RAZVOJA OIE U REPUBLICI SRBIJI

U trenucima ekonomske recesije Srbija se nalazi pred velikim izazovom i možda ključnim pitanjem kada je reč o razvoju energetskog sektora, definisanju strategije i ciljeva na kojima će je taj razvoj zasnivati. Prava strategija i razvojni put nacionalne energetike omogućili bi Srbiji da iz trenutne krizne situacije izađe sa manjim troškovima po energetiku i privredu države, kao i priliku da zauzme kvalitetnu poziciju za dalji energetski razvoj koji se danas nameće kao ključno svetsko pitanje.

2.1. Energetska zajednica i energetske ciljevi postavljeni pred Republiku Srbiju

Ključni cilj Energetske zajednice danas u stvari jeste pokušaj da se usklade energetske politike država koje nisu članice EU sa njenom energetske politikom. Shodno tome, veoma značajan trenutak predstavlja implementiranje i usvajanje strategije Evropske Unije 20-20-20 od strane članica Energetske zajednice, iako one nisu članice Evropske Unije. 2012. godine savet ministara Energetske zajednice usvaja Direktivu 2009/28/EC i određuje nacionalne ciljeve u oblasti obnovljivih izvora energije, koje je svaka članica Energetske zajednice dužna da ostvari do 2020. godine. Vlada Republike Srbije usvaja ovu odluku i prihvata obavezujući cilj koji je određen u skladu sa Direktivom 2009/28/EC i odlukom Saveta Ministara Energetske zajednice 18. oktobra 2012. godine. Nacionalni obavezujući cilj za Republiku Srbiju

podrazumeva da udeo obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji energije mora biti povećan na 27% do 2020. godine [1].

2.2. Energetska politika Republike Srbije spram ciljeva Evropske Unije i Energetske zajednice

Nacionalni akcioni plan za korišćenje obnovljivih izvora energije (NAPOIE) predstavlja dokument kojim se utvrđuju ciljevi Srbije u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije do 2020. godine, kao i strategije za njihovo dostizanje. Cilj ovog dokumenta jeste i da ohrabri investitore i podstakne što veća investiranja u oblasti obnovljivih izvora energije [2].

Nacionalni ciljevi i strategije za njihovo ostvarivanje do 2020. godine u okviru NAPOIE definisani su za potrošnju energije u sektoru električne energije, sektoru grejanja i hlađenja i sektoru saobraćaja i to na sledeći način:

- Učešće OIE u sektoru električne energije iznosiće 36,6% u 2020. godini (2009. godine 28,7%)
- Učešće OIE u sektoru grejanja/hlađenja iznosiće 30% u 2020. godini (2009. godine 25,6%)
- Učešće OIE u sektoru saobraćaja iznosiće 10% u 2020. godini (2009. godine 0%)

Kako bi ostvario navedeni cilj u sektoru električne energije planirano je da se u Republici Srbiji do 2020. godine instalira dodatnih 1092 MW proizvodnih kapaciteta iz obnovljivih izvora energije. Prema procenama da bi se ostvarili dodatnih 1092 MW proizvodnih kapaciteta neophodna su ulaganja u iznosu od dve milijarde evra u periodu od 2013. godine (usvojen NAPOIE) do 2020. godine. Prema NAPOIE predviđeno je da do 2020. godine u pogonu budu proizvodni objekti instalisanih snaga [2]:

- 500 MW vetroelektrana,
- 250 MW hidroelektrana (preko 10 MW),
- 188 MW malih hidroelektrana (do 10 MW),
- 100 MW elektrana na biomasu,
- 30 MW elektrana na biogas,
- 10 MW solarnih elektrana,
- 10 MW elektrana na deponijski gas,
- 1 MW geotermalnih elektrana, i
- 3 MW elektrana na otpad,

3. PLANOWI ZA KORIŠĆENJE ENERGIJE VETRA U REPUBLICI SRBIJI

Kako bi Republika Srbija ispunila svoj međunarodni cilj do 2020. godine u oblasti OIE predviđena je (prema NAPOIE) izgradnja postrojenja za dobijanje električne energije iz OIE snage 1.092 MW. Najveći planovi vezani su upravo za oblast vetroenergetike, pri čemu je cilj da do 2020. u Srbiji bude instalisano čak 500 MW vetrogeneratorskih postrojenja, što predstavlja skoro 50% od ukupnih planiranih proizvodnih kapaciteta prema NAPOIE.

Energija vetra predstavlja obnovljivi izvor energije kome tehnologija i donekle pravni okviri omogućuju najbrži razvoj i izgradnju velikih projekata. Upravo zbog toga, u sektoru električne energije predviđeno je da vetroparkovi imaju najveći doprinos dostizanju obavezujućeg nacionalnog cilja.

Privremeni status povlašćenog proizvođača izdat je za približno 500 MW novih vetroelektrana (VE) ili vetroparkova (VP) što podrazumeva investicije u vrednosti od oko 700 miliona evra [3]. Ovi kapaciteti su pre svega značajni za Srbiju iz dva razloga: prvi je doprinos postepenom dostizanju cilja od 27% udela OIE u BFPE do 2020. godine, a drugi je ulivanje poverenja investitorima da Srbija razvija stabilnu klimu i da je pouzdan partner za ulaganja u OIE [3].

Od najavljivanih ukupnih 500 MW instalisanih kapaciteta do sada (2017. god.) su u Srbiji u potpunosti realizovana svega 3 projekta, ukupne instalisane snage 17 MW:

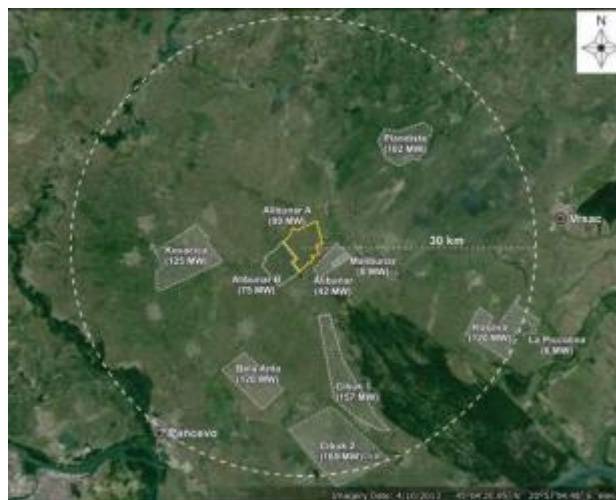
- Devreč 1 - 0,5 MW
- Vetropark "Kula" - 9,9 MW
- Vetropark "La Piccolina" - 6,6 MW

Navedene VE koje se nalaze u pogonu su vremenom na osnovu svog privremenog statusa povlašćenog proizvođača stekle i status povlašćenog proizvođača.

Preostalih 483 MW čija se izgradnja planira tokom ove i narednih godina (do 2020. god.) nalaze se u sklopu šest vetroparkova, koji trenutno poseduju privremeni status povlašćenog proizvođača. Pored njih još četiri vetroparka su u fazi planiranja. Na slici 2 prikazan je raspored ovih VE i VP [4]. One se nalaze u zoni južnog Banata, u krugu od 30 km u okruženju Deliblatske peščare, gde su prethodna istraživanja ukazala na najveći potencijal energije vetra [5]. To su vetroelektrane:

- VE „Košava” – 120 MW
- Vetropark „Kovačica” – 125 MW
- Vetropark „Čibuk 1” (Dolovo) – 157 MW (U planu: „Čibuk 2” – 160 MW, „Bela Anta” – 120 MW)
- VE „Plandište” – 102 MW
- Vetropark „Alibunar” – 42 MW (U planu: „Alibunar 1” – 99 MW, „Alibunar 2” – 75 MW)
- Vetropark „Malibunar” – 8 MW

Ukupna instalisana snaga ovih vetroelektrana je 554 MW. Sa VE „Alibunar 1“, „Alibunar 2“, „Čibuk 2“ i „Bela Anta“ ova snaga dostiže čak 1008 MW, što je iznad zadatih kvota i ukazuje na potencijal daljeg razvoja vetroenergetike posle 2020. god.

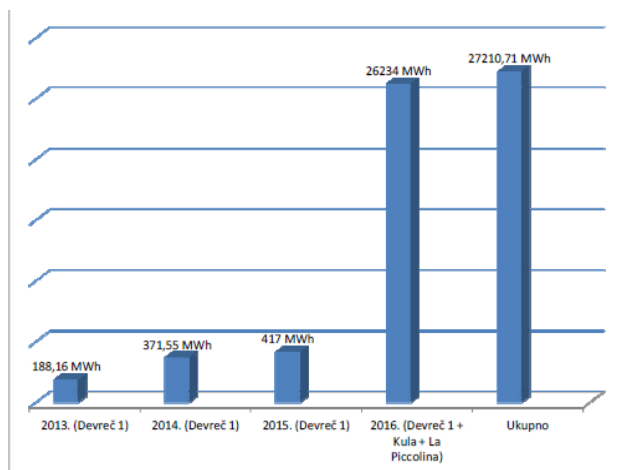


Slika 2. Lokacije planiranih vetroelektrana u Srbiji [4].

4. PROIZVODNJA VETROELEKTRANA U SRBIJI 2013 – 2016.

U periodu od 2013. god., pa do kraja 2016. god. iz vetrogeneratorskih postrojenja je prema dostupnim podacima Elektroprivrede Srbije proizvedeno ukupno 27.210,71 MWh električne energije [6], pri čemu je godišnja raspodela ove proizvodnje prikazana na slici 3. U tome su pojedinačne vetroelektrane učestvovala su na sledeći način:

- VE „Devreč 1” - ukupno 1.769,71 MWh
- Vetropark „Kula” - ukupno 19.382 MWh
- Vetropark „La Piccolina” - ukupno 6.059 MWh



Slika 3. Ukupna proizvodnja električne energije iz vetroelektrana u Srbiji od 2013. do 2016. godine [6].

5. PROCENA PROIZVODNJE VETRO-ELEKTRANA U SRBIJI ZA 2020. GODINU

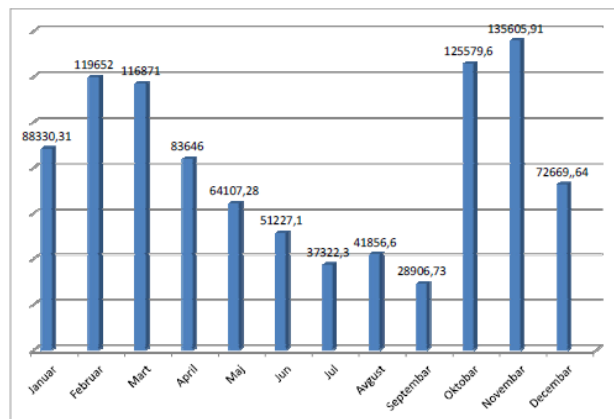
Procena ukupne proizvodnje električne energije na godišnjem nivou za sve neizgrađene vetroelektrane sa privremenim statusom povlašćenog proizvođača izvršena je sabiranjem procenjenje godišnje proizvodnje svake VE ili VP pojedinačno (Košava + Kovačica + Čibuk 1 + Plandište 1 + Alibunar + Malibunar). Procena je urađena na bazi rezultata prikazanih u [6] i estimacijom na instalisanu snagu pojedinačnih VE i VP.

Rezultati pokazuju da se može očekivati da ukupna godišnja proizvodnja električne energije ovih VE i VP bude oko 967.240,67 MWh, pri čemu je udeo svake VE u ovoj procenjenoj proizvodnji sledeći:

- VE „Košava” - 136.225,52 MWh
- VP „Kovačica” - 209.269,16 MWh
- VP „Čibuk 1” - 317.328,19 MWh
- VE „Plandište 1” - 204.262,66 MWh
- VP „Alibunar” - 84.107 MWh
- VP „Malibunar” - 16.018,1 MWh

Pod pretpostavkom da do 2020. godine bude ispunjena kvota u oblasti vetroenergetike, koja iznosi 500 MW instalisanih kapaciteta, može se izvršiti procena proizvodnje električne energije iz ovih 500 MW za 2020. godinu. Ova procena izvršena je sabiranjem procenjene godišnje proizvodnje električne energije iz šest do sada neizgrađenih vetroelektrana (967.240,67 MWh) i proizvedene električne energije tokom 2016. godine iz VE „Devreč 1”, „Kula” i

„La Piccolina” (27.210,7 MWh). Na slici 4 prikazan je procenjeni mesečni doprinos svih ranije spomenutih novih elektrana u MWh. Može se uočiti da bi se u zimskim i jesenjim mesecima dobijalo između 110.000 i 135.000 MWh, dok bi se proizvodnja u letnjim mesecima spuštala na oko 28.000 - 42.000 MWh. Na osnovu ove projekcije, ukupna procenjena godišnja proizvodnje električne energije svih vetroelektrana u Srbiji u 2020. godini bi iznosila oko 994.451,37 MWh ili blizu 1.000 GWh.



Slika 4. Ukupna proizvodnja električne energije šest novih vetroelektrana u 2020. god.

6. DISKUSIJA

Poređenje dosadašnjih postignutih rezultata sa planiranim ciljevima za 2020. godinu u oblasti vetroenergetike pokazuju veliki jaz između planova i očekivanja sa jedne strane i realnosti sa druge strane. Od predviđenih 500 MW instalisanih kapaciteta u oblasti vetroenergetike do 2020. godine do sada su realizovana svega 3 manja projekta, dok su još dva projekta trenutno u procesu realizacije:

- VE „Devreč 1” - 0,5 MW (puštena u rad 2011. godine)
- Vetropark „Kula” - 9,9 MW (puštena u rad 2015. godine)
- Vetropark „La Piccolina” - 6,6 MW (puštena u rad 2016. godine)
- Vetropark „Malibunar” - 8 MW (trenutno u izgradnji, puštanje u rad do kraja 2017. godine)
- VE „Košava” - 68,04 MW (izgradnja zvanično započeta 14. juna 2017.)

Bruto proizvodnja električne energije u Srbiji tokom 2016. godine iznosila je 39.750 GWh. Proizvedena električna energija iz energije vetra u 2016. godini iznosi 27.210,7 GWh na osnovu rada tri vetroelektrane: Devreč 1, Kula i La Piccolina [6]. Na taj način su vetroelektrane u Republici Srbiji tokom 2016. godini u bruto proizvodnji električne energije učestvovala sa procentualnim udelom od svega 0,068 %.

Ukoliko bi do 2020. godine bile izgrađene sve vetroelektrane koje su ušle u kvotu od 500 MW, ukupna procenjena proizvodnja električne energije iz 500 MW vetrogeneratorskih postrojenja bi iznosila oko 1.000 GWh. Na taj način bi vetroelektrane ukupne instalisane snage 500 MW učestvovala u bruto proizvodnji električne energije sa udelom od 2,51 % (pri razmatranju uzeta je u obzir bruto proizvodnja električne energije za 2016. godinu).

Kada je reč o bruto finalnoj potrošnji energiji (BFPE) u 2016. godini u Republici Srbiji, ona je iznosila 8,918 Mtoe [7], odnosno 103.716,340 GWh. U BFPE električna energija proizvedena iz vetroelektrana (27.210,7 MWh) učestvovala je sa 0,026%.

Izuzetno, ostali obnovljivi izvori energije sa proizvodnjom tokom 2016. godine u iznosu od 24.057,873 GWh učestvuju u BFPE sa procentualnim udelom od 23,196%. , što nas i dovodi do udela svih OIE u BFPE na kraju 2016. godine od 23,456% (23,196% + 0,026%).

Procenjena bruto finalna potrošnja za 2020. godinu, prema nacionalnom akcionom planu za korišćenje obnovljivih izvora energije, iznosi 9,495 Mtoe, odnosno 110.426,850 GWh [7].

U tom slučaju bi 2020. godine električna energija proizvedena iz 500 MW vetrogeneratorskih postrojenja (pod ranijom pretpostavkom da sve vetroelektrane budu izgrađene do 2020. godine) učestvovala u BFPE sa procentualnim udelom od 0,9%.

To dovodi do zaključka da bi iz ostalih obnovljivih izvora energije 2020. godine trebalo obezbediti 26,1% udela u BFPE, u cilju ispunjenja nacionalnog cilja od 27% OIE u BFPE. Potrebno je dakle, u periodu od 2016. do 2020. godine ostvariti povećanje udela ostalih OIE BFPE sa 23,196% (2016.) na 26,1% (2020.). Povećanje sa 23,196% na 26,1% moguće je do 2020. godine ostvariti sprovođenjem NAPOIE i instalisanjem novih 592 MW proizvodnih kapaciteta iz ostalih obnovljivih izvora energije, ne računajući vetar.

7. ZAKLJUČAK

Korišćenje energije vetra u Republici Srbiji još uvek je daleko ispod onoga što je projektovano i onoga na šta se Srbija kao članica Energetske zajednice obavezala. Nedostatak izgrađenih vetroelektrana nije direktna posledica nedostatka interesovanja i investitora, jer ove investicije pristižu i zainteresovanost za ovo područje je na visokom nivou. Državni podsticaji (Feed-in tarifa) su stimulatívni (9,2 €Eur/kWh) i obezbeđuju relativno brz povrat investicije.

To je pre svega posledica raznih prepreka vezanih za implementaciju ove tehnologije. Vrednost investicionih projekata u oblasti vetroenergetike i ostalih obnovljivih izvora energije izložena je regulatornim rizicima, rizicima izgradnje, tržišnim i operativnim rizicima.

Ipak, na bazi procena proizvodnje električne energije u 2020. god. može se zaključiti da će vetroelektrane imati vidljiv uticaj na ostvarivanje nacionalnog cilja obezbeđivanja 27% energije iz OIE. Njihov udeo se procenjuje na 0,9% ukupne finalne potrošnje energije u Srbiji sa potencijalom dupliranja ovog rezultata, jer je već planirano 1008 MW novih kapaciteta VE (500 MW do 2020. god.).

Ovo ukazuje na dobre perspektive vetroenergetike u Srbiji, a dodatni podsticaj će doneti izgradnja 400 kV dalekovoda Pančevo – Rešica (Rumunija), što će omogućiti jednostavniji plasman energije dobijene u VE, kao i njen izvoz u Rumuniju.

8. LITERATURA

- [1] A. Brnabić, M. Turković, „Putokaz za razvoj obnovljivih izvora energije u Srbiji i okruženju”, CIRSD, Beograd, 2015.
- [2] Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, „Nacionalni akcioni plan za korišćenje obnovljivih izvora energije Republike Srbije”, Beograd, 2013.
- [3] Ministarstvo rudarstva i energetike, „Zahtevi za sticanje privremenog statusa povlašćenog proizvođača i statusa povlašćenog proizvođača za elektrane na vetar”, <http://www.mre.gov.rs/doc/efikasnost-izvori/efikasnost-kvote/10.02.2017-Spisak%20zahteva%20za%20privremeni%20i%20povlaseni%20status%20za%20vetro%20elektrane.htm> (pristupljeno u maju 2017.)
- [4] Atkins, „Vetropark Alibunar, Srbija – Kumulativna procena uticaja“, WindVision, 2015, www.windvision.com
- [5] Vladimir Katić i dr., „Atlas vetrova AP Vojvodine”, studija za Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, Novi Sad, 2008. <http://www.psemr.vojvodina.gov.rs/index.php/studije/item/5-studije-potencijala-i-mogucnosti-korisčenja-energije-vetra-u-apv>
- [6] EPS Snabdevanje, „Izveštaj o otkupu električne energije od povlašćenih proizvođača električne energije od strane ogranka EPS Snabdevanje u 2016. godini”, <http://www.eps-snabdevanje.rs/obnovljivi-izvori/Pages/izvestaji.aspx> (pristupljeno u maju 2017.)
- [7] „Energetski bilans Republike Srbije za 2016. godinu”, Službeni glasnik RS, broj 113/2015, www.mre.gov.rs

Kratka biografija:



Dario Stefan rođen je u Beogradu, 1992.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2017. god.



Vladimir Katić rođen je 1954. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Od 2002. godine je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Trenutno je prodekan Fakulteta tehničkih nauka i šef katedre za Energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, obnovljivi izvori električne energije, električna vozila i kvalitet električne energije.

AUTOMATSKO TESTIRANJE WEB I MOBILNIH APLIKACIJA**TEST AUTOMATION OF WEB AND MOBILE APPLICATION***Sabolč Berko, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu su opisane savremene metode testiranja softvera. Navedena su popularna okruženja sa kojima se može stvoriti efikasan ekosistem rada. Sa navedenim primerom je postignuta veća jasnoća celokupnog rada i uvid u neke kritične tačke automatskog testiranja modernog softverskog projekta.

Abstract – This paper describes contemporary methods of software testing. It also contains some of the most popular frameworks and tools which can help to build an effective work environment. The given example helps to achieve better understanding of the whole paper and insight into some of the critical points of automated testing of a modern software product.

Ključne reči: testiranje, automatsko testiranje, veb strane, mobilne aplikacije, mikroservis, baza podataka

1. UVOD

Zadatak ovog rada jeste da prezentuje strukturu i izradu okruženja za automatsko testiranje određenog softverskog proizvoda. Za ovu svrhu uzet je hipotetički projekat pod nazivom EasyTalk koji se bavi komunikacijom medicinskih sestara i doktora.

EasyTalk projekat se sastoji od veb aplikacije koju koriste medicinske sestre i mobilne aplikacije za Android i iOS platformu koju koriste doktori. Za skladištenje podataka je korišćen MS SQL Server sistem za rukovanje bazama podataka, dok su za serviranje podataka prema mobilnim telefonima korišćeni veb servisi.

Test okruženje obuhvata izradu modula za konektovanje na bazu podataka i mikro servisa, modeliranje prikaza mobilnih aplikacija i veb strana. Poseban modul je izrađen za implementaciju test scenarija za mikro servise, veb strane i prikaz mobilnih aplikacija.

U radu će biti opisani osnovni principi testiranja i automatskog testiranja, implementacija prethodno navedenih modula i korišćenje istih. Za implementaciju sistema će se koristiti Java kao programski jezik, a za pokretanje veb pretraživača i mobilnih aplikacija Selenium i Appium respektivno. Rad se zasniva na projektu automatskog testiranja za gore navedeni hipotetički projekat.

U drugom poglavlju su opisani osnovni principi i raspodela testiranja softvera. Treće poglavlje sadrži opis uobičajene strukture savremenog softverskog projekta. Četvrto poglavlje sadrži specifikaciju projekta za automatsko testiranje konkretnog sistema i opisuje korišćene alate.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević.

U petom poglavlju opisan je implementirani sistem. Šesto poglavlje sadrži zaključak rada i ideje za nastavak implementacije sistema.

2. OSNOVI SOFTVERSKOG TESTIRANJA

Softversko testiranje je proces u kome se odvija izvršavanje programa ili aplikacije sa namerom da se nađu greške. Možemo ga još tretirati i kao proces validacije i verifikacije softverskog programa, aplikacije ili proizvoda. Validacija i verifikacija se generalno izvode prema sledećim stavkama:

- ispunjavanje unapred definisanih zahteva koji su postavljeni u fazi dizajna i implementacije
- sistem odziva na sve tipove ulaza po definiciji
- funkcije softverskog proizvoda se izvršavaju u prihvatljivom vremenskom periodu
- dovoljno je upotrebljiv prema unapred definisanim zahtevima
- moguće je instalirati i pokretati na ciljnoj platformi ili platformama

Prilikom izvođenja softverskog testiranja već kod vrlo malih aplikacija ili softverske komponente broj mogućih test slučajeva (scenarija) je praktično beskonačan. U realnom svetu ne postoji dovoljno resursa (ljudskih i vremenskih) da bi se mogao celi proizvod pokriti. Zbog toga su uvedene strategije testiranja od strane različitih metodologija koje služe za odabir načina testiranja u zavisnosti od osobina programskog proizvoda, raspoloživog vremena i ljudskih resursa. U tipičnim slučajevima (ali ne isključivo) softversko testiranje se svodi na izvršavanje aplikacije sa namerom da se nađu softverske greške. Testiranje je iterativan proces, tj. ispravka softverske greške može da kreira nove greške ili da dovede do pojavljivanja već rešene greške.

2.1 Izvor softverske greške

Softverska greška dovodi do otkaza samo ako se steknu odgovarajući uslovi. Odnosno, u kôdu može da postoji greška, ali ako se on nikada ne izvršava ili ako se ne izvršava dovoljno dugo ili u odgovarajućim uslovima da bi doveo do problema, možda se nikada neće dogoditi da on otkáže. Pošto testiranjem ne možemo da ostvarimo sve moguće uslove, cilj treba da nam bude otkrivanje grešaka u nadi da ćemo tim putem ukloniti sve greške koje bi mogle da dovedu do otkazivanja sistema prilikom njegove stvarne upotrebe [2].

Greške mogu da se unesu u sistem u ranim fazama razvoja ili kasnije kada se ispravlja novootkrivena greška. Na primer, neispravan softver može da bude rezultat grešaka u zahtevima. Bio zahtev dvosmislen zato što kupac nije bio siguran šta mu treba ili zato što je pogrešno shvaćen,

rezultat je isti: sistem ne radi onako kako to kupac želi [2].

Do neuspele komunikacije može doći i tokom dizajniranja sistema. Možemo pogrešno da protumačimo neki zahtev pa napišemo pogrešnu specifikaciju dizajna, ili da dobro razumemo zahtev, ali da loše formulišemo specifikaciju. Takvu specifikaciju pogrešno shvate oni koji kasnije čitaju i koriste taj dizajn. Slično tome, možda mi, za razliku od ostalih koji čitaju naš dizajn, podrazumevamo neke karakteristike ili relacije [2].

Na sličan način može doći i do grešaka u dizajnu programa. Do pogrešnog tumačenja često dolazi kada se dizajn sistema prevodi u opise nižeg nivoa za specifikacije programa. Programeri ne učestvuju u početnim razgovorima sa kupcima kada se raspravlja o ciljevima i funkcionalnosti sistema. Pošto su programeri zaduženi za jedno „drvo“, a ne za „šumu“, od njih se ne može očekivati da uoče greške u dizajnu koje su prenete iz prvih koraka ciklusa razvoja. Iz tog razloga su pregledi zahteva i dizajna bitni za osiguranje kvaliteta dobijenog sistema [2].

Kada počne testiranje programske komponente, greške mogu nenamerno da se dodaju prilikom otklanjanja drugih problema. Takve greške se često veoma teško otkrivaju, jer se manifestuju samo kada se vrše određene funkcije ili samo pod određenim uslovima. Ako su te funkcije već testirane pre nego što je nenamerno uneta nova greška, ona će se primetiti tek mnogo kasnije, a tada njen uzrok neće biti jasan. Do te situacije može doći ako ponovo koristimo kôd iz drugih aplikacija, pa ga menjamo prema svojim trenutnim potrebama. Nijanse u dizajnu kôda možda nisu sasvim jasne i naša izmena možda više škodi nego što koristi [2].

Isto tako, nove greške mogu da se unesu prilikom održavanja. Unapređenja sistema ponekad zahtevaju da se promene zahtevi, arhitektura sistema, dizajn programa, pa i sama implementacija. Zato može doći do raznovrsnih grešaka dok se unapređenje opisuje, dizajnira i kôdira. Osim toga, sistem možda ne funkcioniše pravilno zato što korisnici ne shvataju kako je zamišljeno da sistem radi. Do greške može doći ako je dokumentacija nejasna ili neispravna. Ljudski faktor, uključujući i shvatanje korisnika, ima veliku ulogu u razumevanju sistema i tumačenju njegovih poruka i zahtevanog ulaza. Korisnici koji nisu navikli na sistem, možda pogrešno koriste njegove funkcije ili ih ne koriste u potpunosti.

3. MODERNI SOFTVERSKI PROIZVOD

Digitalni svet u kojem ovih dana živimo možemo opisati sa vrlo kratkom ali jasnom frazom: "Mobile first, cloud first". Prvi deo fraze ("Mobile first") znači da današnji krajnji korisnici više vremena provode koristeći mobilne uređaje (i time mobilne aplikacije) nego standardne personalne računare ili laptopove. To znači da prilikom razvoja novog komercijalnog proizvoda vrlo je verovatno da će najveća potražnja biti usmerena ka mobilnim aplikacijama. Drugi deo fraze ("Cloud first") govori o očekivanju krajnjeg korisnika, tj. da treba omogućiti korisniku da u svakom trenutku može doći do željene informacije gde god da se nalazi u svetu.

Praćenje ovog trenda znači da danas skoro da ne postoji softverski proizvod koji ne poseduje mobilnu aplikaciju. To nas dovodi do toga da je najčešći slučaj kombinacija veb

strane, desktop aplikacije i mobilne aplikacije. Pošto su mobilni uređaji ograničeni od strane hardverskih resursa, vrlo je važno da procedura dobavljanja podataka bude štedljiva. Štednja hardverskog resursa u ovom slučaju ima više značaja:

- konekcija prema bazi podataka treba da bude brza i efikasna
- dobijeni podaci treba da budu u formatu koji se može brzo i energetski efikasno obraditi
- dobijeni podaci treba da budu što je moguće manji, ali da ipak sadrže sve što je potrebno
- obrada podataka treba da koristi što je moguće manje procesorskog vremena

Da bi se postigli gore navedeni ciljevi, izmišljen je srednji sloj koji se zove programski sloj aplikacije (Application Program Interface - API) [8], u daljem tekstu mikro servisi.

3.1. Izvršavanje testiranja modernog softverskog proizvoda

Postoje dva načina koja su danas u primeni:

- *Manuelno testiranje.* U metod bele kutije spada ako ga izvršava programer, a crne ili sive kutije ako ga izvršava tester, zavisno od toga koliko je upućen u celokupni sistem. Izvršavanje ovog tipa testiranja se može sprovesti na dva načina. Tester može da igra ulogu krajnjeg korisnika i da testira veb stranu nasumično. U tom slučaju tester ne prati nikakvu specifikaciju test slučajeva. Ali, više je u primeni da se manuelni test izvršava na osnovu prethodno napisanih test slučajeva. U zavisnosti od toga šta tester testira, metodologija ovog tipa može da spada u bilo koju prethodno navedenu metodologiju.
- *Automatsko testiranje.* Uobičajeno je da testiranje ovog tipa uvek vrši QA osoblje. Kao i kod manualnog testiranja, može da spada u bilo koju prethodno navedenu kategoriju. Automatsko testiranje podrazumeva pisanje test kôda, uobičajeno na osnovu prethodno definisanih test slučajeva.

Automatsko testiranje – kao što i čitalac može da zaključi – može da automatizuje posao manualnog testera. Postavlja se pitanje čemu onda služi manualno testiranje, ako isto to možemo simulirati računarima? Na odgovor ovog pitanja utiče više faktora. Prvenstveno, računar nikada neće moći u potpunosti da simulira čoveka kao korisnika. Drugo, izvršenje testova se ne nadzire u realnom vremenu, jer se oni uobičajeno puste na nekom udaljenom virtuelnom računaru. Naravno, automatizacija ubrzava posao, ali sa time se žrtvuje ljudski faktor. Najzad, kao treće, može da se naglasi da kombinacija prethodne dve opisane metodologije predstavlja savršen spoj kompletnog testiranja konkretne veb strane. Manuelni tester prilikom testiranja može da otkrije pogodna mesta za automatsko testiranje, koja se mogu iskoristiti za pisanje specifikacije test scenarija. Isto tako, kad izvođač automatskih testova pronade grešku, može javiti manualnom testeru da je i dalje istražuje.

4. SPECIFIKACIJE SISTEMA

4.1 Specifikacija fiktivnog softverskog projekta

Za demonstraciju automatskog testiranja modernog softverskog projekta korišće se jedan fiktivni projekat pod nazivom EasyTalk koji treba da podrži komunikaciju

između medicinskih sestara i doktora. EasyTalk projekat se sastoji iz sledećih elemenata:

- veb strana koju koriste medicinske sestre i doktori za slanje poruka između sebe
- mobilna aplikacija koju koriste doktori da bi uvek mogli dobiti najnoviju informaciju od medicinske sestre
- baza podataka gde se svi podaci skladište
- mikro servisi, koje služe za transformaciju podataka koje će kasnije telefon koristiti za efektivno dobavljanje informacija.

U idealnom slučaju tipičan proces rada sistema je:

1. medicinska sestra prikupi podatke o novom pacijentu
2. posle uobičajenog prijema i pružene nege pacijent se šalje kod doktora i u istom trenutku se šalje informacija doktoru preko EasyTalk sistema
3. doktor dobija informacije preko veb strane ili preko mobilnog telefona ako je npr. na putu. Doktor je u svakom trenutku u mogućnosti da odgovori na poruku koju je dobio od medicinske sestre.

4.2 Specifikacija projekta automatskog testiranja

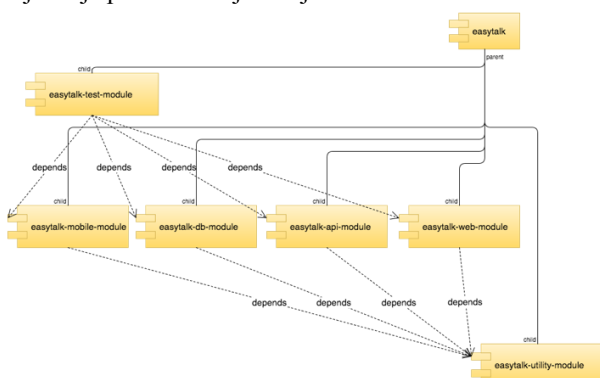
Da bi postigli što veću preciznost i pokrivenost testovima, ovakve sisteme je dobro podeliti po nivoima testiranja. Posmatranjem gore navedene strukture i procesa rada uočavaju se oblasti testiranja koje treba pokriti:

- testiranje transformisanih podataka od strane mikro servisa u odnosu na bazu podataka
- testiranje prikazanih podataka na telefonu u odnosu na podatke transformisane od strane mikro servisa
- testiranje podataka prikazanih na veb strani u odnosu na bazu podataka
- testiranje komunikacije medicinske sestre i doktora u realnom vremenu simulirajući korišćenje veb strane i neki od mobilnih uređaja

5. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Prilikom implementacije sistema, jedan od važnijih faktora je da poslovna logika bude što jednostavnija i da celokupan kôd bude što je moguće više proširiv. Jednostavnost smanjuje šansu postojanju greške u samom test kôdu, dok je proširivost sposobnost koja daje fleksibilnost testiranju. Ako dođe do nekih promena na samom projektu, vrlo je verovatno da će i test kôd morati da se promeni. Da bi se postigla što je moguća veća proširivost, test je podeljen na više Maven modula.

Na Sliku 1. Moduli za automatsko testiranje EasyTalk projekta je prikazana hijerarhija Maven modula.



Slika 1. Moduli za automatsko testiranje EasyTalk projekta

Roditeljski modul (imenovano *easytalk*), je modul koji je zadužen samo za opis celokupnog projekta. Posедуje takozvani *pom.xml* fajl (opisni fajl Maven projekta), gde su definisani svi ostali moduli koji sadrže eksplicitne i esencijalne delove projekta.

Modul *easytalk-utility-module* sadrži globalne pomoćne klase koje se koriste širom projekta. Svi ostali moduli zavise od tog jednog modula. Modul sadrži:

- enumeracije – definisane adrese veb strane, adrese baze podataka, verzije mikro servisa, tipove korisnika, itd.
- Data Transfer Objects (DTO) – pomoćne klase koje služe za iščitavanje konfiguracionih fajlova u zavisnosti od definisanih parametara testova i grupe testova
- Plain Old Java Objects (POJO) – pomoćne klase koje služe za čuvanje podataka prikupljenih sa korisničkog interfejsa veb strane ili mobilnog telefona.

Modul *easytalk-db-module* sadrži sve potrebne konfiguracione fajlove koji su neophodni za konektovanje i mapiranje na postojeću bazu podataka. Mapiranje tabela je implementirano u *com.easytalk.db.bean* paketu. Zbog izbegavanja komplikacije i zadržavanja jednostavnosti izostavljena su mapiranja odnosa između tabela, kao što su "jedan prema više" i "više prema više" veze. Paket *com.easytalk.db.dao* sadrži sve klase koje su zadužene za komunikaciju sa konkretnom bazom podataka. Klase ovog paketa sadrže metode koje šalju konkretne upite opisane korišćenjem Hibernate Query DSL prema bazi podataka. Svaka Data Access Object (DAO) [25] klasa je tipizirana klasa, tj. svaka DAO klasa sadrži svoj tip iz paketa *com.easytalk.db.bean*.

Modul *easytalk-api-module* je zadužen za komunikacije i verifikaciju mikro servisa. Modul se sastoji od više paketa kao što su (*com.easytalk.api*): *.endpoints*, *.enums*, *.pojo*. Paket *enums* sadrži enumeracije kôdova grešaka i postojećih krajnjih tačaka (*endpoints*) mikro servisa. Paket *endpoints* je mesto gde su implementirane klase koje su zadužene za konektovanje na željene krajnje tačke, dobavljanje podataka, verifikaciju dobavljenih podataka i pretvaranje dobavljenih podataka na Plain Old Java Object (POJO) [26] klase. Paket *pojo* sadrži sve Java klase koje mapiraju podatke koji se mogu dobavljati preko mikro servisa. Prilikom dobavljanja podataka modul vrši verifikaciju formata podataka u odnosu na JSON šemu, koja se nalazi u posebno kreiranoj *resources* mapi.

Modul *easytalk-mobile-module* sadrži takozvane *ScreenObject*-e za mobilnu aplikaciju. Svaka Java klasa treba da opiše jedan i samo jedan prikaz mobilne aplikacije. Mapiranje prikaza je implementirano u paketu *com.easytalk.mobile.ios.screens*. U slučaju da postoji više prikaza koji sadrže iste kontejnere elemenata (npr. toolbarovi, meniji i slično), oni su implementirani u posebnim Java klasama. Te klase su locirane u paketu *com.easytalk.mobie.ios.sections* i koriste se kao komponente u klasama koje opisuju prikaze mobilne aplikacije. Pomoću njih se izbegava dupliciranje kôda i podržava se ponovno korišćenje već implementiranog.

Modul *easytalk-web-module* ima istu strukturu kao i *easytalk-mobile-module*, samo što sadrži implementaciju veb strana korišćenjem *PageObject* dizajn šablona. Svi dijalozi ili popup prozori su tretirani kao posebne stranice i stoga dizajnirani u posebnim *PageObject* klasama. Pošto se

veliki broj dijaloga može otvoriti sa više mesta, ovim se stiče veća fleksibilnost prilikom implementacije i korišćenja istih u konkretnim slučajevima.

Modul *easytalk-test-modul* se sastoji od paketa `com.easytalk.tests: .android, .ios, .web, .api`. Kao što i imena paketa govore, testovi su podeljeni u zavisnosti od toga koji deo EasyTalk projekta se testira u konkretnom slučaju. Paket `ios` sadrži sve testove koji kao primarni cilj imaju testiranje iOS aplikacije. To ne znači da nisu korišćeni moduli iz baze podataka, `api` moduli ili veb moduli, jer bez njih većina kompleksnih test slučajeva ne bi bila izvodljiva. Paket `android` sadrži testove za aplikaciju na Android platformi, paket `web` sadrži testove izrađene za veb aplikaciju, a `api` paket sadrži testove pisane za mikro servise.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu su opisane savremene metode testiranja softvera. Navedena su popularna okruženja sa kojima se može stvoriti efikasan ekosistem rada. Sa navedenim primerom je postignuta veća jasnoća celokupnog rada i uvid u neke kritične tačke automatskog testiranja modernog softverskog projekta.

Test okruženje izrađeno na ovaj način omogućava lako održavanje i dalju implementaciju. U sistem bi moglo da se uvede paralelno pokretanje testova radi smanjivanja vremena rada testa. Uvođenjem Jenkins [28] integracionog servera mogli bi da se naprave rasporedi rada testa za što bolji prikaz rezultata. Radi smanjivanja troškova i uštede vremena kod velikog internacionalnog sistema, dobra praksa je najam virtuelnih mašina i fizičkih mobilnih uređaja za puštanje test scenarija. Na taj način QA inženjerima nije neophodno da rade na fizičkoj lokaciji gde su svi ti uređaji obezbeđeni, što daje dodatno smanjenje troškova prilikom implementacije celokupnog sistema.

7. LITERATURA

- [1] Jovan Milošević, Automatsko generisanje testova za Java aplikacije: pregled metoda i alata. Novi Sad: FTN, 2014.
- [2] Test Instruktor. Link-eLearning. http://www.link-elearning.com/lekcija-Principi-testiranja-softverskog-sistema_4465
- [3] Bertrand Meyer. "Seven principles of software testing." Computer 41.8 (2008).. <http://se.inf.ethz.ch/~meyer/publications/testing/principles.pdf>
- [4] Scot Ambler. Introduction to Test Driven Development <http://agiledata.org/essays/tdd.html>
- [5] Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Model-based_testing

- [6] Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development
- [7] Berkó Szabolcs, Implementacija okruženja za automatsko testiranje veb strane. Novi Sad, Serbia: FTN, 2015.
- [8] Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface
- [9] Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/XML>
- [10] Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/JSON>
- [11] Selenium. <http://www.seleniumhq.org>
- [12] Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/XPath>
- [13] w3schools. http://www.w3schools.com/cssref/css_selectors.asp
- [14] TestNG. <http://testng.org/doc/index.html>
- [15] JUnit. <http://junit.org/>
- [16] NUnit. <http://www.nunit.org/>
- [17] Data driven Test Development. https://en.wikipedia.org/wiki/Data-driven_testing
- [18] Apache. Maven. <https://maven.apache.org/>
- [19] RestAssured. <http://rest-assured.io/>
- [20] Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer
- [21] Hibernate. <http://hibernate.org/orm/>
- [22] Appium. <http://appium.io/>
- [23] Calabash. <http://calabash.sh/>
- [24] Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Xcode>
- [25] Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_access_object
- [26] Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Plain_Old_Java_Object
- [27] RestAssured. GitHub. <https://github.com/jayway/JsonPath>
- [28] Jenkins. <https://jenkins-ci.org>

Kratka biografija

Sabolč Berko rođen je 14.07.1991 godine u Bačkoj Topoli. Završio je Tehničku Školu u Bečeju na obrazovnom profilu Elektrotehničar računara. Upisao se na Fakultet Tehničkih Nauka na Univerzitetu u Novom Sadu 2010. godine na smer Računarstvo i automatika, usmerenje Primenjene računarske nauke i informatika. Završio je osnovne akademske studije prvog stepena 2015. godine i stekao stručni naziv Diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva. Položio je sve ispite master studija na usmerenju Softversko inženjerstvo u 2016 godini.

**PRIMENA SHACL-A PRI VALIDACIJI GRAF STRUKTURA PODATAKA
APPLYING SHACL FOR GRAPH DATA VALIDATION**Vladimir Đurđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je SHACL kao novi standard za validaciju podataka modelovanih grafovskom strukturom. Urađena je analiza nedostataka trenutnih rešenja na polju validacije grafom modelovanih podataka i prednosti koje novi pristup definisan SHACL-om pruža. U okviru rada dizajniran je, i u TypeScript programskom jeziku implementiran, SHACL-CORE procesor. Praktična primena SHACL-a kao i implementiranog procesora je testirana pri validaciji CIM/XML podataka iz CGMES MiniGrid modela korišćenog na ENTSO-E Interoperability Testu 2016. godine [1]. Na kraju su sagledana ograničenja trenutne implementacije, izvršena analiza performansi i dat pregled mogućnosti za dalji razvoj alata.

Abstract – This paper presents SHACL as a new standard for graph data validation. It provides the analysis of currently available technologies, deficiencies and approaches to graph data validation, along with overview of benefits when using SHACL. As part of this research, SHACL-CORE processor is designed and implemented in TypeScript programming language. Practical usage of SHACL and implemented processor is tested in validation of CIM/XML data from CGMES MiniGrid model used for ENTSO-E interoperability tests performed in 2016 [1]. Lastly, there is an overview of current implementation restrictions, performance and improvement options.

Ključne reči RDF (Resource Description Framework), SHACL (Shapes Constraint Language), CGMES

1. UVOD

Iako su se pojavili pre tek nešto više od šest decenija, komercijalni računari su doživeli velike promene tokom svog razvoja. Kako su vremenom računarski uređaji postajali sve manji, sa obrnutno proporcionalnim porastom procesne moći i smanjenim troškovima proizvodnje, računari postaju deo svakodnevnice velikog broja ljudi.

Posledično, sa razvojem hardvera, pojavljuju se sve složeniji softverski sistemi koji teže da automatizuju razne aspekte svakodnevnog života i na taj način liše čoveka zamornih svakodnevnih obaveza. Međutim, kako su akcije koje treba automatizovati često složene i zahtevaju obradu i objedinjavanje podataka sa različitih izvora i iz različitih domena u cilju ispravnog rezonovanja i donošenja adekvatnih odluka, softverski sistemi nailaze na problem neadekvatno struktuiranih podataka, čija se semantika ne može shvatiti bez prisustva ljudske inteligencije.

NAPOMENA:

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

Bez obzira na činjenicu da konstantno evoluira, sadržaj World Wide Web-a se može iskoristiti kao primer neadekvatno struktuiranih podataka za inteligentnu obradu od strane softverskih sistema, odnosno računarskih programa. Najveći deo sadržaja World Wide Web-a predstavlja mreža međusobno povezanih dokumenata čiji je sadržaj namenjen za prezentaciju ljudima. Podaci koji se nalaze u takvim dokumentima su formatirani tako da je za razumevanje njihove semantike potrebna ljudska inteligencija. Semantički web je proširenje web-a, gde se informacijama dodeljuje strogo definisano značenje, što otvara mogućnost bolje saradnje između ljudi i računara [2]. Ono što je omogućilo izgradnju semantičkog web-a, i prilagođavanje podataka računarima je upotreba graf modela podataka i obogaćivanje podataka meta podacima. Tehnologija koja igra ključnu ulogu u realizaciji semantičkog web-a i koja pruža okvir za pomenuti pristup modelovanju podataka je RDF (Resource Description Framework).

2. MODELOVANJE PODATAKA POMOĆU GRAFA

Poslednjih godina, teorija grafova se utemeljila kao važan matematički alat koji nalazi primenu u velikom broju oblasti, od operativnog istraživanja i hemije do genetike i lingvistike, od elektronike i elektrotehnike do geografije, sociologije i arhitekture [3].

U računarstvu, teorija grafova takođe nalazi široku primenu, prvenstveno kao apstraktna struktura podataka koja se najčešće koristi kod različitih algoritama iz oblasti računarske inteligencije. U oblasti baza podataka, iako relacioni model i dalje dominira, na tržištu se sve više pojavljuju sistemi za upravljanje raznim NoSQL bazama, među koje se svrstava i graf baza podataka.

Osnovna razlika između relacionog i graf modela podataka je u načinu na koji se čuvaju veze između podataka. Dok relacioni model veze između podataka čuva na nivou tabele (entiteta) i zahteva izvršavanje upita sa spajanjem tabela da bi se došlo do konkretnih veza između podataka, kod graf modela podataka veza se čuva na nivou sloga (čvora), zbog čega se nameće kao prirodan izbor kod sistema gde je bitna brza pretraga i zaključivanje. Neki od primera koji su pogodni za modelovanje grafom su podaci o korisnicima na društvenim mrežama koji su na različite načine povezani, kao i kod podataka o izgrađenosti elektroenergetske, saobraćajne, vodovodne, gasne, kanalizacione i sličnih mreža, gde je mreža koja se modeluje sama po sebi graf.

2.1 RDF (Resource Description Framework)

RDF je okvir za opis resursa, pri čemu resurs može biti bilo šta, uključujući dokumente, ljude, fizičke objekte, kao i apstraktne pojmove i koncepte [4].

Koristi se prvenstveno za modelovanje podataka namenjenih za procesiranje od strane softverskih sistema, ali se može primeniti na širok spektar problema što ga čini veoma fleksibilnom tehnologijom. Pruža zajednički okvir za opis resursa koji se sastoji od nekoliko standarda propisanih od strane W3C-a.

RDF model podataka je apstraktan model tipa grafa, koji se sastoji od grana i čvorova i zasniva se na opisu resursa u formi subjekat-predikat-objekat iskaza. Kako se iskazi kojima se daju opisi resursa sastoje iz tri elementa, u *RDF* terminologiji se najčešće nazivaju *RDF* trojkama ili *RDF* tripletima. Prvi i treći element jednog *RDF* iskaza, subjekat i objekat, predstavljaju resurse koji su u vezi, dok drugi element, predikat, predstavlja prirodu te veze.

2.2 RDFS (RDF Schema)

RDFS predstavlja semantičko proširenje *RDF*-a, tako što definiše rečnik za modelovanje podataka. Iako neki aspekti pripadnosti mogu biti modelovani i *RDF*-om upotrebom *rdf:type* ključne reči, *RDF* sam po sebi služi samo za kreiranje strukture grafa kojom se predstavljaju podaci. *RDFS* definiše smernice o načinu upotrebe takve strukture na tačno definisan način, odnosno pruža način da se opiše rečnik koji će se koristiti za izgradnju *RDF* grafa [5].

2.3 OWL (Web Ontology Language)

Ontologije predstavljaju rečnike podataka koji sadrže domensko znanje vezano za neku oblast, koje se na uniforman način može koristiti za razmenu informacija između različitih sistema ili aplikacija bez gubitka značenja odnosno konteksta. *OWL* je jezik semantičkog web-a dizajniran za reprezentaciju bogatog i kompleksnog znanja o pojmovima, grupama pojmova kao i odnosima između pojmova. Prilagođen je tako da znanje izraženo *OWL*-om može biti shvaćeno od strane računarskih programa, u cilju verifikacije konzistentnosti znanja ili u cilju dobijanja eksplicitnog od implicitnog znanja [6].

3. VALIDACIJA GRAFOVSKIH STRUKTURA PODATAKA

Validacija podataka predstavlja neizostavan deo svakog informacionog sistema. Dok modeli i prateći alati koji su već dugi niz godina u širokoj upotrebi, kao što je relacioni model, imaju dobro definisane i standardizovane mehanizme za validaciju podataka, sa *RDF*-om to do skora nije bio slučaj.

Zbog nedostatka dobro definisanog i standardizovanog načina za validaciju podataka modelovanih *RDF*-om, pokušano je da se na alternativne načine definiše validacija podataka, a neki od takvih alternativnih načina su upotreba *OCL*-a, *XSD*-a kao i *SPARQL* upita.

OCL (*Object Constraint Language*) je deklarativni jezik za opis pravila koje se odnose na *UML* (*Unified Modeling Language*) modele. Za potrebe validacije *RDF*-a definisana su ograničenja zapisana u *OCL* formatu, za koje su pravljeni alati koji bi znali takva ograničenja da interpretiraju i primene u validaciji *RDF* grafova.

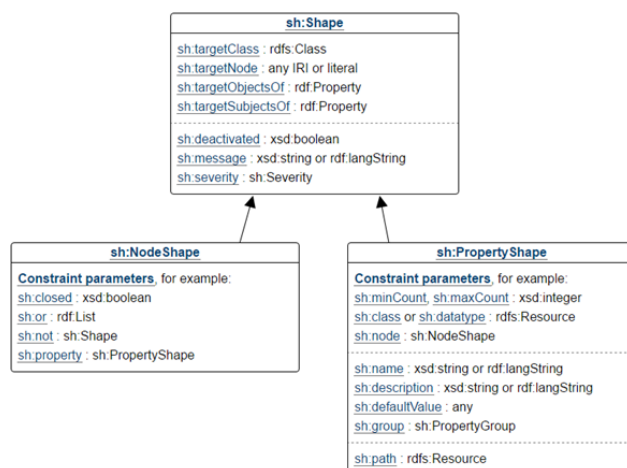
XSD (*XML Schema Definition*) se koristi za definisanje strukture i validaciju *XML* dokumenata, što je iskorišćeno kao mogućnost validacije *RDF* podataka, ali samo u obliku *RDF/XML* dokumenta.

Rešenje koje je najprirodnije i koje je doživelo standardizaciju u obliku *SHACL* standarda je upotreba *SPARQL* upita za validaciju *RDF* podataka koji rade direktno nad skupom *RDF* trojki, ne zahtevaju nikakve dodatne alate i nisu zavisni od formata serijalizacije.

SHACL (*Shapes Constraint Language*) je jezik za opis i validaciju *RDF* grafova [7]. Ograničenja zapisana *SHACL*-om, sama po sebi su *RDF* graf, koji se često naziva i “*shape graph*”-om, dok se graf koji se validira naziva “*data graph*”-om. Rezultat validacije *SHACL*-om je takođe *RDF* graf koji se naziva “*report graph*”-om.

3.1 SHACL CORE

Ključni deo *SHACL* specifikacije su *sh:NodeShape* i *sh:PropertyShape* klase definisane *SHACL* rečnikom. Svaki *SHACL* oblik (eng. *shape*), bilo da se radi o instanci *sh:NodeShape* ili *sh:PropertyShape* klase, definiše skup ograničenja definisanih *SHACL* rečnikom, kao i skup čvorova iz grafa koji se validira, na koje se navedena ograničenja odnose. Na osnovu navedenih ograničenja i ciljanih čvorova, *SHACL-CORE* procesor poziva odgovarajuće validatore koji izvršavaju validacionu logiku nad ciljanim čvorovima. Treba napomenuti da za implementaciju komponenti i validatora u *SHACL-CORE* procesoru nije neophodno koristiti *SPARQL* 1.1 upite, ali je dozvoljen i takav pristup.



Slika 1: *SHACL Shape* model [8]

Na slici 1 prikazan je model *SHACL* oblika koji se mogu koristiti za izgradnju “*shape graph*”-a. Kao što se može videti na slici, postoje dva tipa oblika koji nasleđuju baznu *sh:Shape* klasu. Oblik *sh:NodeShape* se može koristiti za navođenje ograničenja koja se odnose na sam ciljani čvor u grafu, dok u slučaju *sh:PropertyShape* oblika, validacija se umesto na ciljanoj čvoru izvršava nad čvorovima do kojih se može doći putanjom navedenom kao vrednost *sh:path* atributa.

Ono što je zajedničko za oba tipa *SHACL* oblika su *sh:targetClass*, *sh:targetNode*, *sh:targetObjectsOf*, *sh:targetSubjectsOf* ključne reči kojima se navode ciljani čvorovi iz grafa koji se validira, na koje se odnose ograničenja navedena oblikom. Ključna reč *sh:targetClass* se može koristiti kada je potrebno validaciju primeniti na sve čvorove koji su instance određene klase, dok upotrebom *sh:targetNode* ključne reči mogu ciljati pojedinačni čvorovi u grafu. Ključne reči

sh:targetSubjectsOf i *sh:targetObjectsOf* se mogu koristiti za ciljanje čvorova koji su u ulozi subjekta, odnosno objekta za navedeni predikat.

3.1.1 SHACL ograničenja

SHACL-CORE specifikacija definiše dvadeset osam komponenti koje mogu definisati jedan ili više obaveznih parametara ograničenja, kao i proizvoljan broj opcionih parametara ograničenja. Kada se kaže opcioni parametar ograničenja, misli se na mogućnost da se u okviru SHACL oblika može izostaviti njegovo navođenje, a da oblik bude validan, dok za obavezne parametre to ne važi. Ukoliko komponenta definiše dva ili više obaveznih parametara, a SHACL oblik ne navede sve, smatra se da oblik nije validan, i da rezultat validacije takvim oblikom nije definisan. Svakoju komponenti, odgovara validator koji implementira validacionu logiku koja odgovara definiciji same komponente.

SHACL-CORE komponente se dele u osam grupa:

1. Komponente za validaciju tipa čvora
2. Komponente za validaciju kardinaliteta
3. Komponente za validaciju raspona vrednosti
4. Komponente bazirane na validaciji stringova
5. Komponente za validaciju odnosa između propertija
6. Komponente za validaciju logičkih ograničenja
7. Rekurzivne komponente
8. Ostale komponente

3.1.2 SHACL izveštaj

Izveštaj validacije je rezultat procesa validacije koji prijavljuje saglasnost „data graph“-a sa definisanim „shape-graph“-om, kao i skup validacionih rezultata koji predstavljaju kršenje ograničenja. Kao što je već rečeno, rezultat validacije je takođe RDF graf. Koreni element grafa koji predstavlja izveštaj validacije je instanca *sh:ValidationReport* klase koja ima *sh:conforms*, *sh:shapesGraphWellFormed* atribut, kao i niz od nula ili više instanci *sh:ValidationResult* klase.

3.2 SHACL SPARQL

SHACL SPARQL predstavlja proširenje SHACL specifikacije koje je bazirano na SPARQL 1.1 upitima i koje omogućava izvršavanja proizvoljnih SPARQL 1.1 upita u cilju definisanja složenih ograničenja koja ne mogu biti izražena upotrebom SHACL CORE komponenti.

SHACL SPARQL nudi dva mehanizma za definisanje složenih ograničenja baziranih na SPARQL 1.1 upitima:

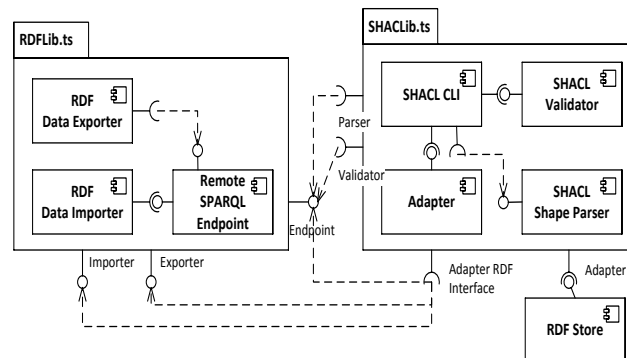
1. *sh:SPARQLConstraintComponent*
2. *sh:ConstraintComponent*

Prva opcija predstavlja definisanu komponentu na isti način kao što su definisane SHACL CORE komponente, koja ima parametar koji očekuje SPARQL 1.1 upit, dok druga opcija predstavlja generičko rešenje koje omogućava definisanje proizvoljne komponente sa proizvoljnim brojem parametara i njeno korišćenje u oblicima.

4. DIZAJN SHACL-CORE PROCESORA

SHACL-CORE procesor podeljen na dve celine. Prva celina predstavlja skup klasa za rad sa RDF modelom

podataka, parsiranje i serijalizaciju različitih formata RDF dokumenata kao što su *Turtle*, *N-Triples*, *N-Quads*, *TriG*, *JSON-LD* kao i skladištenje RDF grafova u *RDF Store*, odnosno *Triplestore* bazi. Druga celina predstavlja implementaciju SPARQL-CORE specifikacije koje je bazirana na SPARQL 1.1 upitnom jeziku.



Slika 2: Dijagram komponenti SHACL-CORE procesora

Na slici 2 dat je prikaz dijagrama komponenti SHACL-CORE procesora. Osnovna komponenta procesora je SHACL CLI koji se može koristiti kao izvršni fajl za upotrebu iz komande linije. SHACL CLI koristi SHACL Validator i SHACL Shape Parser za obradu ulaznog „shape graph“-a i primenu definisanih ograničenja pri validaciji ciljanog „data graph“-a. Za potrebe komunikacije sa RDF Store serverom koristi se adapter komponenta koja može da kreira i uklanja Triplestore-ove sa ciljanog servera, kao i Remote SPARQL Endpoint komponenta koja predstavlja proxy ka postojećim Triplestore-ovima. Za potrebe uvoza i izvoza podataka u odnosno iz Triplestore-a koriste se RDF Data Importer i RDF Data Exporter komponente.

5. IMPLEMENTACIJA SHACL-CORE PROCESORA

Programske biblioteke *RDFLib.ts* i *SHACLlib.ts* implementirane su u *TypeScript* programskom jeziku sa ciljem da se mogu koristiti u *NodeJS*-u kao i u brauzeru.

NodeJS je asinhrono, multi platformsko programsko okruženje koje omogućava izvršavanje *JavaScript* koda izvan brauzera što ga čini logičnim izborom za razvoj portabilnih alata koji se mogu koristiti pri razvoju kako klijentske tako i serverske strane web aplikacija.

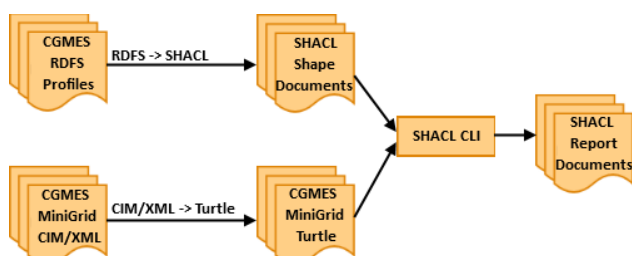
TypeScript predstavlja nadskup *JavaScript* programskog jezika koji omogućava statičko dodeljivanje tipa promenljivama. Statičko tipiziranje ima brojne prednosti, a osnovne su otkrivanje čestih grešaka za vreme kompilacije, kao i mogućnost upotrebe razvojnih alata kao što je „*intellisense*“.

S obzirom na to da trenutno programska okruženja, kako *NodeJS* tako i brauzer, nemaju nativnu podršku za interpretaciju *TypeScript* koda, *TypeScript* se koristi samo za razvoj, dok se pre izvršavanja mora konvertovati u *JavaScript* kod.

Za razvoj programskih biblioteka korišćeno je *Visual Studio Code* razvojno okruženje koje predstavlja manju, jednostavniju, multiplatformsku verziju punog *Visual Studio* okruženja, koje je prilagođeno razvoju web aplikacija.

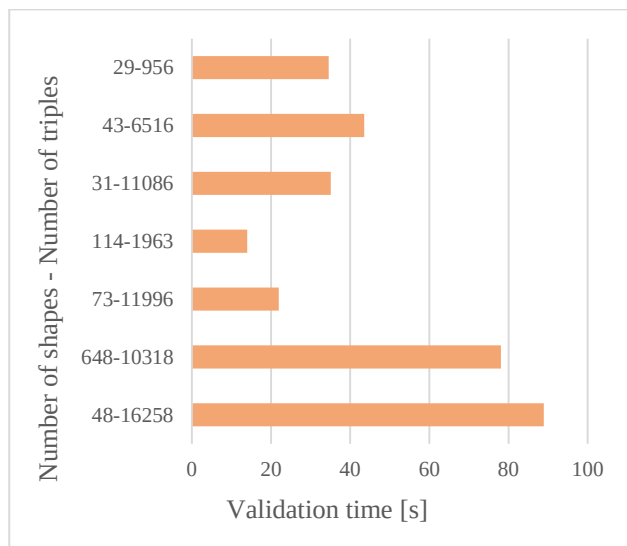
6. TESTIRANJE I MERENJE PERFORMANSI IMPLEMENTIRANOG REŠENJA

Za ulazne podatke prilikom testiranja implementiranog rešenja korišćeni su *CGMES RDFS* profili koji su prethodno konvertovani iz *RDFS* u *SHACL* format, u uložu „*shape graph*“-ova, dok su za potrebe „*data graph*“-ova nad kojima je sprovedena validacija korišćeni *CGMES Mini Grid* test podaci konvertovani iz *CIM/XML* formata u *Turtle* format. Za potrebe konverzije *CGMES RDFS* profila u *SHACL* „*shape graph*“-ove u sklopu rada implementiran je odgovarajući konverter kojim su ograničenja iskazana *RDFS*-om mapirana na odgovarajuće *SHACL* oblike. Na slici 3 prikazan je tok pripreme test podataka i izvršavanja testova.



Slika 3: Tok pripreme test podataka i izvršavanja testova

Analiza performansi izvršena je na virtualnoj mašini sa *Intel Core(TM) i5-6300U CPU @2.40GHz* procesorom sa 6GB radne memorije i 50GB HDD-om, pod *Microsoft Windows 8.1 Pro* operativnim sistemom. Pored toga korišćen je *NodeJS v6.9.5*, *Apache Jena Fuseki v2.5.0* server i *SHACLlib.ts v1.0.3*.



Slika 4: Rezultat merenja performansi *SHACL CLI*-a

Na slici 4 prikazan je grafik merenih performansi. Na ordinati se nalaze veličine ulaznih podataka, gde je prva cifra broj definisanih oblika u „*shape graph*“-u, dok je druga cifra broj *RDF* trojki u grafu koji se validira. Na apscisi se nalazi vreme validacije u sekundama.

7. ZAKLJUČAK

Nedostatak standardizovanog rešenja za validaciju grafovskih struktura podataka, kao što su *RDF*, *RDFS* i *OWL*, doveo je do potrebe da se nađu alternativni načini za ostvarenje pomenutnog cilja.

Iako su takvi načini postojali i primenjivali se u praksi, nisu predstavljali adekvatno i kompletno rešenje. Definisanjem *SHACL* standarda prevazilazi se pomenuti problem i može se reći da je *RDF* kao okvir za modelovanje podataka dobio komponentu koja mu je falila da bude kompletan.

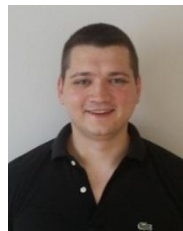
RDFLib.ts i *SHACLlib.ts* su implementirani sa ciljem da podrže *SHACL* standard i učine *SHACL* procesor dostupnim kako developerima za potrebe programskog korišćenja biblioteka, tako i korisnicima koji bi interaktivno koristili *SHACL CLI* izvršni program.

U daljem razvoju fokus će biti na implementaciji podrške za rad sa „*in-memory*“ *RDF* bazom podataka koja će podržavati punu *SPARQL 1.1* specifikaciju. Pored očiglednog benefita u pogledu performansi, „*in-memory*“ baza podataka će eliminisati i potrebu za korišćenjem eksternih *RDF DBMS*-ova kao što je *Apache Jena Fuseki*.

8. LITERATURA

- [1] ENTSO-E, Interoperability (IOP) Tests, <https://www.entsoe.eu/major-projects/common-information-model-cim/interoperability-tests/Pages/default.aspx>, preuzeto 07.06.2017.
- [2] Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila: The Semantic Web, 2001, Expressing Meaning
- [3] Robin J. Wilson, Introduction to Graph Theory, 1996 (Fourth Edition), Preface to the fourth edition
- [4] Guus Schreiber, Yves Raimond, *RDF 1.1 Primer*, Introduction, <https://www.w3.org/TR/2014/NOTE-rdf11-primer-20140225/#section-Introduction>, preuzeto 11.05.2017.
- [5] Dean Allemang, James Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist Effective Modeling in RDFS and OWL*, 1996, Chapter 7, *RDF schema*
- [6] Pascal Hitzler, Markus Krotzsch, Bijan Parsia, Peter F. Patel-Schneider, Sebastian Rudolph, *OWL 2 Web Ontology Language Primer*, Introduction, <https://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-primer-20121211/#Introduction>, preuzeto 12.05.2017.
- [7] Holger Knublauch, Dimitris Kontokostas, *Shapes Constraint Language (SHACL)*, Introduction, <https://www.w3.org/TR/shacl/#introduction>, preuzeto 14.05.2017.
- [8] Holger Knublauch, Dimitris Kontokostas, *SHACL, Shapes and Constraints*, Picture 1, <https://www.w3.org/TR/shacl/#constraints-section>, preuzeto 03.06.2017.

Kratka biografija:



Vladimir Đurđević je rođen 1993. godine u Šapcu. Završio je Šabačku gimnaziju, informatički smer, u Šapcu 2012. godine. Iste godine upisao je osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka, smer „Računarstvo i automatika“, u Novom Sadu. Upisao je master akademske studije 2016. godine na smeru „Primenjeno softversko inženjerstvo“.

PRAĆENJE PRISUSTVA FAKTORA KVALITETA U PROCESU RAZVOJA SOFTVERA

MONITORING THE PRESENCE OF QUALITY FACTORS IN THE SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS

Mirjana Petruljević, *Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad opisuje softverski alat za praćenje prisustva pojedinih faktora kvaliteta softvera. Rad se bavi problemom upotrebe metrika u praćenja kvaliteta softvera. Rad sadrži opis modela razvoja softvera i modele praćenja kvaliteta softvera. Obrazloženi su faktori kvaliteta softvera i njihova primjena u analizi kvaliteta. Rad sadrži detalje implementacije predloženog alata. Razmatrano je korišćenje razvijenog alata u realnom okruženju.

Abstract – This thesis describes software tool for the software quality factors monitoring. The thesis is concerning the problem of the metrics usage in the software quality monitoring. It contains descriptions of the software developments models and software quality monitoring models. Software quality factors are explained, as well as their usage in quality analysis. The thesis contains details of the proposed tool implementation. It considers the usage of the developed tool in the real life environment.

Ključne reči: Softversko inženjerstvo, Modeli razvoja softvera, Agilni model razvoja softvera, Skram, Kvalitet softvera, Osiguranje kvaliteta softvera, Kontrola kvaliteta, Kontinualna integracija

1. UVOD

Kvalitet softvera je od samog početka sastavni dio softverskog inženjerstva. Usložnjavanje softverskih rešenja je zahtjevalo i usložnjavanje sistema za praćenje kvaliteta softvera. Ovaj rad se bavi analizom problema praćenja kvaliteta softvera u procesu njegovog razvoja. Takođe sadrži i opis modela razvoja softvera i modele praćenja njegovog kvaliteta. Obrazloženi su faktori kvaliteta softvera i njihova primjena u analizi kvaliteta. Takođe, prikazan je i programski alat koji se može koristiti pri analizi prisustva pojedinih faktora kvaliteta softvera.

U 2. glavi je obrazložen rešavan problem. Uvedeni su pojmovi modela i metodologije razvoja softvera. Predstavljena su dva modela i odgovarajuće metodologije koje su obilježile dosadašnju praksu razvoja softvera. Uveden je pojam osiguranja kvaliteta i faktora kvaliteta. Obrazložena je metrika u razvoju softvera i njena uloga u razvoju softvera. Metrike su klasifikovane i navedeni su primjeri za svaki od tipova. Navedene su i usko specijalizovane metrike korišćene kod specifične metodologije. U 3. glavi je opisan programski alat za praćenje faktora kvaliteta softvera. U 4. glavi su navedene dobre i loše strane razvijenog alata kao i mogući pravci njegovog usavršavanja.

NAPOMENA:

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

2. ANALIZA PROBLEMA

2.1 Modeli i metodologije razvoja softvera

Po Somervilu, model razvoja softvera predstavlja uprošćen reprezent procesa razvoja, datog iz određene perspektive [1]. Metodologiju razvoja isti autor definiše kao struktuiran pristup razvoju softvera, koji uključuje modele sistema, notacije, pravila i smjernice za dizajn i procese razvoja. Model, dakle, predstavlja generalni pristup i „način razmišljanja“ pri razvoju softvera. Sa druge strane, metodologija predstavlja konkretan skup pravila i smjernica, inspirisanih modelom ili modelima, za razvoj softvera. U tom smislu, model predstavlja apstraktnu reprezentaciju određene metodologije.

Iako je definisan veliki broj modela, u praksi su široko zastupljena dva modela:

1. **Vodopadni** (eng. *Waterfall*) model – sekvencijalni pristup razvoju softvera, u kojem razvoj teče kroz nekoliko faza: analiza zahtjeva, softverski dizajn, implementacija, testiranje i održavanje. Svaka faza proizvodi izlaz, koji se koristi kao početna tačka za sledeću fazu. Akcenat se stavlja na detaljno planiranje, pripremu i opsežnu dokumentaciju. Kritičari modela naglašavaju da je mali broj projekata tako jasno definisan, da je moguće koristiti tako rigidan model, kakav je vodopadni. Kao odgovor na manjkavosti Vodopadnog modela, popularizuju se iterativni i mješoviti modeli;
2. **Agilni** (eng. *Agile*) model – uključuje iteracije, koje traju od jedne do četiri nedelje. Razvojni tim definiše zahtjeve za iteraciju, razvija kôd, definiše i izvršava integrisane testove, dok korisnici verifikuju rezultate. Agilne metode razvijaju male dijelove ukupne funkcionalnosti i prosleđuju ih korisnicima. Od korisnika se, zatim, dobijaju povratne informacije. Jedna od najpoznatijih metoda agilnog softverskog razvoja je Skram (eng. *Scrum*).

2.2 Kvalitet softvera – praćenje i mjerenje

Jedan od zahtjeva pri razvoju softvera je kvalitet softvera. Kvalitet je mjera koliko je softver dobro dizajniran i koliko je softver u skladu sa tim dizajnom. Praćenje kvaliteta softvera se, najčešće, sprovodi kroz tri procesa [2]:

1. Planiranje kvaliteta (eng. *Quality Planning*);
2. Osiguranje kvaliteta (eng. *Quality Assurance*);
3. Kontrola kvaliteta (eng. *Quality Control*).

Planiranje kvaliteta je proces identifikacije standarda koji su bitni za projekat, kao i kako da ti standardi budu zadovoljeni. Osiguranje kvaliteta obezbjeđuje da radimo stvari na pravi način – da su standardi i procedure ispoštovani. Kontrola kvaliteta se stara da, testiranjem, dobijemo rezultat koji očekujemo.

Zbog apstraktne prirode softvera, neophodno ga je okarakterisati, kako bi bilo jasno šta je to što se vrednuje u softveru. Na osnovu modela MekKola i Boema, formiran je model kvaliteta ISO 9126. Ovaj standard se fokusira na šest faktora kvaliteta [3]:

1. **Funkcionalnost:** predstavlja skup atributa koji se odnose na postojanje skupa funkcionalnosti i specificiranih osobina;
2. **Pouzdanost:** predstavlja skup atributa, koji se odnose na sposobnost softvera da ostvari svoje nivoe performansi, pod određenim uslovima, za određeno vrijeme;
3. **Upotrebljivost:** skup osobina, koje se odnose na korišćenje, na osnovu individualne procjene korišćenja od strane korisnika;
4. **Efikasnost:** predstavlja skup atributa, koji se odnose na vezu između nivoa performanse softvera i sume korišćenih resursa, u određenim uslovima;
5. **Održivost (održavanje):** skup atributa, koji se odnose na trud koji je potreban da se specifikuju modifikacije;
6. **Prenosivost (portabilnost):** skup atributa, koji se odnose na sposobnost softvera da se prenosi iz jednog u drugo okruženje.

Kako bi se u procesu razvoja kontrolisao kvalitet softvera, neophodno je definisati relevantne mjere kvaliteta softvera. Te mjere koristi metrika, u svrhu poboljšanja kvaliteta. Softverska metrika se može razvrstati u tri velike kategorije [4]:

- Metrika proizvoda;
- Metrika procesa;
- Projektna metrika.

Metrika proizvoda opisuje karakteristike softverskog proizvoda. Primjeri ovakvih karakteristika su: veličina, složenost i performanse. Metrika procesa se koristi za poboljšanja procesa razvoja i održavanja softvera. Primjeri ovakve metrike su: efikasnost otklanjanja grešaka, broj otkrivenih grešaka u vremenu i metrika produktivnosti. Projektna metrika opisuje karakteristike projekta i njegovog izvršenja. Primjeri ovakve metrike su: veličina razvojnog tima, troškovi i produktivnost. Metrika kvaliteta softvera predstavlja podskup softverske metrike. Ona se fokusira na aspekte kvaliteta proizvoda, procesa i projekta. Metrika kvaliteta softvera se može podijeliti dalje na dvije kategorije [4]:

- Metrika kvaliteta u toku procesa (eng. *in-process quality metrics*);
- Metrika kvaliteta završenog proizvoda (eng. *end-product quality metrics*).

Primjeri metrike kvaliteta u toku procesa su: Broj linija kôda, Metrika tačke funkcije, Ciklomska složenost, Halstedovo (eng. *Halstead*) mjerenje složenosti, Opterećenje CPU-a tokom testiranja, Broj krahova i ostalih nepopravljivih stanja softvera tokom testiranja, Gustina grešaka prilikom automatskog testiranja i Efikasnost uklanjanja greške.

Primjeri metrike kvaliteta završenog proizvoda su: Srednje vrijeme do kvara, Gustina kvara, Ocjena softvera, Ocjena karakteristika softvera i Lojalnost klijenta.

2.3 Primjena metrike

Praćenje metrike, samo po sebi, ne bi trebalo da bude cilj. Metrika treba da pruži relevantne informacije koje pomažu u sagledavanju procesa razvoja softvera. Razlozi korišćenja metrike se mogu podijeliti u tri grupe:

- Razumjevanje;
- Predviđanje;
- Kontrola.

Kako bi bila korisna, neophodno je izabrati metriku koja odgovara načinu razvoja softvera. Pri tome se ne misli striktno na metodologiju razvoja, već i šire, u odnosu na: način i proces testiranja, funkcionalnost i namjenu softvera, tipa korisnika itd.

Postoje i metrike koje su specifične za alate koji se koriste kod određenih metodologija. Jedan od tih alata je i Kontinualna integracija (eng. *Continuous Integration* - CI). Kontinualna integracija je praksa kod koje razvojni timovi svoje cjeline kôda integrišu na jedno (zajedničko) mjesto – centralno skladište (eng. *central repository*). Zatim se taj kôd automatski kompajlira i nad dobijenim izvršnim datotekama se vrši automatsko testiranje [5]. Glavne namjene kontinualne integracije su: da se što brže nađu i otklone greške, poboljša kvalitet softvera i smanji vrijeme isporuke nove verzije softvera korisniku. Kao proces koji pomaže kvalitetu softvera, za CI su takođe vezane neke specifične metrike. Neke od metrika kod kontinualne integracije su: Neuspješnost integracije, Odnos greške i Vrijeme integracije.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Alat za praćenje faktora kvaliteta softvera je razvijen programskim jezikom C#, u razvojnem okruženju **Microsoft Visual Studio 2010**. Korišćene su još i sledeće tehnologije i alati:

- **ASP.NET Razor** – okruženje za kreiranje dinamičnih web stranica;
- **HTML, JavaScript, JQuery, jqPlot** – okruženje za pripremu klijentskog dijela web aplikacije;
- **PostgreSQL** – sistem za upravljanje bazama podataka (pgAdmin – aplikacija za upravljanje postgresQL bazama podataka);
- **NHibernate** – tehnika za objektno-relaciono mapiranje.

3.1 Arhitektura alata

Arhitekturu alata je diktirala njegova namjena, kao i okruženje u kojem se alat razvijao. Razvijeni alat predstavlja internet aplikaciju, pa je zasnovan na Model-Prikaz-Kontroler (eng. *Model-View-Controller*, MVC) šablonu, podržanom u ASP.NET internet aplikacijama. Ovaj šablon jasno razdvaja aplikaciju na tri dijela:

- Model – sadrži pravila ponašanja aplikacije, kao i podatke sa kojima aplikacija manipuliše;
- Prikaz – sadrži grafičke elemente koji prikazuju podatke dostupne korisniku;
- Kontroler – preuzima i tumači ulaz sa korisničke sprege (npr. miš i tastatura) i naspram toga izvršava zahtjeve prema Modelu i/ili Prikazu.

Ovim razdvajanjem se potpuno izdvaja poslovna logika od korisničke sprege i uprošćava se razvoj i održavanje.

3.2 Model

Povezivanje na baze metrike

Povezivanje na bazu podataka se vrši preko mrežne sprege. Osnovni atributi takvog povezivanja sa bazom su:

- Ime baze – jedinstveno simboličko ime baze kojoj se pristupa;
- Ime računara (eng. *host name*) – simboličko ime računara na kojem se nalazi baza podataka. U slučaju da se klijent baze podataka izvršava na istom računaru, na kojem se nalazi i baza podataka, koristi se *localhost* kao ime računara;
- Broj priključka (eng. *port number*) – redni broj priključka na kojem baza podataka prihvata nove veze;
- Korisničko ime i lozinka (eng. *user name and password*) – ime i lozinka korisnika koji pokušava da pristupi bazi.

Kako bi se uopštio pristup bazama podataka, pripremljena je apstraktna klasa `DBConnectionModel`. Ova klasa sadrži attribute koji opisuju gore navedena svojstva povezivanja sa bazom. Osim svojstva povezivanja, `DBConnectionModel` sadrži i apstraktne metode koje omogućavaju preuzimanje potrebnih informacija iz baze podataka:

- `GetTableItems` – omogućava preuzimanje liste svih tabela koje sadrži baza podataka;
- `GetColumnItems` – daje listu kolona koje sadrži tabela sa prosleđenim imenom;
- `GetForeignKeys` – daje listu stranih ključeva koje sadrži tabela sa prosleđenim imenom;
- `ReadReferencedTable` – čita određeni broj elemenata iz referencirane tabele, čije je ime prosleđeno;
- `GetCountFor` – vraća broj elemenata tabele koji zadovoljavaju prosleđeni uslov za prosleđeni vremenski opseg.

Aplikativna baza podataka

Aplikativna baza podataka je baza podataka namjenjena potrebama razvijenog alata. Njena osnovna namjena je da sadrži definisane:

- Veze sa bazama metrika;
- Grafičke prikaze metrika.

Centralno mjesto u bazi zauzima tabela `chart`. Ona sadrži sve informacije potrebne da se opiše grafički prikaz određene metrike. Ova tabela ima strani ključ (referencu) `db_connection` tabele. Tabela `db_connection` sadrži informacije koje opisuju vezu sa bazom metrike. Svaki grafički prikaz mora da ima informacije o konekciji ka bazi metrike, dok konekcija ka bazi ne mora da ima ni jedan grafički prikaz. Tabela `chart` ima i strani ključ ka `x_axis` tabeli koja sadrži informacije koje se prikazuju po x osi grafikona metrike. Svaki grafikon mora da ima jedinstveno određenu x osu. Opis y ose se nalazi u `y_axis` tabeli. Za razliku od x ose, vrijednosti y ose nisu jedinstvene. U tom smislu, `y_axis` tabela sadrži strani ključ `chart` tabele. Ovim se postiže takozvana „jedan – više“ veza između `chart` i `y_axis` entiteta. Preslikavanje, između modela i aplikativne baze podataka se vrši putem `NHibernate` objektno-relacionog mapiranja. Preslikavanje između modela i aplikativne baze je sledeće:

- Entitet `db_connection` se preslikava u klasu `DBConnectionModel`. Obzirom da je klasa `DBConnectionModel` apstraktna, u zavisnosti od polja `db_type` se instancira neka od klasa koja nasleđuje

`DBConnectionModel`. Mapiranje se vrši putem `NDBConnection` klase.

- Entiteti `x_axis`, `y_axis` i `chart` se preslikavaju u klase `XAxisModel`, `YAxisModel` i `PlotModel`, respektivno. Mapiranje se vrši putem `NXAxis`, `NYAxis` i `NChart` klasa.

3.3 Kontroler

Kontroler predstavlja vezivnu logiku između prikaza i modela. U ovoj aplikaciji je kontroler implementiran u jednoj klasi – `AnalyticsController`. Struktura kontrolera je jednostavna jer on sadrži logiku rada aplikacije, ali ne i podatke. Alat je dizajniran tako da ima više modela i više prikaza, ali je kontroler jedinstven. Razlog ovakvog pristupa je bio jednostavnost izvođenja rešenja. Ovakvom izvedbom se svo rukovanje metrikom kontroliše iz jedne klase.

3.4 Prikazi

Obzirom da je implementiran MVC šablon, interakcija sa korisnikom je omogućena putem prikaza (eng. *views*). Prikaz služi za pregled podataka iz baze podataka, kao i za pružanje mogućnosti korisniku da izvrši izmjene nad tim podacima. Prikazi, od važnosti za ovaj zadatak, su:

- `Index` – početna stranica aplikacije;
- `AddDBConnection` – stranica za dodavanje konekcije ka novoj bazi;
- `ChooseDB` – stranica sa tabelom svih sačuvanih baza i opcijom za konektovanje;
- `EditPlot` – stranica za unošenje podataka za novi grafikon ili za izmjenu već postojećeg grafikona

3.5 Primjer korišćenja

Kao baza podataka metrike je korišćena baza iz realnog softverskog projekta. Naziv ove baze je „qa“ i nastala je tokom procesa kontinualne integracije. Baza je dizajnirana tako da sadrži različite podatke, dobijene tokom pojedinačnih koraka kontinualne integracije. Baza sadrži veliki broj informacije, kao na primjer:

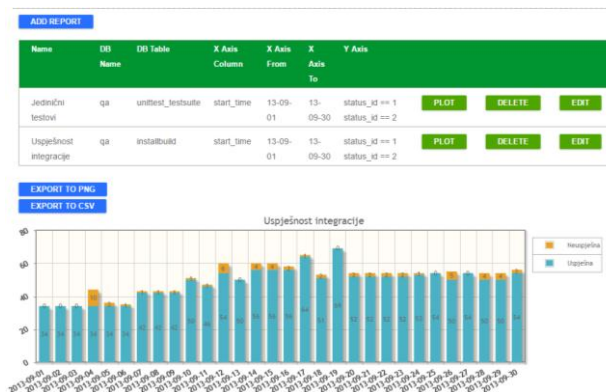
- Vrijeme (eng. *timestamp*) početka i kraja izvršenja koraka ili neke podcjeline;
- Status izvršenog koraka (uspješan, neuspješan, preskočen...);
- Ime računara na kojem je izvršen korak;
- Verzija softvera koja se integriše.

Aplikacijom su praćeni različiti faktori kvaliteta prisutni u „qa“ bazi. Jedna od tabela „qa“ baze podataka, od posebnog značaja, je „installbuild“. Ova tabela sadrži informacije o svakoj pojedinačnoj izvršenoj fazi integracije. Pod fazom integracije se podrazumjeva preuzimanje kôda poslednje verzije softvera, kompajliranje i instalacija na testno okruženje. Dva polja su od posebnog značaja:

- `start_time` – vrijeme početka procesa;
- `status_id` – strani ključ ka tabeli status, koja sadrži opis statusa (`succeeded` – uspješan, `failed` – neuspješan, `in_progress` – izvršava se, `skipped` – preskočen).

Nakon dodavanjem konekcije ka „qa“ bazi, a potom i konektovanjem na tu bazu, pokreće se prikaz `EditPlot` stranice. Forma stranice se sastoji od: informacija o grafikonu (ime grafikona), liste svih tabela odabrane baze podataka, informacija za definisanje x ose (vrijeme za

koje se uzima metrika), informacija za definisanje y ose (metrike koje se iscrtavaju) i akcija (sačuvavanje i iscrtavanje grafikona). Svi sačuvani grafikonu se prikazuju u tabeli na početnoj stranici aplikacije (Slika 1).



Slika 1. Početna stranica aplikacije

Na slici 1 je prikazana početna stranica, sa tabelom svih grafikona. Korisniku su dostupne tri opcije za svaku od definisanih metrika:

- PLOT – Iscrta dati grafikon;
- DELETE – Briše grafikon;
- EDIT – Omogućava promjenu parametara grafikona, učitavanjem EditPlot stranice.

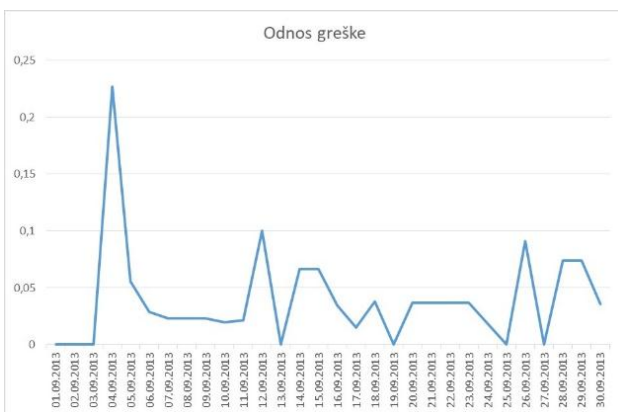
Kada se neki od definisanih grafikona metrike iscrta na početnoj stranici, korisnik dobija dvije opcije izvoza iscrtanog grafikona:

- EXPORT TO PNG – Omogućava korisniku da sačuva grafikon u obliku PNG slike;
- EXPORT TO CSV – Omogućava korisniku izvoz podataka grafikona u obliku CSV datoteke.

Izvoz u PNG sliku se koristi kod izvještaja i prezentacija, dok se izvoz u CSV koristi za dalju obradu podataka. Dati primjer prati kretanje uspješnosti faze integracije tokom septembra mjeseca 2013. godine. Kako bi se automatizovao proces i kako bi se vizualizovao odnos greške tokom vremena, potrebno je izvesti grafikon metrike u CSV datoteku. Izvezena datoteka se zatim uvozi u neki od alata koji rade sa tabelama. Odnos greške se računa po formuli:

$$R_{faze} = \frac{N_{err}}{N_{err} + N_{ok}} \quad (1)$$

Korišćenjem ove formule, dobijen je grafikon prikazan na slici 2.



Slika 2. Grafikon odnosa greške integracione faze

Na grafikonu se može primjetiti da, nakon tri dana bez grešaka, odnos greške naglo skače, nakon čega se stabilizuje. Stalni skokovi i padovi mogu da budu uzrokovani dinamikom razvoja softvera u tom trenutku.

4. ZAKLJUČAK

Realizovana aplikacija predstavlja koristan alat za praćenje faktora kvaliteta u procesu razvoja softvera. Moderan način razvoja softvera se često oslanja na različite alate koji značajno pomažu pri razvoju. Razvijena aplikacija generički pristupa rukovanju sa bazama podataka u kojima su smještene metrike. Posebno je obraćena pažnja na jednostavnost unosa podataka metrike i na upravljanje definisanim grafikonima metrike. S obzirom da se metrike rijetko koriste samostalno, neophodno je bilo obezbijediti jednostavan način upoređivanja različitih faktora.

Korisnik može lako da, na istoj stranici, pokreće iscrtavanje različitih metrika i da time dobije jasniju sliku stanja procesa razvoja softvera. Omogućen je i uporedni prikaz metrika na istom grafikonu, u slučaju da se metrike faktora kvaliteta nalaze u istoj tabeli baze. Razvijena aplikacija predstavlja dobru osnovu za dalji razvoj.

Pravci daljeg razvoja aplikacije mogu biti korišćenje vještačke inteligencije u analizi metrike (treniranje neuronskih mreža koje bi kasnije predviđale ponašanje) kao i uvođenje multifaktorijske analize metrike pomoću mapa vreline (vizualizacija stanja softvera bez analize konkretnih vrijednosti).

5. LITERATURA

- [1] Ian Sommerville; „Software engineering - 9th edition“; Addison-Wesley Longman (2011);
- [2] „A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 3rd. Edition“; Project Management Institute; Newton Square, Pennsylvania (USA) (2004);
- [3] „ISO/IEC 9126“; Wikipedia The Free Encyclopedia; https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_9126
- [4] Stephen H. Kan; „Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition)“; Addison-Wesley Longman, Inc. (2003);
- [5] „Continuous integration“; Wikipedia The Free Encyclopedia; https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous_integration

Kratka biografija:



Mirjana Petruljević je rođena 1. maja 1990. godine u Brčkom (BiH). Gimnaziju „Vaso Pelagić“ u Brčkom je završila 2009. godine. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu (smer Računarstvo i automatika) je završila 2013. godine. Master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala 2013. godine. Ispunila je sve obaveze i položila sve ispite predviđene studijskim programom.

REALIZACIJA MODULA ZA PRILAGOĐENJE ZVUČNOG SADRŽAJA IZLAZNOJ KONFIGURACIJI ZVUČNIKA KOD AUDIO TEHNOLOGIJA NOVE GENERACIJE**REALISATION OF MODULE FOR ADAPTING AUDIO CONTENT TO OUTPUT CONFIGURATION OF SPEAKERS IN NEW GENERATION AUDIO TECHNOLOGIES**

David Dabić, Jelena Kovačević, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U poslednjih deset godina došlo je do velikih promena kako u količini tako i u načinu korišćenja audio i video sadržaja. Jedna od ključnih karakteristika novijih tehnologija jeste tačna i kvalitetna reprodukcija zvučnog signala, nezavisno od ciljne postavke zvučnika i ulazne zvučne konfiguracije enkodovane u samom signalu. Zbog toga je bilo neophodno izvršiti dodatnu završnu obradu u cilju adaptacije audio sadržaja željenoj konfiguraciji zvučnika. U okviru ovog rada opisano je jedno rešenje završne obrade na platformi sa ograničenim resursima, odnosno DSP (Eng. Digital Signal Processor) platformi.

Abstract – In last decade, there have been a major changes in both quality and quantity of audio and video content. One of the key features of newer technology is accurate spatial reproduction of the sound signal, regardless of output speaker configuration and input speaker configuration, which is encoded in signal itself. Keeping that in mind it is necessary to perform final processing in order to adapt signal content to output speaker configuration. This work describes one solution for final signal processing in new generation of audio technologies.

Ključne reči: DSP**1. UVOD**

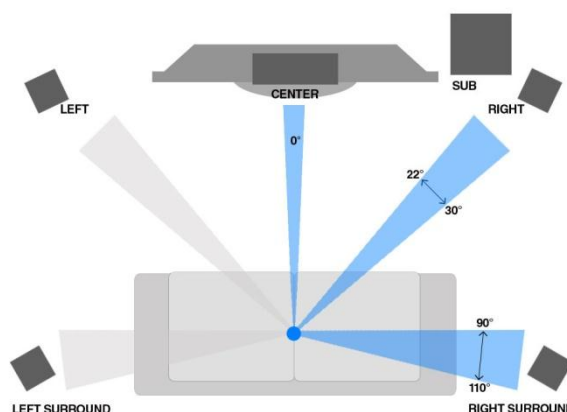
U filmu, zvuk koji publika čuje kombinacija je velikog broja pojedinačnih zvučnih elemenata, dijaloga snimljenih na setu, muzike snimljene u studiju itd. Svi ovi elementi distribuirani su na nekoliko audio zapisa i snimljeni u studiju koristeći ogromne miksete i muzičke stanice DAW (eng. *Digital Audio Workstation*) - elektronski sistem dizajniran za snimanje, uređivanje i reprodukciju digitalnog signala, u skladu sa standardizovanom konfiguracijom zvučnika.

Krajnji rezultat ovog procesa jeste skup kanala, gde svaki od njih predstavlja sadržaj jednog od zvučnika (Multichannel sound technology in home and broadcasting applications - [4]).

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bio dr Željko Trpovski, vanr.prof.

Danas su različite konfiguracije u upotrebi, od dvokanalnog sterea 2.0, višekanalnog 5.1 (Slika 1), 7.1, do trodimenzionalnih konfiguracija sa različitim brojem zvučnika koji se nalaze iznad ili ispod horizontalne ravni u kojoj se nalazi slušalac.



Slika 1. Raspored zvučnika standardizovanog 5.1 sistema

Prostorni zvuk se danas može opisati i virtuelnim izvorima tzv. objektima (MPEG-H Audio - The New Standard for Universal Spatial / 3D Audio Coding - [3], An object-based audio system for interactive broadcasting - [5]) koji su pozicionirani na određenoj lokaciji u prostoru. Ove pozicije mogu da se menjaju tokom vremena, nisu predefinisane pre reprodukcije zvučnog signala već se u toku nje raspoređuju (eng. *rendering*) na zvučnike ciljne konfiguracije.

Kako objekti nisu predefinisani za određene pozicije zvučnika, odgovarajućim algoritmom se raspoređuje na ciljne pozicije zvučnika. Da bi se objekat uspešno pozicionirao, osim zvučnog signala, mora sadržati i određene informacije, kao što su njegove koordinate, pojačanje itd. Dakle, audio podacima pridruženi su i odgovarajući opisni podaci. Glavna prednost objektnog pristupa jeste to što se kvalitet zvučnog signala ne gubi promenom konfiguracije zvučnika na kojoj se reprodukuje.

Kanalno orijentisani zvučni materijal je, za razliku od objektnog, stvoren za specifičnu konfiguraciju zvučnika, suštinski je ograničen, nema potrebne informacije za pružanje potpunijeg i bogatijeg zvuka ukoliko se sistem proširi.

Dakle, reprodukcija na drugačijoj konfiguraciji zvučnika dovodi do umanjenog kvaliteta zvuka. Zbog toga je neophodno razviti što bolji način reprodukcije na promenjenoj izlaznoj konfiguraciji zvučnika.

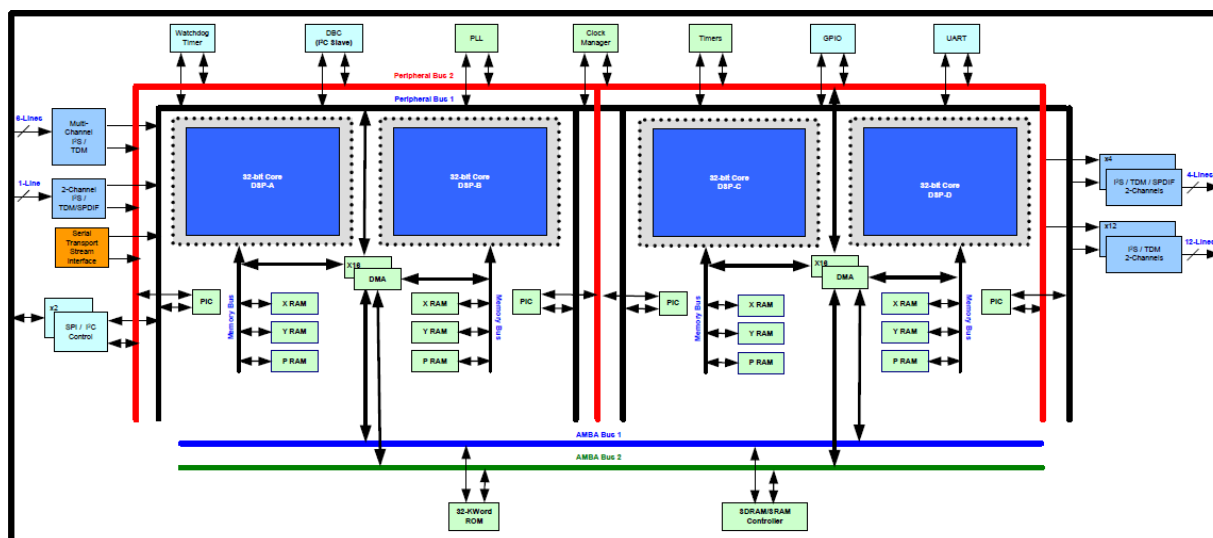
2. AVR (AUDIO/VIDEO PRIJEMNIK)

Razvojem potrošačke elektronike i informacionih tehnologija, a sa njima i filmske i muzičke industrije, došlo je do pojave tzv. kućnih bioskopa. Sa njihovim razvojem i željom da se funkcija više različitih uređaja objedini u jedan, nastao je AVR.

Glavna uloga AVR-a jeste prijem audio i video signala sa raznih izvora i obrada tog signala kako bi se mogli proslediti na zvučnike i displej (TV, projektor). Izvor signala mogu biti razni uređaji, poput satelitskog prijemnika, TV, radio prijemnika, DVD plejera, Blue-Ray plejera, video rekordera i konzola za video igre.

Centralna jedinica obrade audio signala celog sistema predstavlja DSP, sa implementiranim opisanim audio podsistemom, koga nadgleda zaseban sistemski mikror računar (eng. *host*). Kako je DSP sistem sa ograničenim resursima, zbog efikasnijeg rada, upravljanje njegovim radom, učitavanje programa sa perifernih jedinica, podešavanje sistema i sl. obavlja mikrokontroler.

Ciljna platforma ove implementacije jeste 32-bitni audio DSP procesor CS49844 kompanije Cirrus Logic (Slika 2), unapređene Harvard arhitekture sa dve memorijske zone za podatke i jednom memorijskom zonom za smeštanje programskog koda (CS49844 Data Sheet - [2]).



Slika 2. Blok dijagram CS49844 čipa

Ovakva organizacija omogućava istovremeni pristup instrukcijama i podacima iz memorije, čime se znatno ubrzava rad procesora i postiže velika iskorišćenost resursa datog procesora i do čak šest instrukcija u jednom taktu – dve pomnoži i saberi MAC (eng. *Multiply and Accumulate*) instrukcije, dva čitanja ili upisa iz/u memoriju i dva povećanja/umanjenja adresnih registara. Svako jezgro sadrži osam 32-bitnih registara opšte namene (x0-x3 i y0-y3), osam 72-bitnih registara (tzv. akumulatora, a0-a3 i b0-b3), namenjenih za smeštanje međurezultata, dvostruku preciznost i dr. Svako jezgro takođe sadrži dvanaest tzv. indeksnih registara (i0-i11), veličine 16 bita, namenjenih za adresiranje kod čitanja i upisa iz/u memoriju, kao i za druge namene, kao što su brojači iteracija petlji i slično. Svakom od indeksnih registara odgovara i tzv. modulo registar, koji omogućava da odgovarajući registar radi u modulo režimu (korisno kod kružnih bafera) kao i bit-reverznom režimu (vrlo korisno kod algoritama koji zahtevaju izuzetno brzo izvršenje).

Tabela 1. Dostupna memorija i procesorsko vreme DSP procesora CS49844

Memorija	Jezgro A	Jezgro B	Jezgro C	Jezgro D
X,Y,P	60 kilo reči	60 kilo reči	60 kilo reči	60 kilo reči
Procesorsko vreme	300 Mips	300 Mips	300 Mips	300 Mips

3. RADNI OKVIR PROCESORA CS48944

Radni okvir digitalnog signal procesora obezbeđuje raspoređivanje zadataka (funkcija obrade), rukovanje vremenom kritičnim zadacima, upravljanje tokom podataka između različitih zadataka, komunikaciju između programskih celina unutar samog procesora, kao i komunikaciju sa spoljnim uređajima.

Jezgro radnog okvira se sastoji od jednostavnog operativnog sistema (OS), čija je glavna uloga da bude raspoređivač za određen broj procesnih entiteta (modula).

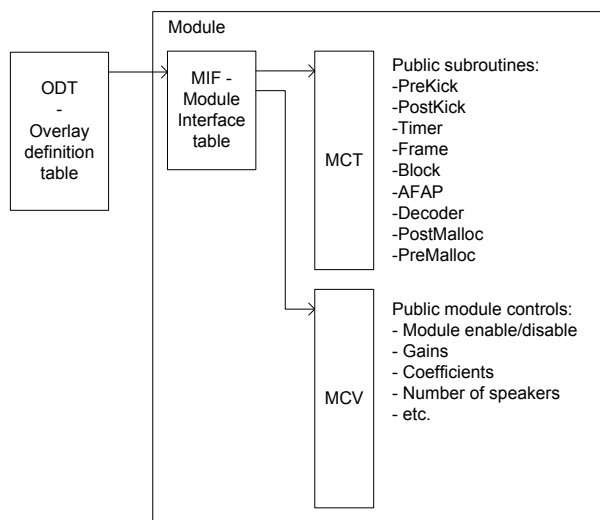
Pored operativnog sistema, osnovne komponente radnog okvira čine modula, odnosno celina sastavljenih od rutina i podataka (Arhitektura i algoritmi digitalnih signal procesora 1 - [1]). Svaki modul ima svoj jedinstveni sprežni podsistem - MIF (eng. *Module Interface*) kojim je povezan sa OS-om. Njega čini MIF tabela koja sadrži pokazivače na tabele sa ostalim sprežnim informacijama. Dve najvažnije tabele su MCT tabela (eng. *Module Call Table*) i MCV tabela (eng. *Module Control Vector*). MCV tabela predstavlja niz javno dostupnih konfiguracionih parametara datog modula, i ona omogućava konfigurisanje modula od strane glavnog kontrolera uređaja (eng. *host*). Programeru je prepušteno da formira njen sadržaj i strukturu. MCT tabela je niz od devet pokazivača na osnovne javne (eng. *public*) rutine.

Svaka rutina ima specifičnu ulogu i pozivaju se od strane OS-a kao odgovor na pojavu odgovarajućih događaja u

sistemu (*eng. event handlers*). On pristupa modulima preko ODT tabele (*eng. Overlay Definition Table*) koja sadrži pokazivače na MIF tabele svih učitanih modula.

Prva rutina, *Pre-Kickstart* rutina, poziva se nakon prijema inicijalizacione poruke (*eng. reset*). Nakon izvršene inicijalizacije svih modula, OS čeka *kickstart* poruku od kontrolera i poziva se *Post-Kickstart* rutina koja omogućava obradu konfiguracionih podataka prosleđenih modulima od strane kontrolera. Ukoliko je neki od modula zatražio dinamičko alociranje memorije ono će se izvršiti u *Pre-Malloc* rutini, a potom je moguće i inicijalizovati zauzetu memoriju u *Post-Malloc* rutini. *Timer* rutina poziva se periodično kao odgovor na prekid (*eng. interrupt*) generisan od strane brojača realnog vremena. Izvršavanje *Block* i *Frame* rutine je upravljano ulaznim tokom podataka pri čemu se *block* rutina izvršava pri prijemu svakih 16 PCM odbiraka, dok se *frame* rutina izvršava na svakih N blokova. Ovaj broj blokova zavisi od dekoderskog modula u sistemu, odnosno od njegove jedinice dekodovanja. *AFAP* je skraćenica od “*As Fast As Possible*”. Ova rutina se poziva kada god se desi neki događaj u sistemu uz uslov da ne prekida druge rutine istog prioriteta. *AFAP*, *Timer*, *Frame* i *Block* rutine čine takozvanu *Foreground thread* (nit). *Background* rutina se izvršava periodično u pozadinskoj niti (*Background thread*), koja ima niži prioritet od *Foreground* niti i samim tim može biti prekinuta bilo kojom rutinom višeg prioriteta.

Pored dela za rukovanje događajima, važan deo radnog okvira čini sistemski ulazno/izlazni memorijski niz koji služi za smeštanje audio podataka koji ulaze i izlaze iz sistema (*eng. Input- Output Buffers*). Na slici 3 dat je prikaz sprege modula i operativnog sistema.



Slika 3. Blok-dijagram sprege modula sa operativnim sistemom

4. MODULI IPLEMENTIRANOG SISTEMA

Celokupni implementirani sistem sastoji se iz tri modula: dekodler, renderer i blok obrade. Vrlo je složen te je i pored optimizovanog koda i pažljivog trošenja resursa vrlo zahtevan, kako memorijski tako i u pogledu procesorskog vremena. Iz tog razloga smešten je na tri od četiri jezgra CS48944 procesora. Dekoder kao prvi nivo obrade koji prima ulazni kompresovani tok podataka.

Drugi nivo obrade je blok renderer – uklanjanje i dodavanje objekata. Nakon toga sledi modul za spuštanje ili povećanje izlaznog broja kanala u skladu sa cilnom konfiguracijom zvučnika i prilagođavanje zvučnog sadržaja različitom prostornom rasporedu zvučnika i normalizovanje nivoa signala. Ovaj modul zahteva određene informacije od strane dekodera kao što su izlazna konfiguracija zvučnika, frekvencija signala, zatim opseg izlaznog signala, i slično.

5. ALGORITAM

Prilagođavanje zvučnog sadržaja izlaznoj konfiguraciji vrši se primenom matrice na ulazne PCM-ove. Kolone ove matrice odgovaraju izvornim kanalima a redovi izlaznim kanalima. Svaki elemenat matrice predstavlja koeficijent kojim se množi ulazni kanal kojem odgovara kolona u kojoj se koeficijent nalazi pre nego što ga dodamo na izlazni kojem odgovara red u kojem se koeficijent nalazi. Koeficijent zapravo predstavlja udeo u kom ulazni kanal utiče na određeni izlazni. Jedan izvorni kanal može da utiče na više izlaznih, a takođe na jedan izlazni može da utiče više ulaznih kanala. Da bi se znalo koja matrica nam treba neophodno je da znamo ulaznu i izlaznu konfiguraciju. Matrica neke izlazne konfiguracije može biti enkodovana u samom signalu. Ukoliko se ta konfiguracija podudara sa željenom izlaznom, ona će se primeniti na ulazne PCM-ove.

Dakle, ulazni parametri u naš modul su, pored PCM-ova, maska kanala ulazne, maska kanala izlazne konfiguracije i, ukoliko postoji, matrica dekodovana iz signala. U ovom radu razmatrana su dva slučaja u kojima nije primenjena matrica dekodovana iz signala.

U prvom slučaju imamo ulazne konfiguracije 5.1 ili manje i izlaznu konfiguraciju do 5.1, ali manju od ulazne. Ovde koristimo predefinisane matrice za spuštanje izlaznog broja kanala u odnosu na ulazni. Matrice su veličine 8x8 jer to odgovara konfiguraciji zvučnika 5.1. Tako na primer ukoliko sa sistema od tri zvučnika (centralni, levi i desni) prelazimo na sistem sa jednim zvučnikom, prva tri elementa prvog reda matrice će biti popunjeni odgovarajućim koeficijentima, dok će ostali biti nule. To znači da će svaki od kanala izvora da se množi sa koeficijentom koji se nalazi u njegovoj koloni i sve će se sabrati i proslediti na izlaz, u ovom slučaju centralni zvučnik.

U drugom slučaju imamo izlaznu konfiguraciju između 5.1 i 7.1. I za ovaj slučaj postoje predefinisane matrice, ali su većih dimenzija i ima ih manje jer zavise samo od izlazne konfiguracije (svaka matrica odgovara jednoj izlaznoj konfiguraciji). Kada se izabere matrica, potrebno je izvršiti normalizaciju elemenata da ne bi došlo do prekoračenja dozvoljenog nivoa signala na nekom od izlaznih zvučnika.

6. OPTIMIZACIJA

Kombinacijom ulaznih i izlaznih konfiguracija, za prvi slučaj imamo 36 mogućih matrica, i svaka je veličine 8x8, dok za drugi slučaj imamo 10 matrica, veličine 29x12. Ukupno to predstavlja 5784 koeficijenata, odnosno reči, što je mnogo s obzirom da imamo ograničen memorijski prostor. Zbog ovoga su matrice kompresovane Run-length

algoritmom kako bi se smanjila potrošnja memorije. Od svake matrice dobijen je niz određene dužine. Ovakav vid kompresije moguć je zbog činjenice da je većina koeficijenata u pomentim matricama jednaka nuli. Nakon kompresije svaka matrica iz prvog slučaja predstavljena je nizom od 3 reči, i postoji još niz od 8 reči koji predstavlja kodnu knjigu neophodnu za otpakivanje matrica. Ista stvar urađena je i sa matricama iz drugog slučaja i dobijeni su nizovi od po 28 reči, dok je kodna knjiga zauzela niz od 46 reči. Sada je ukupna potrošnja memorije na tabele 442 čime je postignuta značajna ušteda.

Kompresija matrica na ovaj način je podrazumevala ubacivanje funkcije za otpakivanje u naš algoritam. Ova funkcija je unela povećanu potrošnju MIPS-a, ali neznatno.

Tabela 2. *Potrošnja memorije na matrice pre i posle kompresije*

Ulazna konfiguracija	Pre kompresije	Posle kompresije
do 5.1	$36 \times 64 = 2304$	$36 \times 3 + 8 = 116$
Od 5.1 do 7.1	$10 \times 348 = 3480$	$10 \times 28 + 46 = 326$

7. REZULTATI

Rešenje je verifikovano koristeći namenski alat za testiranje, BBT, razvijen na Odseku za računarsku tehniku i računarske komunikacije Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Alat je automatizovana i daleko naprednija verzija batch skripti. Sadrži mnoštvo ugrađenih alata koji pojednostavljaju proces ispitivanja i daje pregledne izveštaje o rezultatima. Nakon uspešno izvršene unapred definisane testne procedure koja se sastoji od više od 100 testnih slučajeva, svih mogućih ulaznih i izlaznih konfiguracija koje se tiču našeg algoritma. Analizom dobijenih rezultata zaključeno je da sistem zadovoljava zadate kriterijume.

8. LITERATURA

- [1] V. Kovacevic, M. Popovic, M. Temerinac, N. Teslic, „Arhitektura i algoritmi digitalnih signal procesora 1”, FTN, 2005, pp. 24.
- [2] CS49844 Data Sheet, Cirrus Logic, Inc., May 2012.
- [3] Jürgen Herre, Johannes Hilpert, Achim Kuntz and Jan Plogsties: MPEG-H Audio - The New Standard for Universal Spatial / 3D Audio Coding, Ieee Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2015.
- [4] Multichannel sound technology in home and broadcasting applications - International Telecommunication Union Report, 2009.
- [5] Robert Oldfield, Ben Shirley, Jens Spille: An object-based audio system for interactive broadcasting, AES 137th Convention Los Angeles USA, 2014.

Kratka biografija:



David Dabić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1992. godine. Diplomski rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Komunikacione tehnologije i brada signala



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

PRIMENA INDUSTRIJSKIH PRETVARAČA UČESTANOSTI U PROCESNOJ KONTROLI APPLICATION OF INDUSTRIAL FREQUENCY CONVERTERS IN PROCESS CONTROL

Predrag Ivanović, Dragan Milićević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je izvršena teorijska i praktična analiza mogućnosti korišćenja industrijskih pretvarača učestanosti u procesnoj kontroli. Na početku rada je dat teorijski uvod o osnovama i principima regulacije. U praktičnom delu rada je pokazan primer primene industrijskih pretvarača učestanosti u procesnoj kontroli, s tim u vezi je objašnjeno i podešavanje parametara frekventnog pretvarača. Nakon ovoga, izvršeno je i objašnjeno nekoliko laboratorijskih eksperimenata da bi se pokazalo na koji način se ponašaju pretvarači učestanosti kada se nađu u realnom pogonu.

Abstract – In this paper theoretical and practical analysis of the possibility of using industrial frequency converters in process control has been carried out. At the beginning of the paper, theoretical introduction of the basic principles of regulation is given. In the practical part of the paper, an example of the application of industrial frequency converters in the process control is shown, in this connection, the setting of the parameters of the frequency converter is explained. After this, several laboratory experiments were performed and explained in order to show how the frequency converters behave when they are in real-time operation.

Ključne reči: Procesna kontrola, Frekventni pretvarač

1. UVOD

U današnjem svetu postavljeni su visoki kriterijumi i standardi u pogledu kvaliteta finalnog proizvoda, sigurnosti i pouzdanosti procesa proizvodnje, tačnosti i preciznosti u regulaciji potrebnih veličina, itd. Da bi se ovi zahtevi i kriterijumi ispoštovali, potrebna je tačna i precizna kontrola procesa.

Pod procesnom kontrolom se podrazumeva automatska kontrola izlaznih veličina nekog procesa koja funkcioniše na osnovu kontinualne korekcije odstupanja stvarne i podešene odnosno željene vrednosti kontrolisane veličine.

U ovom radu je na praktičnom primeru opisana procesna kontrola u realnom okruženju na primeru regulisanja brzine protoka vazduha. Pogon se sastoji od frekventnog pretvarača, asinhronog motora koji pokreće ventilator, vazdušnog tunela i senzora za brzinu protoka vazduha – anemometra.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Milićević, docent.

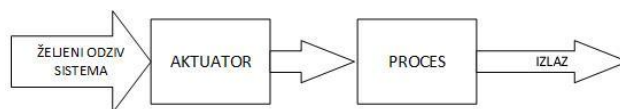
2. PROCESNO UPRAVLJANJE

Razumevanje procesa je važno za dobro upravljanje. Elektro inženjerima ne treba nivo znanja o procesu i tehnologiji proizvodnje kao tehnolozima ili drugim stručnjacima, ali shvatanje kako proces funkcioniše, njegovi ključni operativni ciljevi i ekonomski aspekti su od vitalnog značaja. Inženjer mora da razume dinamiku procesa, npr. kako se procesni parametri kreću po ustaljenim stanjima i da verno prikaže tok procesa preko blok dijagrama na osnovu kog se vrši dalje projektovanje sistema 0.

Da bi se uspešno upravljalo nekim sistemom potrebno je znati prirodu procesa koji se u njemu odvija i raspolagati sa odgovarajućim upravljačkim algoritmom kojim je moguće postići zahtevane ciljeve, tj. osobine sistema. Upravljački sistemi se dele na sisteme bez povratne sprege i sisteme sa povratnom spregom 0.

2.1. Upravljački sistemi bez povratne sprege

Sistem otvorene petlje koristi aktuator za direktno upravljanje procesom, bez korišćenja bilo kakve povratne informacije. Upravljanje kod ovakvih sistema se zasniva na zadatom algoritmu koji se bazira na poznavanju funkcionisanja upravljanog sistema i na njega neće uticati promene izlazne veličine ili smetnje. Algoritam takvog funkcionalnog upravljanja se obično definiše kod projektovanja sistema, a zatim se realizuje odgovarajući uređaj, kontroler. Ovakvo upravljanje ima široku primenu, iako posuđuje ozbiljne nedostatke. Osnovni nedostatak se vidi u slučajevima kada sistem menja režim i uslove rada. Tada dolazi do nedozvoljenog odstupanja između željenog i stvarnog funkcionalnog upravljačkog algoritma.

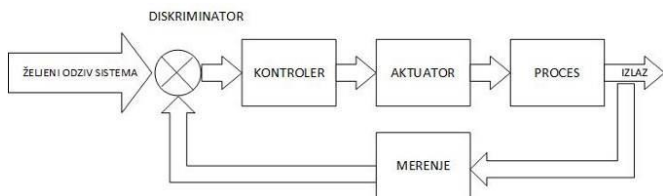


Slika 1. Sistem sa otvorenom spregom

2.2. Upravljački sistemi sa povratnom spregom

Zadatak povratne sprege je da vraća na ulaz u sistem merenu izlaznu veličinu sistema. Njenim poređenjem sa zadatom (referentnom, željenom) vrednošću se formira greška ili odstupanje željenog od stvarnog ponašanja. Greška predstavlja veličinu koju upravljački sistem treba da koriguje. Svaki sistem automatskog upravljanja se karakteriše određenim zakonom ili zakonima upravljanja. Zakon upravljanja reprezentuje matematičku zavisnost na osnovu koje upravljački uređaj obrađuje relevantne signale i generiše odgovarajuća upravljačka dejstva. Najčešća forma ovih uređaja za upravljanje se zove regulator. Postoje različite realizacije regulatora, ali ako se razmatraju regulatori u kontinualnim linearnim sistemima, onda se

njihova klasifikacija najčešće vrši na osnovu vrste zakona upravljanja. Kod osnovnih zakona upravljanja, njihovo dejstvo može linearno da zavisi od greške, njenog integrala ili prvog izvoda greške po vremenu. Na bazi ove činjenice imamo podelu regulatora na proporcionalni, integralni i diferencijalni regulator. Pomoću navedenih osnovnih regulatora može da se formiraju i složeniji proporcionalno-integralni i proporcionalno-diferencijalni regulatore, kao i najsloženiji proporcionalno-integralno-diferencijalni regulatore.



Slika 2. Sistem sa zatvorenom povratnom spregom

3. PRAKTIČNA REALIZACIJA MASTER RADA

Kao zadatak je definisana realizacija procesnog upravljanja pogonom napajanog iz industrijskog pretvarača učestanosti. Kao procesna veličina koja se reguliše je izabrana brzina strujanja vazduha formirana unutar improvizovanog vazdušnog tunela. Vazdušno strujanje se forsira ventilatorom čija se pogonska mašina, asinhroni motor, napaja iz frekventnog pretvarača. Merenje brzine vazdušnog strujanja se realizuje pomoću adekvatnog senzora - anemometra. Zadaivanje referentne vrednosti kontrolisane procesne veličine se ostvaruje potencijetrom.

Na slici 3 i 4 je prikazan izgled praktično izvedene ispitne postavke na kojoj je testirana mogućnost primene industrijskog pretvarača učestanosti u procesnoj kontroli.

Na slikama su brojevima od 1 do 5 označeni su osnovni delovi postavke.



Slika 3. Praktična realizacija ispitne postavke (1. deo)

Za realizaciju elektromotornog pogona promenljive brzine sa asinhronim motorom potreban je izvor napajanja promenljivog napona i frekvencije. U savremenim elektromotornim pogonima se u tu svrhu koriste poluprovodnički uređaji koji se nazivaju frekventni pretvarači – pretvarači učestanosti. Za ovaj pogon je izabran frekventni pretvarač proizvođača Danfoss, oznake VLT FC302 [3].



Slika 4. Praktična realizacija ispitne postavke (2. deo)

Kontrolna kutija za zadaivanje svih relevantnih signala prilikom ispitivanja (referentne vrednosti, signala start/stop itd.),

Senzor brzina vazduha (anemometar) kroz tunel koji daje stvarnu vrednost kontrolisane procesne varijable i na osnovu čijeg je merenja vršena potrebna regulacija napajanja motora. Senzor je proizvođača THIES CLIMA, oznake 4.3519.00.141. Izlazni signal sa senzora je strujni, opseg merenja je 4 - 20 mA (0 - 50 m/s), napajanje senzora je 13 - 30 V DC 0.

U ovom radu je korišćen kavezni asinhroni motor sledećih nazivnih podataka: 380 V, 2.2 A, 0.8 kW, 1390 ob/min. Motor je korišćen da pogoni ventilator koji uduvava vazduh u vazdušni tunel. Frekvencija napajanja je ograničena na 70 Hz na samom frekventnom pretvaraču.

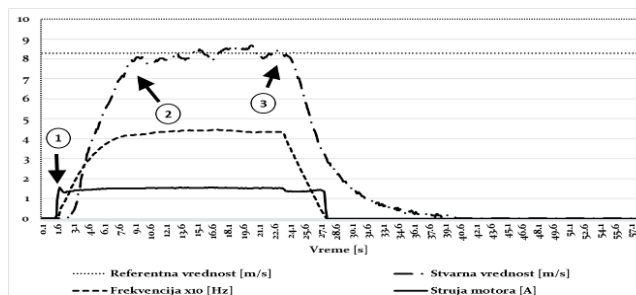
Vazdušni tunel koji je korišćen da bi se strujanje vazduha usmerilo ka anemometru.

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Kako bi se izvršila verifikacija ispravnosti podešavanja pretvarača učestanosti i na kraju mogućnost komercijalno dostupnog pretvarača učestanosti u procesnoj kontroli, sprovedeno je nekoliko eksperimenata.

4.1. Step odziv na punu referentnu vrednost na brzinama do nominalne

U ovom eksperimentu je referentna vrednost odmah u startu izvođenja podešena na maksimalnu vrednost. Eksperiment se završava isključenjem pogona a ne smanjenjem referentne veličine. Značajne veličine koje su prikupljene tokom sprovođenja eksperimenta: referentna vrednost [m/s], stvarna vrednost [m/s], struja motora [A] i frekvencija motora [Hz] su prikazane na slici 5.



Slika 5. Step odziv - puna referenca

Na grafiku se uočavaju tri značajna trenutka u eksperimentu:

- 1: Trenutak uključenja pogona. U ovom trenutku, referentna vrednost je na maksimalnoj vrednosti (s obzirom na ograničenje frekvencije na 50 Hz), struja motora se povećava do određene vrednosti i tokom trajanja eksperimenta se vrlo malo menjala, frekvencija naglo raste do ograničenja i samim tim i brzina obrtanja motora, a stvarna vrednost raste vrlo brzo da bi dostigla referentnu vrednost u što kraćem vremenu. Sistem je na maksimalnu referentnu vrednost reagovao povećanjem odgovarajućih vrednosti i naglim rastom svake krive da bi se što brže dostigla referentna vrednost.
- 2: Sve veličine su se povećavale i vrlo brzo je stvarna vrednost dostigla referentnu jer su parametri regulacione strukture pravilno podešeni. U ovom trenutku se sistem stabilizuje na maksimalnoj vrednosti i održava to stanje. Ovde se vide minimalne oscilacije signala stvarne vrednosti oko referentne vrednosti
- 3: U ovom trenutku je isključen pogon, vidi se kako sve veličine padaju na nulu i pogon se zaustavlja.

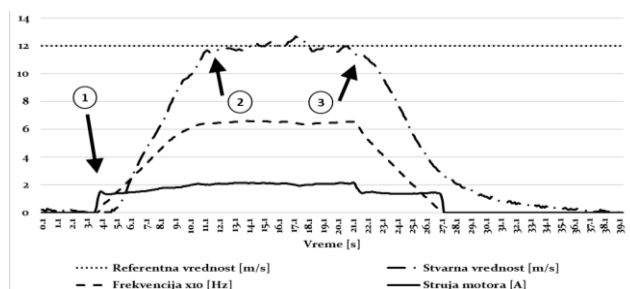
4.2. Step odziv na punu referentnu vrednost pri brzinama iznad nominalne

U ovom eksperimentu je referentna vrednost odmah pre uključenja pogona podešena na maksimalnu, ali je prethodno uklonjeno ograničenje frekvencije na 50 Hz. Isključenje pogona je ostvareno komandom za gašenje pretvarača. Kao i u prvom eksperimentu snimane su karakteristike četiri veličine. Grafik je dat na slici 6.

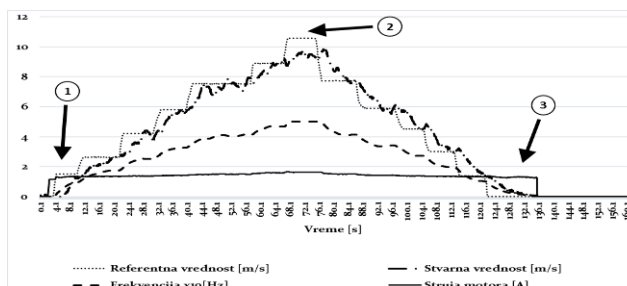
Razlika u odnosu na prethodni eksperiment se ogleda u tome što je uklonjeno ograničenje frekvencije. Referentna vrednost u ovom eksperimentu je bila zadata na maksimalnu vrednost što je sa aspekta kontrolisanja brzine protoka vadauha značilo da pogonska mašina prelazi u zonu brzina iznad nominalne. Na grafiku se vidi da su vrednosti frekvencije u ovom eksperimentu veće u odnosu na prethodni i da su referentna i stvarna vrednost takođe veće nego vrednosti u prethodnom eksperimentu.

4.3. Postepena promena referentne vrednosti

U ovom eksperimentu je referentna vrednost postepeno povećavana nakon uključenja do maksimalne vrednosti i nazad do nule. Snimane su karakteristike četiri veličine: referentna vrednost [m/s], stvarna vrednost [m/s], struja motora [A] i frekvencija. Grafik je dat na slici 6.



Slika 5. Step odziv - puna referenca pri slabljenju polja



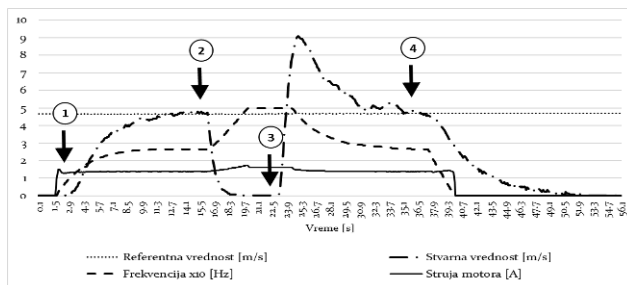
Slika 6. Postepena promena reference

Na grafiku se uočavaju tri značajna trenutka u eksperimentu:

- 1: U ovom trenutku je pogon uključen i započeto je postepeno povećavanje referentne vrednosti. Na grafiku se može uočiti minimalna promena struja tokom trajanja eksperimenta. Promena ostalih posmatranih veličine usklađeno prati promenu referentne vrednosti. U početnom trenutku referentna vrednost je bila 0 [m/s], a posle se postepeno povećavala. Na postepeno povećanje referentne vrednosti sistem je reagovao tako što se povećavala i frekvencija napajanja tj. povećavala se brzina obrtanja, što se i može videti sa grafika. Jasno se vidi kako na svako povećanje referentne vrednosti odmah dolazi i do povećanja stvarne vrednosti i kriva stvarne vrednosti "prati" krivu referentne vrednosti.
- 2: U ovom trenutku referentna i stvarna vrednost dostižu svoj maksimum. Vidi se da je frekvencija, a i stvarna vrednost, dostigla zadato ograničenje. Nakon ovog trenutka se vrši smanjenje referentne vrednosti u koracima što očekivano dovodi i do reakcije kontrolisane veličine. I u ovim trenucima se vidi da je regulator dobro podešen jer sistem dobro reaguje na smanjenje referentne vrednosti i nema velikog kašnjenja stvarne za referentnom vrednošću.
- 3: U ovom trenutku, referentna vrednost dostiže 0 [m/s], i srazmerno ovoj promeni i ostale vrednosti padaju na nulu, dok struja motora pada na nulu u trenutku davanja kontrole za gašenje pogona.

4.4. Zaustavljanje senzora pri zadatoj punoj referentnoj vrednosti

U ovom eksperimentu je referentna vrednost povećavana od 0 [m/s] do željene vrednosti, ali je nakon toga unešen "poremećaj" u sistem. Anemometar je mehanički zaustavljen, a zatim je, posle nekog vremena, oslobođen. Snimana je reakcija sistema na ovakav poremećaj i karakteristične veličine odziva sistema. Grafik je dat na slici 7.



Slika 7. Senzor zaustavljen pri punoj referenci

Na grafiku se uočavaju četiri značajna trenutka u eksperimentu:

- 1: Trenutak uključenja pogona. U ovom trenutku, referentna vrednost je na nekoj zadatoj vrednosti (podešeno je ograničenje frekvencije na 50 Hz) i pogon se uključuje. Struja motora se povećava i tokom trajanja eksperimenta se vrlo malo menjala. Frekvencija naglo raste (rampa zaleta je stavljana na minimalnu vrednost) a samim tim i brzina obrtanja motora. Stvarna vrednost raste vrlo brzo da bi dostigla referentnu vrednost u što kraćem vremenu. Sistem je na ovu referentnu vrednost reagovao povećanjem odgovarajućih vrednosti.
- 2: Kada se stvarna vrednost stabilisala, unesen je poremećaj, odnosno mehanički je onemogućeno obrtanje anemometar. Pretvarač od ovog trenutka dobija nultu vrednost signala sa senzora. Sistem na ovo reaguje naglim povećanje frekvencije, tj. brzine motora. Ona raste do maksimalne, ograničene vrednosti i dolazi do ograničenja od 50 Hz. Sistem je reagovao u skladu sa očekivanjima.
- 3: U ovom trenutku se uklanja poremećaj (oslobađa se anemometar). Primećuje se da stvarna vrednost naglo raste do momenta dok senzor ne izmeri trenutnu stvarnu vrednost. Nakon toga se i frekvencija i stvarna vrednost smanjuju i pogon dostiže referentnu vrednost i održava je neko vreme.
- 4: U ovom trenutku isključujemo pogon, ali bez smanjenja referentne vrednosti, već jednostavno isključenjem prekidača i sve veličine padaju na nulu.

5. ZAKLJUČAK

Uspešno su izvedeni eksperimenti i rezultati su pokazali kako se pogon ponašao u različitim situacijama, kako mane tako i dobre osobine. Rezultati eksperimenata su očekivani, tako da su samo potvrđena ranija znanja o primeni pretvarača učestanosti u procesnoj kontroli.

6. PRILOG

6.1. Električna šema veze ispitne opreme

Povezivanje frekventnog pretvarača se vrši kao na slici 8.

6.2. Podešavanje parametara frekventnog pretvarača

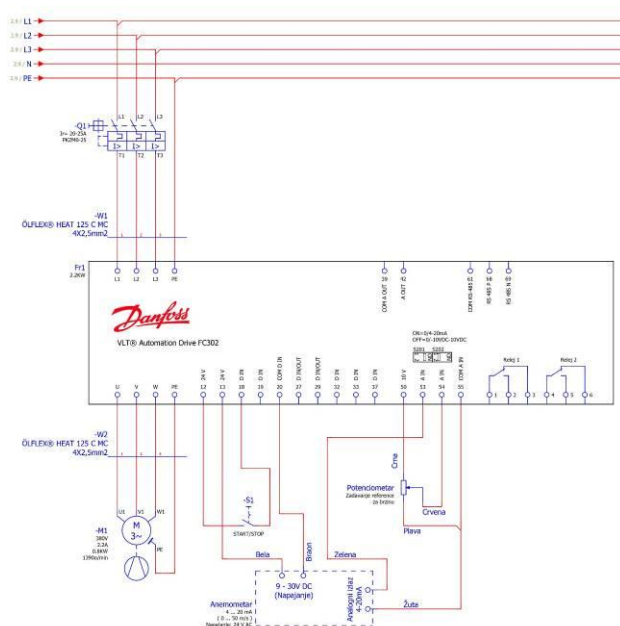
Podešavanja za 1-**LOAD AND MOTOR: 100→Process 105→Speed open loop, 106→Normal, u parameter 120-126 se upisuju podaci motora, 129→off. Nakon što se unesu parametric, mora se uraditi Automatic Motor Adaptation (AMA).

Podešavanja za 3-**REFERENCE/RAMPS: 300→min-max, 301→m/s, 302→0, 303→1300, 304→sum, 313→remote, 315→analog input 54.

Podešavanja za 4-**LIMITS/WARNINGS: 410→clockwise, 413→1500, 414→50, 419→50.

Podešavanja za 6-**ANALOG IN/OUT: 612→3.98, 613→8.8, 614→0, 615→15, 620→0.07, 621→10, 624→0, 625→12.

Podešavanja za 7-**CONTROLLERS: 730→normal, 732→0, 733→9, 734→0.25, 736→1.



Slika 8. Šema veze pogona

7. LITERATURA

- [1] William Y. Svrcek, Donald P. Mahoney & Brent R. Young, A Real-Time Approach to Process Control, Second Edition, WILEY publication, US, 2006.
- [2] Goran Pantić, "Izrada laboratorijske postavke za proučavanje procesa regulacije temperature upotrebom programabilnog logičkog kontrolera", Diplomski-Master rad, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2007.
- [3] Veran Vasić i Đura Oros, Energetska elektronika u pogonu i industriji, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2012.
- [4] Thies CLIMA, Instruction for Use, 021075/03/14, Wind Transmitter compact, Adolf Thies GmbH & Co. KG.

Kratka biografija:



Predrag Ivanović je rođen u Novom Sadu 5.6.1990.g. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnika i Računarstvo - energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2016. godine.



Dragan Milićević je docent na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na katedri za Energetsku elektroniku i pretvarače. Predaje i bavi se energetskom elektronikom u pogonu i industriji.

**OSOBINE I IZBOR STANDARDA ZA KODOVANJE I PRENOS SIGNALA U
DIGITALNOJ TELEVIZIJI****PROPERTIES AND SELECTION OF CODING AND TRANSMISSION STANDARDS IN
DIGITAL TV**

Vladimir Ivković, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su istorijski razvoj televizije i standardi emitovanja (prenosa), kodovanja (dekodovanja) slike i zvuka. Takođe su opisane prednosti i mane (nedostaci) digitalne televizije. U praktičnom delu rada prikazani su eksperimenti sa dva video zapisa, za montažu je korišćen Adobe Premiere Pro CC 2017, dok je za transkodovanje korišćen Adobe Media Encoder CC 2017.

Abstract – In this paper, the historical developement of television and standards for broadcasting (transmission), coding (decoding) video and audio are described. Advantages and disadvantages of digital television are also described. In practical part, experiments with two video are presented, for montage Adobe Premiere Pro CC 2017 was use, while for transcoding Adobe Media Encoder CC 2017 is used.

Ključne reči: digitalna televizija, standardi za emitovanje (prenos) digitalne televizije, standardi za kodovanje (dekodovanje) slike, standardi za kodovanje (dekodovanje) zvuka.

1. UVOD

Televizija predstavlja telekomunikacioni sistem koji se koristi za prijem i slanje pokretnih slika i zvuka na daljinu, pomoću električnih signala. Ime potiče od grčke reči *tele* – daleko i latinske reči *video, videre* – gledati, videti, u bukvalnom prevodu znači „gledanje na daljinu“, odnosno „daljinsko gledanje“.

Televizijskim signalom se pored pokretnih slika (video) i zvuka (audio), prenose i dodatne informacije važne za reprodukciju. Dodatne informacije važne za reprodukciju su:

- Razvrstavanje audio i video sadržaja po programima;
- Sistemski sat;
- Opis sadržaja (naziv programa, emisija, žanrovi i opisi);
- Sinhronizacija slike i zvuka itd;

Neretko se u okviru signala prenose i neki drugi sadržaji od interesa za gledaoca, kao što su digitalni tekst/teletext, portali i aplikacije [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, vanr. prof.

Prema formatu prenosa, televizijski sistemi se dele na analogne i digitalne.

Analogna televizija je televizijska tehnologija koja koristi analogne signale za prenos video i audio signala. U analognom televizijskom emitovanju svetlost, boja i zvuk predstavljaju brze promene amplitude, frekvencije ili faze signala. Standardi koji se koriste za emitovanje odnosno prenos u analognoj televiziji su: PAL, SECAM, NTSC.

Digitalna televizija (DTV) predstavlja prenos audio odnosno video zapisa u digitalnom formatu. Digitalizacija televizije uvodi sledeće promene: konstantno povećavanje dimenzija ekrana i prelazak na tehnologije ravnih ekrana, veći broj usluga na TV ekranu, integracija multimedijalnih i Internet tehnologija, povećanje rezolucije slike.

2. ISTORIJAT RAZVOJA TELEVIZIJE

Osnovna svrha televizijskih sistema jeste da proširi domet ljudskih čula sluha i vida izvan njihovih prirodnih granica. Prvi televizijski sistemi su bili mehanički, kasnije su postali elektronski.

Sledeća inovacija je bila televizija u boji, praćena sistemom visokog kvaliteta nazvanog televizija visokog kvaliteta (engl. High-Definition Television - HDTV). Usledile su inovacije bazirane na primeni digitalnih tehnika, preko kojih su nestale tradicionalne granice između medija i telekomunikacija. Otvoren je put za različite vrste interaktivnih multimedijalnih usluga. Potom je nastala digitalna televizija.

**3. PREDNOSTI I OGRANIČENJA (MANE)
DIGITALNE TELEVIZIJE****3.1 Prednosti digitalne televizije**

Digitalna kompresija

S obzirom na to da je digitalni prenos binarno kodovan, postoji mogućnost kompresije njegovog sadržaja primenom različitih algoritama i tehnika. Kompresija pruža mogućnost da se kroz istu širinu kanala emituje blizu deset digitalnih kanala standardne definicije umesto jednog analognog.

Visok kvalitet slike i zvuk

Veći kvalitet slike i zvuka se postiže digitalnim prenosom, jer je digitalni prenos otporniji na interferenciju sa drugim signalima i smetnjama, bez obzira na rastojanje na koje se slika i zvuk prenose. Preneti slika i zvuk su na prijemu isti kao i na predaji

(izvoru emitovanja), sve dok signal ne postane toliko slab da prijem više nije moguć.

Kvalitet i raznovrsnost usluga

Uvođenje digitalne televizije pruža gledaocima nove aplikacije, poput:

- Interaktivne televizije;
- Prenosa i izvršavanja aplikacija;
- Digitalnog teksta sa multimedijom.

Kvalitet slike i zvuka je mnogo bolji s obzirom na povećanje propusnog opsega i povećanje procesorske moći prijemnika. Povećana je fleksibilnost formata slike i zvuka, tako da je često moguć izbor formata slike (npr. 4:3 ili 16:9), kao i zvuka (mono, stereo, surround) [1].

3.2 Ograničenja (mane) digitalne televizije

Posterizacija

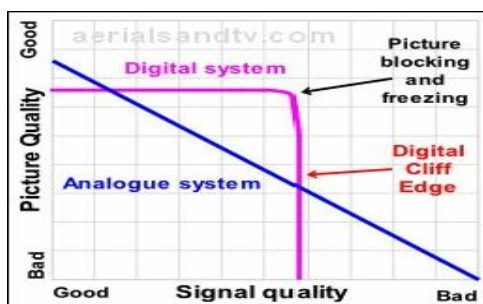
Neodgovarajući ton boje i posterizacija se javljaju zbog neodgovarajuće palete dostupnih boja, stoga se vrednosti boja zaokružuju na najbliže vrednosti, te se javlja efekat razlivanja boja, naročito kod tamnih scena. Primer posterizacije dat je na slici 1.



Slika 1. Primer efekta posterizacije [1]

Efekat digitalne litice

U slučaju pogoršanja kvaliteta prijema signala, kvalitet slike i zvuka se ne degradira postepeno (kao u slučaju analogne televizije). Nasuprot tome, prijem u potpunosti prestaje kada kvalitet signala bude toliko loš da se ne može demodulisati. Na samoj granici kvaliteta (na „litici“) najpre dolazi do značajno povećanog broja pogrešno interpretiranih bita, što onemogućava korekciju, usled čega se javljaju bloking efekti i zamrzavanje slike; daljim pogoršanjem kvaliteta signala, prijem u potpunosti prestaje [1]. Primer je dat na slici 2.



Slika 2. Efekat digitalne litice [2]

Problemi u prikazu dijagonalnih linija

Javlja se prostorni ili stepenasti aliasing, primer je dat na slici 3.



Slika 3. Prostorni aliasing [3]

4. STANDARDI U DIGITALNOJ TELEVIZIJI

Standard ili specifikacija predstavlja pisani dogovor vezan za način prenosa i format televizijskog signala, kako bi se on uspešno primio i reprodukovao. Standardi se mogu podeliti na:

- Standarde za emitovanje (prenos) digitalne televizije;
- Standarde kodovanja (dekodovanja) slike;
- Standarde kodovanja (dekodovanja) zvuka.

4.1 Standardi za emitovanje (prenos) digitalne televizije

Standardi za emitovanje digitalne televizije su:

- DVB;
- ATSC;
- ISDB;
- DTMB;
- DMB.

4.1.1 DVB

DVB predstavlja set međunarodnih otvorenih standarda za digitalnu televiziju.

DVB sistemi distribuiraju podatke koristeći različite pristupe, svaki od njih ima različit odnos prema kapacitetu i robustnosti.

DVB-T (engl. DVB-T - Digital Video Broadcasting-Terrestrial) jeste standard konzorcijuma DVB namenjen za digitalnu zemaljsku televiziju.

DVB-C (engl. DVB-C - Digital Video Broadcasting-Cable) jeste standard evropskog DVB konzorcijuma za emitovanje digitalne televizije preko kabla.

DVB-S (engl. DVB-S - Digital Video Broadcasting-Satellite) predstavlja DVB standard namenjen za satelitsku televiziju.

Uvedene su druge generacije nekih standarda, od kojih se neki već primenjuju, kao što su DVB-T2, DVB-S2, DVB-C2.

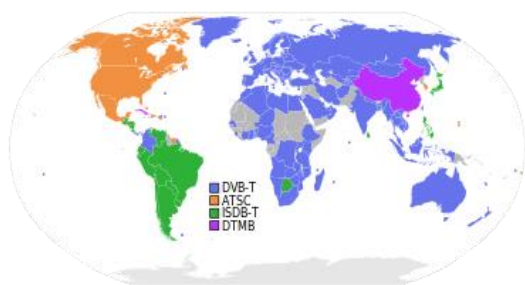
Na slici 4. prikazana je zastupljenost DTV standarda u svetu.

4.2 Standardi za kodovanje (dekodovanje) slike

4.2.1 H.262

H.262 ili MPEG-2 Part 2 predstavlja format video kodovanja razvijen i održavan od strane ITU-T grupe eksperata za video kodovanje (ITU-T Video Coding

Experts Group - VCEG) i ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG).



Slika 4. Zastupljenost DTV standarda u svetu [4]

MPEG-2 sadrži tri osnovne vrste kodovanih frejmova (okvira): intra kodovana slika (I-frejmovi), predikovana slika od prethodne I ili P slike (P-frejmovi) i bi-direkciona predikovana slika (B-frejmovi).

4.2.2 H.264

H.264 ili MPEG-4 Part 10 Advanced Video Coding (MPEG-4 AVC) predstavlja blok orijentisani standard za kompresiju video podataka. Namera H.264 AVC projekta bila je stvaranje standarda koji bi mogao da obezbedi dobar video kvalitet pri znatno nižim brzinama prenosa u odnosu na prethodne standarde, bez povećanja složenosti dizajna toliko da bi bilo nepraktično ili veoma skupo za realizaciju.

4.2.3 HEVC

High Efficiency Video Coding (HEVC), takođe poznat i kao H.265 i MPEG-H Part 2 predstavlja standard video kompresije, jedan od potencijalnih naslednika AVC-a (H.264 ili MPEG-4 Part 10). HEVC predstavlja proširenje koncepta u H.264/MPEG-4 AVC.

4.2.4 VC-1

SMPTE 421M, poznat i kao VC-1, predstavlja format za video kodovanje. U početku je razvijen kao vlasnički format od strane Windows Media Video 9.

4.2.5 AVS

Audio Video Standard (AVS) predstavlja porodicu standarda za kompresiju digitalnog audia i digitalnog videa. Ovo je konkurentski standard AAC-u što se tiče audia, H.264/AVC HEVC-u što se tiče videa, koristi se u Kini.

4.3 Standardi za kodovanje (dekodovanje) zvuka

4.3.1 MPEG

MPEG-1 Audio Layer I, poznat i pod skraćenicom MP1 predstavlja jedan od tri audio formata koji su uključeni u MPEG-1 standard.

Ovo je pojednostavljena verzija MPEG-1 Audio Layer II standarda, stvorena za aplikacije u kojima bi mogla biti dopuštena niža efikasnost kompresije u zamenu za manje složen algoritam koji bi se mogao izvršiti uz jednostavnije hardverske zahteve.

MPEG-1 Audio Layer II ili MPEG-2 Audio Layer II predstavlja format za kompresiju zvuka sa gubitkom. Dok je MP3 mnogo popularniji za PC i Internet aplikacije, MP2 je dominantan standard za audio emitovanje.

MPEG-1 ili MPEG-2 Audio Layer III, često se naziva MP3, predstavlja audio format kodovanja za digitalni audio. Za kodovanje primenjuje oblik kompresije podataka sa gubicima koristeći neefikasne aproksimacije i delimične podatke koji se odbacuju kako bi se smanjile veličine datoteka.

4.3.2 AAC

AAC (engl. Advanced Audio Coding - AAC) predstavlja standard za kodovanje zvuka, gde se koristi kompresija sa gubicima za digitalni audio. Standard je dizajniran da nasledi MP3 format i generalno postiže veći kvalitet zvuka nego MP3 sa istom brzinom prenosa podataka. AAC+ je sličan format koji radi istu stvar samo pri manjim brzinama prenosa i retko na većim brzinama.

4.3.3 E-AC-3

Dolby Digital Plus, poznat i kao prošireni (Enhanced) AC-3 predstavlja digitalnu audio kompresionu šemu koju je razvio Dolby Labs za prenos i skladištenje višekanalnog digitalnog zvuka. Naslednik je Dolby Digital AC-3 formata, i ima niz poboljšanja.

4.3.4 HE-AAC

HE-AAC (engl. High-Efficiency Advanced Audio Coding - HE-AAC) predstavlja format audio kodovanja za kompresiju digitalnog zvuka sa gubicima. Predstavlja produžetak AAC niske kompleksnosti (Low Complexity AAC - AAC LC) optimizovan za aplikacije sa malim brzinama prenosa, kao što je audio striming.

5. EKSPERIMENTI SA VIDEO ZAPISIMA

5.1. Analiza osobina video zapisa

U praktičnom delu Master rada korišćena su dva test video zapisa, prvi sa delovima koji sadrže brze pokrete i sa delom mirnih detalja, i drugi koji gotovo u celosti sadrži brze pokrete. Oba videa su komprimovana korišćenjem H.264 i H.265 standarda, i korišćene su brzine prenosa od 1 Mbit/s, 2,5 Mbit/s, 5 Mbit/s, 10 Mbit/s, 20 Mbit/s i 30 Mbit/s. Dužina trajanja video zapisa iznosi 59 sekundi.

Prvi izvorni video je u AVC HD formatu sa brzinom prenosa od 100 Mbit/s i 50 slika u sekundi u modu progresivnog skeniranja.

Video zapisi nastali od originalnog kodovani sa H.264 i H.265 imaju sledeće osobine: rezoluciju 1920x1080 piksela (full HD rezolucija), 25 slika u sekundi se prenosi i to konstantnom bitskom brzinom (engl. CBR - Constant Bit Rate). Audio je stereo, koristi AAC standard kodovanja sa 320 kbit/s brzinom prenosa i 48 kHz frekvencijom odabiranja.

Drugi izvorni video zapis je u mxf MPEG2 formatu sa brzinom prenosa od 50 Mbit/s i rezolucijom 1920x1080 piksela. Video zapisi nastali od originalnog kodovani sa H.264 i H.265 imaju sledeće osobine: rezoluciju 1920x1080 piksela (full HD rezolucija), 25 slika u sekundi se prenosi i to promenljivom bitskom brzinom (engl. VBR - Variable Bit Rate). Audio je stereo, koristi AAC standard kodovanja sa brzinom prenosa 320 kbit/s i frekvencijom odabiranja 48 kHz.

5.2. Prvi test video zapis

Kod H.264 kodeka pri brzini prenosa od 1 Mbit/s, na mestima gde se pojavljuju brzi pokreti u slici javljaju se

bloking efekat, posterizacija i ghosting (pojava replike prenete slike, koja se pri prenosu javlja preko glavne slike), detalje poput ljudskog lica je jako teško prepoznati, takođe QR kod ne može biti očitán uzúzev u delu videa sa brzim pokretima gde je pozadina QR koda jednolična (iste boje), dok se na delovima sa mirnim detaljima ne primeti nikakav nedostatak i QR kod se može uspešno očitati, ukoliko pozadina nije sa mnogo nijansi boja. Što se zvuka tiče nema nikakvih nedostataka, kod H.265 na 1 Mbit/s se javljaju isti efekti kod brzih pokreta u slici, s tim što je situacija za nijansu bolja, što se tiče QR koda i mirnih slika situacija je ista.

H.264 video na 2,5 Mbit/s je gotovo isti kao H.265 video na 1 Mbit/s. Na 2,5 Mbit/s kod H.265 videa javljaju se isti efekti kod brzih pokreta, ali je situacija što se tiče detalja dosta bolja i slika je jasnija, kod mirnih slika je, kao i kod QR koda, sve isto kao i pre.

Kod H.264 na 5 Mbit/s prisutni su isti efekti, ali je slika mnogo jasnija nego do sada, takođe se neki detalji jasno uočavaju, kod brzih pokreta, kod mirnih slika i QR koda je sve isto. U slučaju H.265 na 5 Mbit/s kod brzih pokreta je u maloj meri prisutan bloking efekat, detalji slike su jasni, u slučaju mirnih pokreta i QR koda nema nikakvih promena.

Pri brzini prenosa od 10 Mbit/s i korišćenju H.264 kodeka, nepoželjni efekti su jako teško primetni, pa je i bloking efekat slabo izražen, dok je kod mirnih slika i QR koda situacija nepromenjena. Efekti su kod iste brzine prenosa i H.265 kodeka gotovo neprimetni i QR kod se može očitati u većini slučajeva i kod brzih pokreta, kao i kod mirnih slika, bez obzira na pozadinu.

Kod H.264 pri 20 Mbit/s situacija je slična onoj kod H.265 pri 10 Mbit/s, osim u slučaju QR koda koji se može očitati skoro u svim delovima video zapisa. U slučaju H.265 i brzine prenosa od 20 Mbit/s nepoželjni efekti nisu uočljivi čak ni kod brzih pokreta, QR kod nije moguće očitati samo u delovima gde detalji sadrže crnu i belu boju ili mnogo različitih boja, čak i ukoliko je reč o mirnim slikama.

Kod H.264 pri 30 Mbit/s je situacija ista kao kod H.265 pri 20 Mbit/s, ista situacija bi bila i u slučaju H.265 standarda pri brzini prenosa od 30 Mbit/s i iz tog razloga nije generisan video zapis sa ovakvim karakteristikama.

5.3. Drugi test video zapis

Ovaj video zapis sastoji se iz brzih pokreta i nema mirnih slika kao u prethodnom primeru, QR kod nije postavljen jer bi se dobili približno isti rezultati kao kod prvog test video zapisa u delu sa brzim promenama. Što se zvuka tiče nema nikakvih nedostataka.

Kod H.264 pri brzini prenosa od 1 Mbit/s javljaju se isti efekti kod brzih pokreta (bloking efekat, posterizacija i ghosting) i detalji su nejasni kao i u slučaju prvog test videa sa istim karakteristikama. Efekti su nešto manje izraženi kod H.264 sa brzinom prenosa od 2,5 Mbit/s i H.265 pri 1 Mbit/s, koji su praktično istog kvaliteta. Pri malo sporijim pokretima kod H.265 sa 2,5 Mbit/s efekti su slabo izraženi.

Kod H.264 sa brzinama prenosa od 5 Mbit/s i 10 Mbit/s i H.265 sa brzinom prenosa od 5 Mbit/s nepoželjni efekti su čak i kod izrazito brzih pokreta gotovo neprimetni.

Kod H.264 pri brzinama počevši od 20 Mbit/s i većim, kod H.265 pri brzinama prenosa počevši od 10 Mbit/s i

većim, i pri izrazito brzim pokretima nema nepoželjnih efekata. Stoga, nije bilo potrebe za generisanjem video zapisa sa H.265 standardom pri brzini prenosa od 30 Mbit/s.

5.4. Produkcija TV programa

Postupak produkcije TV programa i video formata koji se pri tom koriste veoma je kompleksan jer zavisi od mnogo različitih faktora. Trake kao nosioci video zapisa potpuno su napuštene, osim za stare arhivske snimke, pa se sav materijal proizvodi i zapisuje u digitalnoj formi.

Osnovu produkcije čini DVCAM i njegove varijante (npr. XDCAM).

6. ZAKLJUČAK

Svaka nova generacija standarda, bilo za emitovanje ili za kodovanje i dekodovanje slike (video) i zvuka, koja se pojavi donosi mnoga poboljšanja, ali ima i neke nedostatke.

Primer za standarde emitovanja jeste da druge generacije DVB standarda uvode nove metode digitalne modulacije u cilju postizanja bolje iskorišćenosti frekvencijskog propusnog opsega. Koriste se efikasnije modulacione tehnike, koje omogućavaju povećanje propusnog opsega, što rezultuje većim brojem programa koji mogu da se prenesu u okviru prenosnog toka.

Kod standarda kodovanja i dekodovanja slike primer je taj da u poređenju sa AVC-om, HEVC nudi dvostruko veći odnos kompresije podataka na istom nivou kvaliteta video signala ili značajno poboljšán kvalitet videa pri istoj brzini prenosa podataka. Podržava rezolucije do 8192x4320, uključujući 8K UHD.

7. LITERATURA

[1] Doc. dr Milan Bjelica, Katedra za računarsku tehniku i računarske komunikacije, Fakultet tehničkih nauka, Predavanja iz predmeta Programaska podrška u televiziji i obradi slike 1, Novi Sad, 2015.

[2] <http://www.aerialsandtv.com/ampsandsplitters.html> 27. Jun 2017.

[3] <https://svi.nl/AntiAliasing> 28. Jun 2017.

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_digital_television_deployments_by_country 01. Jul 2017.

Kratka biografija:



Vladimir Ivković rođen je 1993. godine u Sremskoj Mitrovici. Master rad je odbranio 2017. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi.



Dejan Nemec rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

PROJEKTOVANJE IP SISTEMA ZA VIDEO NADZOR STAMBENE ZGRADE DESIGNING AN IP SYSTEM FOR VIDEO SURVEILLANCE OF RESIDENTIAL BUILDING

Branislav Manojlović, Željien Trpovski, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je postupak projektovanja sistema IP video nadzora, uz istovremeno analiziranje razvoja tehnologija koje se koriste u instalaciji sistema video nadzora, ponude na aktuelnom tržištu i odabiranje najpovoljnijeg rešenja. Kao rezultat, kreirana je konkretna ponuda za instalaciju i uvođenje sistema IP video nadzora u stambenu zgradu. Softverski alati primenjeni pri obradi podataka su Excel softverski alat i softverski alat ConceptDraw PRO verzija 11.

Abstract – The process of IP video surveillance system design is presented in this paper. Analysis of the development of video surveillance systems is given, with current market overview and the choice of the most favourable solution. As a result, a concrete offer was created for the installation of the IP video surveillance system in the residential building. Software tools used for processing data are Excel software tool and software tool ConceptDraw PRO version 11.

Ključne reči: Projektovanje, IP sistem, video nadzor.

1. UVOD

Sistem koji prima najveću količinu informacija u jedinici vremena je vizuelni sistem. Prirodni vizuelni sistem ljudskih bića je čulo vida i ono je poslužilo kao osnovna ideja za razvoj električnih i elektronskih uređaja kao što su teleskopi, fotoaparati i kamere. Kamere su elektronski uređaji koji su proistekli iz načina na koji ljudsko biće u svojoj okolini raspoznaje objekte i na taj način prikuplja informacije i saznanja o okruženju u kome se nalazi.

Elektronski sistem namenjen za nadgledanje i snimanje objekata i dešavanja na nekom prostoru naziva se sistem video nadzora. Njegova osnovna uloga jeste sakupljanje i pružanje informacija o stanju i statusu nadgledanog objekta. Na osnovu informacija prikupljenih pomoću jednog ovakvog sistema klijent, odnosno korisnik sistema može da upravlja i raspolaže nadgledanim objektima kao i da organizuje odgovarajuće mere zaštite ukoliko se za tim ukaže potreba. Današnji sistemi video nadzora baziraju se na upotrebi digitalnih tehnologija, mrežnih tehnologija, savremene elektronske opreme i internet mreža.

Trenutno na tržištu sistema i opreme namenjene za video nadzor veliki udeo ima projektovanje sistema IP video nadzora, koji se zasniva na korišćenju IP kamera i mreža za prenos podataka zasnovanih na internet protokolima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željien Trpovski, vanr. prof.

Predmet ovog rada jeste projektovanje sistema IP video nadzora stambene zgrade. Zgradu za koju se projektuje sistem izgradilo je preduzeće “Galens doo” tokom 2016 godine u Novom Sadu, u Kopernikovoj ulici.

Cilj rada jeste da se prikaže postupak projektovanja sistema IP video nadzora, uz istovremeno analiziranje pratećih tehnologija, ponude na tržištu i odabiranje najpovoljnijeg rešenja. Krajnji cilj projekta je da se kreira konkretna ponuda za instalaciju i uvođenje sistema IP video nadzora u stambenu zgradu.

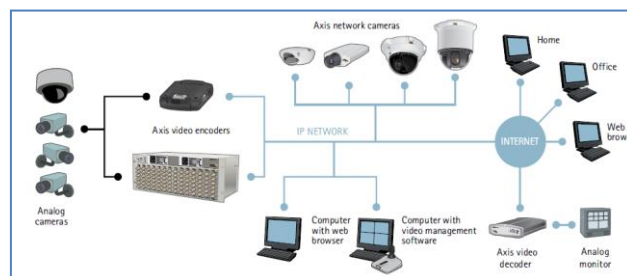
2. SISTEMI VIDEO NADZORA

Sistem video nadzora definišemo kao, elektronski sistem za nadgledanje i snimanje stanja i situacije na nekom prostoru. Namena sistema video nadzora je sakupljanje informacija u vidu vizuelnih i audio zapisa koji se zatim arhiviraju i čuvaju u bazi podataka. Prikupljeni podaci se koriste od strane ovlašćenih lica, shodno potrebama. Funkcija sistema video nadzora je pružanje informacija o bezbednosnom statusu zaštićenog objekta [1].

Delatnosti u kojima se primenjuju sistemi video nadzora veoma su raznovrsne i mogu biti: saobraćaj, logistika, proizvodnja, maloprodaja, zaštita imovine i lica, vojne i policijske operacije, sektor za vanredne situacije, naučno-istraživačke institucije, televizijske emisije i slično.

2.1. Elementi sistema video nadzora

Elemente sistema video nadzora možemo podeliti na one koji ulaze direktno u sastav samog sistema video nadzora i elemente koji učestvuju u izgradnji mreže odnosno mrežne infrastrukture koja omogućava rad sistema video nadzora, tj. mrežne elemente (slika 1).



Slika 1. Elementi sistema video nadzora

Osnovni elementi sistema video nadzora su:

- kamere (analogne ili IP),
- video server (video enkoder),
- uređaji za snimanje i memorisanje video zapisa,
- mreža i mrežni elementi,
- softver za upravljanje videom.

3. VIDEO SIGNAL

Kvalitet slike je jedan od najvažnijih aspekata svake kamere i najčešće se meri direktnim poređenjem više različitih kamera na istoj sceni. Među najvažnijim karakteristikama kamere, koje se moraju uzeti u obzir ubrajamo rezoluciju kamere i video kompresiju. Ove karakteristike se moraju sagledati pri izboru kamera koje će se upotrebiti u sistemu video nadzora, jer one direktno utiču na kvalitet video signala koji se prenosi kroz sistem kao i na kvalitet konačne slike koju vidi korisnik [2].

3.1. Standardi u kompresiji video signala

Kompresija je postupak uklanjanja i smanjivanja redundantnih (suvišnih) podataka iz videa kako bi se digitalni podaci što efikasnije prenosili putem mreže, smeštali na računarske diskove i ostala skladišta podataka. Osnovni cilj kompresije je smanjiti količinu potrebnih podataka signala slike i videa bez vidljivog gubitka kvaliteta.

Osnovni principi kompresije su: uklanjanje redundantne signala (bez gubitaka) i uklanjanje irelevantne (nevidljive) informacije (sa gubicima).

Postoje četiri standarda video kompresije koja se danas uobičajeno koriste u IP kamerama a to su: Motion JPEG, MPEG-4, H.264 i HEVC [2].

3.2. Rezolucija slike

Rezolucija slike je pojam koji je donekle sličan kada su u pitanju analogni i digitalni video signali ali sa određenim razlikama. Kod analognog videa slika se sastoji od linija tj. TV linija jer je sama tehnologija preuzeta iz industrije televizora, dok u digitalnom sistemu slika se sastoji od piksela.

Rezolucija kamere je veoma bitna ako se zahtevaju detaljne slike. Ona predstavlja broj piksela u redovima i kolonama slike. Što je broj piksela veći i rezolucija je veća. Rezolucija zavisi od broja piksela na CCD senzoru (*Charge Coupled Device*).

Ukoliko proizvođač kamera može da na istu veličinu CCD senzora stavi veći broj piksela ta će kamera imati bolju rezoluciju. Može se reći da je rezolucija u direktnoj srazmeri sa brojem piksela na CCD senzoru, jer što se više povećava broj piksela u senzoru, smanjuje se veličina piksela što utiče na osetljivost.

Trenutno najpoznatije rezolucije su NTSC i PAL, VGA, MPEG, MP (megapiksela) i HDTV rezolucija [2].

4. ZVUK U SISTEMU VIDEO NADZORA

Ako se pri projektovanju sistema video nadzora zahteva snimanje zvuka, biraju se kamere koje imaju integrisane mikrofone i ako je potrebna dvosmerna komunikacija i posebne izlaze za zvučnik. Prenos zvučnog signala u IP video nadzoru znatno podiže mogućnost sistema, omogućava mu da izvrši detekciju i pravilno interpretira događaje na nadziranom području i omogućava dvosmernu audio komunikaciju preko IP mreže.

Algoritmi za prepoznavanje zvuka ugrađeni u IP kameri mogu prepoznati izvor zvuka, npr: lomljenje stakla ili glas i time pokrenuti snimanje kamerom, poslati mail ili aktivirati neki spoljašnji alarm.

4.1. Kompresija audio signala

Analogni audio signal mora biti konvertovan u digitalni audio signal kroz procese uzorkovanja (*sampling*) i kompresije kako bi se efikasno prenosio i skladištio. Algoritam koji vrši takvu konverziju je *Audio kodek* algoritam.

Audio kodek koji se u IP kamerama najviše koristi je AAA-LC (*Advanced audio coding-low complexity*), on zahteva licenciranje i poznat još i kao MPEG-4 ACC. Ovaj kodek ima frekvenciju odabiranja 16KHz ili više i bitsku brzinu od 64 kbit/s i nudi dovoljan audio kvalitet. Od ostalih kodeka, koriste se još i G.711 i G.726 standardi.

5. MREŽNE TEHNOLOGIJE

Protokol predstavlja konvenciju, standard ili set pravila koje treba poštovati da bismo uspešno uspostavili i kontrolisali komunikaciju (razmenu podataka). Sadrži pravila kojima su definisani sintaksa, semantika i sinhronizacija komunikacije. Postoje različiti mrežni protokoli, pri čemu svaki ima posebno mesto i ulogu [3].

5.1. Internet protokol

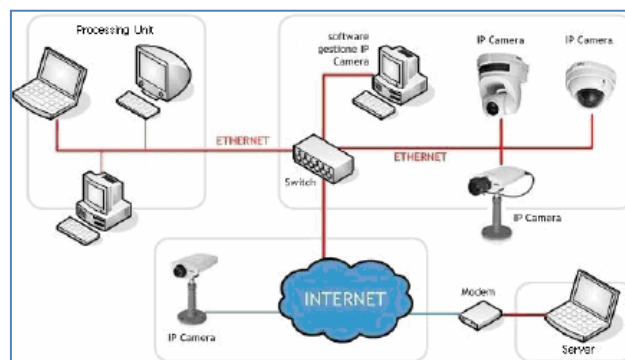
Internet protokol (*Internet Protocol*), je protokol trećeg sloja OSI referentnog modela (sloj mreže). Sadrži informacije o *adresiranju*, čime se postiže da svaki mrežni uređaj (računar, server, radna stanica) koji je povezan na internet može da se lako identifikuje u celoj internet mreži. Takođe, sadrži i kontrolne informacije koje omogućavaju rutiranje paketa podataka na osnovu poznatih IP adresa [4].

5.2. IP adresa

IP adresa (*Internet Protocol Address*), predstavlja jedinstveni broj koji se koristi za označavanje uređaja na mreži sa ciljem obezbeđivanja njihove identifikacije i međusobne komunikacije. Mogu biti statičke i dinamičke. IP adresa je podeljena na deo mreže i deo hosta. Prva tri atributa su mrežna adresa a poslednji atribut označava adresu hosta. Primer: 1.160.10.204., vidimo da je format IP adrese je u vidu četiri broja međusobno razdvojena tačkama. Svaki broj može da bude u rasponu od 0 do 255.

5.3. Ethernet

Ethernet je najviše korišćena mrežna tehnologija u LAN mrežama. Ethernet omogućava brzu mrežu sa umerenim troškovima [4].



Slika 2. Ethernet mreža sistema IP video nadzora

6. IZRADA PROJEKTA

Objekat u projektu za koji se kreira sistem IP video nadzora je stambena zgrada koja se nalazi u Kopernikovoj ulici na naselju Nova Detelinara u Novom Sadu. Objekat je površine osnove 360 m^2 , tj. ukupne površine 1440 m^2 i sastoji se od četiri nivoa: prizemlje, prvi sprat, drugi sprat i potkrovlje. Sve jedinice u zgradi su stambene.

Struktura stanova je različita, kao i kvadratura stanova. Prema strukturi sprata, zastupljeni su stanovi od jednoiposobnog do četvorosobnog, s tim da su tri stana dupleksa.

Svrha IP sistema video nadzora koji se projektuje jeste bezbednost stambenog objekta i praćenje kretanja u neposrednoj blizini i unutar samog objekta. Sistem IP video nadzora u projektu mora posedovati unutrašnje i spoljašnje IP video kamere.

Svaki sprat je obezbeđen sistemom kao jedna celina gde su kablovi koji vode od kamera na tom spratu povezani sa jednim zajedničkim svičem. Svičevi su smešteni u rek ormane i potom su svičevi sa svakog sprata međusobno povezani na takav način da čine jednu celinu. Time je postignuto da projektovani sistem predstavlja jednu lokalnu mrežu (LAN).

6.1. Proračuni za izbor potrebne opreme

Prilikom projektovanja sistema IP video nadzora, potrebno je izvršiti određene proračune kako bi se mogla odabrati pogodna oprema. Mrežni uređaji koji se koriste u sistemima video nadzora zauzimaju određeni deo propusnog opsega mreže u zavisnosti od njihove konfiguracije i podešenosti samog sistema. Parametri koji utiču na zauzetost propusnog opsega su:

- broj kamera u sistemu,
- metod snimanja,
- broj sati u toku dana kada se snimanje vrši,
- broj frejmova u sekundi,
- rezolucija slike,
- tip video kompresije,
- uslovi osvetljenja,
- potrebno vreme čuvanja podataka.

Ovi isti parametri imaju uticaja i na to koliko će se zauzeti raspoloživog skladišnog kapaciteta u sistemu pri njihovom čuvanju.

6.1.1. Određivanje propusnog opsega

Propusni opseg mreže mora biti dobro isplaniran kako bi sistem radio bez kašnjenja. Postoje praktične vrednosti propusnih opsega koje se razlikuju u zavisnosti od toga koji tip mreže se koristi u sistemu, na primer: kod korišćenih gigabitnih mreža dostupno je 500 Mbit/s , kod 100 Mbit -nih mreža dostupno je od 55 Mbit/s do 60 Mbit/s , a kod bežičnih mreža po 802.11 standardu dostupno je od 12 Mbit/s do 25 Mbit/s .

Formula za izračunavanje propusnog opsega je:

$$PO [Mbits] = \frac{Vf [KB] \cdot 1024 \cdot 8 \cdot FPS \cdot Bk}{1000000} \quad (1)$$

Gde su: PO – propusni opseg, Vf – veličina frejma, FPS – broj frejmova u sekundi, Bk – broj kamera.

6.1.2. Potreban kapacitet skladišta podataka

Faktor koji najviše utiče na potreban kapacitet skladišta podataka je tip kompresije koja se koristi. H.264 je najefikasniji format kompresije koji se trenutno koristi u sistemima video nadzora. Formula za izračunavanje kapaciteta potrebnog skladišta za H.264 kompresiju je:

$$\frac{Pbb}{8} \cdot 3600[s] = \frac{KBh}{1000} = MBh \quad (2)$$

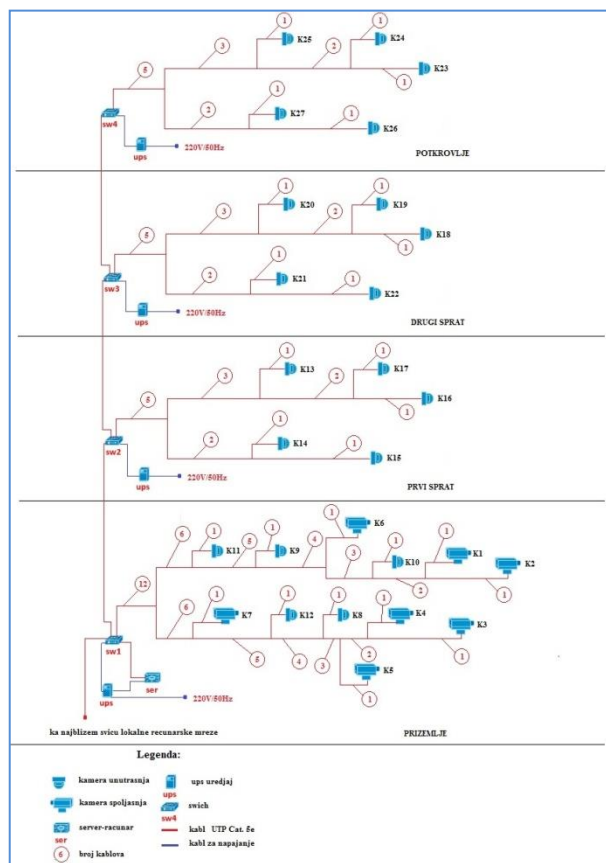
$$GBd = \frac{MBh \cdot Bh}{1000} \quad (3)$$

$$C = GBd \cdot T \quad (4)$$

Gde su: Pbb – procenjena bitska brzina, KBh – KB po času, MBh – MB po času, Bh – broj sati rada tokom dana, GBd – GB po danu, T – traženi period skladištenja, C – potreban kapacitet.

6.1.3. Izrada grafičke dokumentacije

Prvo je potrebno projektovati instalacionu šemu celog sistema IP video nadzora.



Slika 3. Blok-šema sistema IP video nadzora

6.1.4. Predračun troškova

Predračun troškova se radi nakon što je sistem projektovan i nakon što su definitivno odabrane sve komponente i oprema koji će činiti dati sistem IP video nadzora.

Cene komponenata i opreme su izražene u eurima i preuzete su sa sajta preduzeća „Nebo“ i internet prodavnica: „Shopmania“ i „Dilershop“.

Tabela 1. Troškovi projekta

Rb.	Oprema i opis radova	Količina	Jedinična cena (eura)	Ukupno bez PDV-a	PDV (20%)	Ukupno sa PDV-om
1	Računar: PC Phenom II X4 955	1	376.53	376.53	75.306	451.836
2	Monitor: Fujitsu L19T-1 19" LCD	1	53.2	53.2	10.64	63.84
3	Skladište podataka: NAS Synology DS411	1	585.99	585.99	117.198	703.188
4	Licenca softvera Milestone XPEXCL	27	80.83	2182.41	436.482	2618.892
5	Svič: WS PS1016 16p	4	401	1604	320.8	1924.8
6	UPS uređaj: Eaton Model 5P850IR	4	535.24	2140.96	428.192	2569.152
7	Rek orman E6821 21U/19"	4	209.6	838.4	167.68	1006.08
8	Kamera - spoljašnja	7	166.4	1164.8	232.96	1397.76
9	Kamera - unutrašnja	20	132.2	2644	528.8	3172.8
10	Objektiv za spoljašnje kamere: Fujinon YV4.3	7	135.06	945.42	189.084	1134.504
11	Kabl UTP Cat. 5e	333	0.2	66.6	13.32	79.92
12	Rebrasto crevo f 23mm	333	0.25	83.25	16.65	99.9
13	Obujmice za rebrasto crevo	333	0.2	66.6	13.32	79.92
14	Konektori: RJ-45 Cat. 5e	54	0.08	4.32	0.864	5.184
15	Sitni potrošni materijal	1	50	50	10	60
16	Izrada instalacije postavljanje creva	333	0.8	266.4	53.28	319.68
17	Izrada instalacije postavljanje kabla	333	0.5	166.5	33.3	199.8
18	Štemanje zida i gipsarski radovi	1	50	50	10	60
19	Montaža spoljne kamere, podešavanje	7	40	280	56	336
20	Montaža unutrašnje kamere, podešavanje	20	20	400	80	480
21	Montaža rek ormana i povezivanje opreme	4	25	100	20	120
22	Montaža i povezivanje svič-a	4	30	120	24	144
23	Setovanje IP adresa i puštanje sistema u rad	1	200	200	40	240
24	Izrada projekta	1	0	0	0	0
25						
26	Ukupno:			14389.38	2877.876	17267.256

Softver odabran za upravljanje projektovanim sistemom, je Milestone XProtect XPEXCL, čija licenca košta 80,83 eura po kameri. Ukupna cena instaliranja softvera za upravljanje u ovom sistemu video nadzora iznosi 2.618,89 eura sa PDV-om.

Cena projekta bez PDV-a iznosi: 14.389,38 eura, dok PDV u vrednosti od 20% iznosi: 2.877,87 eura, odakle sledi da je ukupna cena projekta sa PDV-om: **17.267,256 eura**. Izraženo u dinarima po srednjem kursu Narodne Banke Srbije na dan 16.06.2017. godine, dobijamo da je ukupna cena projekta sa PDV-om: **2.109.518,218 dinara**.

7. ZAKLJUČAK

Projektovani sistem IP video nadzora, predstavlja optimalno rešenje namenjeno za nadzor i obezbeđenje stambene zgrade. Sistem je baziran na korišćenju Ethernet mreže i IP kamera. Kreirani sistem se sastoji od 27 kamera, od kojih su 7 spoljne IP kamere sa objektivima u kućištu a preostalih 20 kamera su unutrašnje IP kamere sa integrisanim objektivima. Kamere su u zvezdastoj topologiji povezane preko UTP kablova kategorije 5 sa po jednim svič uređajem na svakoj etaži zgrade, koji predstavljaju centralne tačke mreže na svakom spratu. Svičevi su povezani prvo međusobno a potom i sa centralnim serverom i NAS skladištem za podatke, čineći tako lokalnu mrežu sistema IP video nadzora.

Napajanje celog sistema vrši se primarno sa elektroenergetske mreže zgrade a sekundarno, kao pomoćno napajanje, koristi se UPS uređaj.

IP kamere su omogućile da se video sadržaj digitalizuje odmah u samoj kameri i da ostane takav kroz ceo sistem, čime je ostvaren visok i nepromenljiv kvalitet slike.

Proširenje, tj. promena na ovakvoj mreži u budućnosti može da bude u pravcu fizičkog proširenja mreže dodavanjem novih uređaja, što zavisi i od potreba samih

korisnika (nadgledanje parking prostora zgrade) ili uspostavljanje bežične konekcije sa kamerama. Prostom integracijom različitih tehnologija može se nastaviti eksploatacija instaliranog sistema dugi vremenski period. Modularnost i skalabilnost mrežnih sistema video nadzora sa IP kamerama upravo i omogućavaju integraciju različitih tehnologija.

8. LITERATURA

- [1] Nilsson F., "The evolution of Video Surveillance systems", Auerbach, 2011.
- [2] Whitaker J., "Mastering digital television", The McGraw-Hill Companies Inc., 2006.
- [3] Publikacija, "Technical guide to network video", Axis Communications AB, 2014.
- [4] Publikacija, "IP Surveillance Handbook", Vivotek Inc., 2006.

Kratka biografija:



Branislav Manojlović rođen je u Rumi 1982. godine. Prvi master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2015. godine. Drugi master rad iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Telekomunikacioni sistemi odbranio je 2017. godine.

Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

Dejan Nemec rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstva. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

EKSPERTSKI SISTEM ZA ODABIR OPTIMALNOG BROJA VETROGENERATORA I FOTONAPONSKIH ČELIJA**AN EXPERT SYSTEM FOR OPTIMIZING THE NUMBER OF WIND TURBINES AND PHOTOVOLTAIC CELLS**

Maja Spasojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I ENERGETIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad predstavlja jedno od mogućih softverskih rešenja, na osnovu matematičke formule, energetskih izvora (energije vetra i energije Sunca), a u cilju izgradnje ekonomičnih, hibridnih sistema u odnosu na željene tipove vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija, gde je svaka vrsta energije dostupna kao specifična jedinica.

Abstract – This paper presents one of the possible software solutions, based on mathematical formula, energy sources (wind and solar energy), in order to build economical, hybrid systems in relation to the desired types of wind turbines and photovoltaic cells, where each type of energy is available as a specific unit.

Ključne reči: Obnovljivi izvori energije, Energija vetra, Energija Sunca, vetrogeneratori, fotonaponske ćelije

1. UVOD

Na samom kraju 20. veka u zemljama Evropske Unije koristi se tek 6% energije dobijene iz obnovljivih, dok 79% bilo je iz fosilnih izvora energije i to: nafta i derivati 41%, gas 22% i ugalj 16%. U prvoj deceniji 21. veka dolazi do udvostručavanja potrošnje energije iz njenih obnovljivih izvora [1].

Sva energija na Zemlji, uključujući i obnovljivu, direktno ili indirektno nastaje zahvaljujući Suncu, odnosno njegovom zračenju. S obzirom na to da fosilna goriva ne mogu biti zamenjena obnovljivom energijom u bliskoj budućnosti, ostaje da se povećanjem energetske efikasnosti smanji rast potrošnje energije.

Teoretski, potencijal obnovljivih izvora energije je veoma veliki, ali tehnološki nivo značajno ograničava iskorišćavanje tog potencijala. Daljim razvojem tehnologije i tehnike, učešće obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetske potrošnji će svakako rasti [2].

Cilj Republike Srbije jeste da do 2020. godine obezbedi 27% energije dobijene iz obnovljivih izvora energije [3].

Vetar je strujanje vazduha koji nastaje kao posledica različitog zagrevanja atmosfere i površine Zemlje, usled toplotnog delovanja sunčevog zračenja uz određeni uticaj posredstvom Zemljine rotacije i uticajem tla.

Kinetička energija vazduha koji struji-vetra, predstavlja transformisanu energiju sunčevog zračenja, odnosno jedan oblik transformisane sunčeve energije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Congrđac, van.prof.

Najvažnije karakteristike vetra za dobijanje energije je njegova brzina na određenoj visini iznad tla, gde su promene intenziteta vetra posebno izražene, i to na visini od sto metara [4].

Vetrogenerator je postrojenje koje transformiše kinetičku energiju vetra u mehaničku i električnu energiju. Mehanička energija preko reduktora dolazi do vetrogeneratora, koji zatim vrši pretvaranje mehaničke u električnu energiju i ona se zatim preko transformatora povezuje na elektromrežu [5].

U našoj državi postoje pogodne lokacije za izgradnju vetrogeneratora na kojima bi se moglo instalirati oko 1.300 MW vetrogeneratorskih proizvodnih kapaciteta i time proizvesti na godišnjem nivou oko 2.300 GWh električne energije. Najpogodnije lokacije za korišćenje vetra su: prostor severno od Save i Dunava (Panonska nizija), Stara Planina, Vlasinsko jezero, Ozre, Rtanj, Deli Jovan, Crni vrh, Zlatibor, Kopaonik i Maljen [6].

Ukupno Sunčevo zračenje koje stiže do Zemljine površine se naziva globalno i ono predstavlja zbir direktnog, difuzionog i reflektovanog zračenja [7].

Energija zračenja koja dopire do neke površine na Zemlji zavisi pre svega od trajanja osunčavanja, a insolacija zavisi od geografske širine i godišnjeg doba. Razlika između vremena izlaska i zalaska Sunca daje vreme trajanja insolacije i ono iznosi za Srbiju oko petnaest sati leti i oko devet sati zimi.

Broj sunčanih sati na godišnjem nivou je oko dve hiljade sati na severu, do oko dvehiljade trista sati na jugu zemlje. Energetski potencijal sunčevog zračenja je 30% veći u našoj zemlji nego u regiji Srednje Evrope.

Najniže izmerene vrednosti sunčevog zračenja u Srbiji se mogu uporediti sa najvišim vrednostima u vodećim zemljama solarnog korišćenja, kao što su Nemačka i Austrija [8].

2. ZADATAK I CILJ RADA

Zadatak rada jeste da se izvrši simulacija ekspertskog sistema za optimalno upravljanje energijom dobijenom od strane vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija za lokalitet Vršac (Srbija), Oslo (Norveška) i Madrid (Španija) u programskom paketu LabView.

Cilj rada je da se u odnosu na željenu količinu energije optimizuje sistem, koji bi trebao da pomoću zadatih tipova vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija da za rezultat najbolje moguće rešenje u odnosu na troškove ulaganja u obnovljive izvore energije, a sve to

prevashodno zbog višegodišnje ekonomske isplativosti, kao i očuvanja životne sredine.

3. MATERIJAL I METOD RADA

Za izradu ovog rada potrebno je bilo obezbediti podatke prosečne brzine vetra, kao i broj sati u kojima isti prelazi kritičnu jačinu na godišnjem nivou za lokalitete Vršac, Oslo i Madrid (2016. godina).

Prosečna brzina vetra za Vršac iznosi 4,5 m/s [9], sa brojem kritičnih sati od 10,50 [10], za Oslo taj broj iznosi 19,21 m/s sa 22 kritična sata, kada duva vetar brzinom preko 50 m/s [10], dok za Madrid ta vrednost iznosi 2,08 m/s [11].

Ukupan broj sunčanih sati na godišnjem nivou (2016. godina) za Vršac iznosi 2.023 h [9], za Madrid 2.690 h [11], dok je za Oslo 1.248 h [10].

Tipovi vetrogeneratora korišćeni u radu su: Enturance E-3120, EWT DW61 i Enercon E82, a fotonaponske ćelije: JWM-60, JYC-140M i TSM-PC14A.

Računanje raspoložive snage vetra predstavljeno je preko

$$\text{obrasca: } P_v = \frac{1}{2} * \rho * S * v^3 * C_p$$

- P_v — izlazna snaga vetrogeneratora [W],
- ρ — gustina vazduha [kg/m^3],
- S — površina normalna na pravac kretanja vetra [m^2],
- v — brzina vetra [m/s],
- C_p — korekcionni faktor za snagu [2].

Sledećim izrazom se procenjuje energija koja je proizvedena od strane fotonaponskih ćelija:

$$P_s = \frac{P_{sol} * I * U}{H * v * A}$$

- P_s — izlazna snaga fotonaponskih ćelija [W],
- P_{sol} — snaga zračenja (sunčevog),
- U — efektivna vrednost izlaznog napona [V],
- I — efektivna vrednost izlazne električne energije [mA/cm^2],
- H — Planckova konstanta – $6,626 \times 10^{-34}$ Js,
- V — frekvencija fotona,
- A — površina kolektora [2].

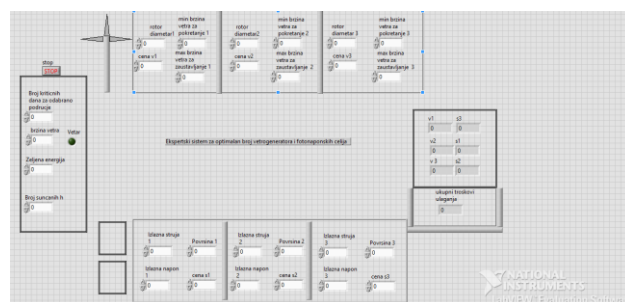
Optimalna kombinacija vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija za dobijanje minimalne cene ulaganja za određene lokacije predstavljena je izrazom:

$$\min(Z) = C_1 * X_1 + C_2 * X_2$$

- $E_1 * X_1 + E_2 * X_2 \geq E$
- $X_1, X_2 \geq 0$,
- X_1 — optimalan broj vetrogeneratora,
- X_2 — optimalan broj fotonaponskih ćelija,
- E — potrebna energija za željenu lokaciju,
- E_1 — energija dobijena od vetrogeneratora,
- E_2 — energija dobijena od fotonaponskih ćelija,
- C_1 — cena vetrogeneratora,

- C_2 — cena fotonaponske ćelije [2].

Ekspertski sistem je odrađen u programskom paketu LabWiev i kao rezultat ovaj sistem će prikazati optimalan broj određenog tipa vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija, kao i cenu koštanja.



Slika 1. Izgled ekspertskog sistema

4. REZULTATI SA DISKUSIJOM

Rezultati proračuna dobijenih na osnovu računanja energije u odnosu na raspoloživu snagu vetra i energije proizvedene od strane fotonaponskih ćelija, a sve to na osnovu formula navedenih u prethodnom poglavlju, predstavljeni su preko ekspertskog sistema za računanje optimalnog broja vetrogeneratora, fotonaponskih ćelija i cene koštanja za lokalitet Vršac. Iz ekspertskog sistema se mogu očitati sledeći parametri: broj vetrogeneratora iznosi 19,1675 i to samo tipa EWT DW61, broj fotonaponskih ćelija 0 u odnosu na sve ispitivane tipove, kao i optimalna cena koštanja u iznosu od 20.882.432 evra.

Za lokalitet Oslo, iz ekspertskog Sistema se mogu očitati parametri kako sledi: broj vetrogeneratora je 4,32 samo tipa EWT DW61, broj fotonaponskih ćelija je 0 i optimalna cena koštanja iznosi 6.536.550 evra.

Treći ispitivani lokalitet je Madrid gde su dobijeni sledeći rezultati: broj vetrogeneratora je 0, broj fotonaponskih ćelija je 733.962 samo tipa TSM-PC14A, dok najoptimalnija cena koštanja iznosi 385.330.050 evra.

S obzirom da je cilj rada bio da se u odnosu na željenu količinu energije optimizuje sistem, koji bi trebao da pomoću zadatih tipova vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija da za rezultat najbolje moguće rešenje za lokalitete Vršac, Oslo i Madrid. Ekonomska isplativost je bila jedna od parametra ispitivanja, odnosno troškovi ulaganja u obnovljive izvore energije.

Ovakvi i slični proračuni su morali biti urađeni pre svakog podizanja vetroparkova i kolektorskih polja, jer će se snabdevanje i potrošnja energije u Evropi morati značajnije i u većoj meri fokusirati na korišćenje obnovljivih izvora energije i na energetske efikasnije metode.

Na ovaj način bi se zaustavilo iscrpljivanje prirodnih resursa, sprečile klimatske promene i obezbedio se privredni i društveni rast.

5. ZAKLJUČAK

Testiranjem realizovanog ekspertskog sistema i uzevši u obzir neophodne podatke za lokalitete Vršac, Oslo i Madrid, moguće je doneti sledeće zaključke:

Dobijeni rezultati za lokalitet Vršac prikazuju potrebu od 19,1675 vetrogeneratora tipa EWT DW-61 i optimalnu cenu za ulaganje, u vetar kao obnovljivi izvor energije, koja iznosi 20.882.432 evra, a sve to u odnosu na potrebnu količinu energije. Zaokruživanjem broja vetrogeneratora na ceo broj, dobili bismo odstupanje od optimalnosti, a samim tim nivo preciznosti bi bio smanjen. Bez obzira na veliki broj sunčanih sati na godišnjem nivou, isplativost bi bila veća ukoliko se izgradi samo vetropark na ovoj lokaciji uzevši u obzir ispitivane vetrogeneratore I fotonaponske ćelije.

Lokalitet Oslo, kao izuzetno vetrovito područje, pogodno je za podizanje vetroparkovo, odnosno izgradnju 4,32 vetrogeneratora tipa EWT DW61, u odnosu na karakteristike preostala dva ispitivana tipa, a s obzirom na brzinu vetra i njihovu maksimalnu iskorišćenost tokom cele godine.

Izgradnja vetroparka na ovoj lokaciji koštala bi 6.536.550 evra a samim tim taj iznos predstavlja optimalno ulaganje u odnosu na ostale tipove vetrogeneratora. S obzirom na mali broj sunčanih dana na godišnjem nivou, fotonaponske ćelije nisu neophodne.

Podatak o brzini vetra koji u proseku duva 2,08 m/s na lokalitetu Madrid isključuje mogućnost kombinovanja fotonaponskih ćelija sa vetrogeneratorima, te samim ti dobijamo za optimalnu vrednost 733.962 fotonaponske ćelije tipa TSM-PC14A, kao najisplativije rešenje za dobijanje potrebne količine energije. Cena ulaganja na ovoj lokaciji iznosi 385.330.050 evra, uzimajući u obzir sva tri tipa ispitivanih fotonaponskih ćelija.

Na osnovu svega iznetog neohodno je dalje nastaviti sa ispitivanjima kroz ekspertski sistem analiziranjem većeg broja vetrogeneratora i fotonaponskih ćelija, različitih specifikacija, a samim tim i različitih cena koštanja, da bi finansijski pokazatelji bili testirani sa aspekta kako dodatnih tako i sniženih troškova u odnosu na cilj ove teze master rada.

6. LITERATURA

- [1] European Wind Energy Association — EWEA, “*European statistic*”, 2013.
- [2] D. Gvozdenac, B. Nakomčić-Smaragdakis, B. Gvozdenac-Urošević, “*Obnovljivi izvori energije*”, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2010.
- [3] I. Babić, M. Petrović, “*Razvoj pravnog okvira za veće korišćenje onovljivih izvora energije u Srbiji od 2013. do 2020. godine*”, KGH, broj 2, Srbija, 2013.
- [4] M. Radaković, “*Obnovljivi izvori energije i njihova ekonomska ocena*” AGM knjiga, Beograd, 2010.
- [5] M. Radaković, “*Vetroenergetika*”, AGM knjiga, Beograd, 2007.
- [6] Z. Stipić, S. Vidović, M. Spasojević, “*Potencijali obnovljivih izvora energije u Republici Srbiji sa detaljnim prikazom eksploatacije geotermalnih izvora u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini*”, Novi Sad, 2012.
- [7] D. Gajić, “*Fizika Sunca*”, Prosveta, Niš, 2005.
- [8] M. Lambić, “*Energetika*”, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin, 2013.
- [9] Ministarstvo nauke zaštite životne sredine (2016): Globalna procena energije potencijala vetra u Srbiji, Srbija.
- [10] www.meteoblue.com
- [11] www.wether-and-climate.com

Kratka biografija:



Maja Spasojević rođena je u Novom Sadu 1992. godine. Nakon završene gimnazije, 2011. godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer Računarstvo i automatika, usmerenje Automatika i upravljanje sistemima. Godine 2015. diplomira na temu Automatizacija procesa za proizvodnju briketa kod prof. Dr Velimira Čongradca.

UPRAVLJANJE PROCESOM ALOKACIJE AWS SPOT SERVERSKIH INSTANCI ZA APLIKACIJE KOJE ČUVAJU STANJA**MANAGING ALOCATION PROCESS OF AWS SPOT SERVER INSTANCES FOR STATEFUL WEB APPLICATIONS**

Ljiljana Milješić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su analizirani modeli iznajmljivanja infrastrukture kao servisa. Dizajnirana je arhitektura sistema koji optimizuje upravljanje serverskim resursima za aplikacije za čiji rad je neophodno čuvanje stanja aplikacije. Testiranjem su pokazani rezultati smanjenja troškova pri korišćenju ovakvog sistema.

Abstract - Different models of renting Infrastructure as a Service are analyzed in this paper. An architecture of a system that optimizes managing of server resources for stateful web applications is designed. Test results, of created system, showed expenses reduction on server infrastructure.

Ključne reči: Web aplikacije, infrastruktura kao servis, Amazon Web Servisi, Docker kontejneri

1. UVOD

Mnoga preduzeća, posebno mlade IT kompanije oslanjaju se na velike ponuđače usluga „servera u oblaku” kada se radi o održavanju njihove računarske infrastrukture. Ova izuzetno razvijena ponuda nazvana „Infrastruktura kao usluga” (IaaS) sastoji se od unajmljivanja virtuelnih mašina (VM) na udaljenim serverima pri čemu je moguće specifikovati željena procesorsku moć, količinu memorije i operativni sistem.

Najveći IaaS provajder je kompanija Amazon Web Servisi (AWS), ogranak američke kompanije Amazon, sa nekoliko miliona aktivnih klijenata. AWS iznajmljuje ove VM u vidu takozvanih EC2 instanci pri čemu pruža svojim korisnicima različite modele usluga. Najjednostavniji izbor pri iznajmljivanju EC2 instanci je „na zahtev” (on-demand) koje korisnici mogu zatražiti od AWS u svakom trenutku i dobiti ih na neograničeno korišćenje po fiksnoj ceni. EC2 instance koje trenutno nisu iskorišćene Amazon daje na aukciju svojim korisnicima. Ovo su takozvane spot instance čija cena može biti do nekoliko desetina puta manja od cene iste instance na tržištu instanci „na zahtev”. Kada cena instanci pređe limit Amazon ga obaveštava da će njegove instance biti povučene iz upotrebe u roku od 2 minuta. Zbog nepredvidive dostupnosti spot instance nisu pogodno rešenje za aplikacije kritične za poslovnu sposobnost korisnika (mission critical), a relativno su nepoгодne za aplikacije kojima je neophodno čuvanje stanja (eng. *stateful web application*).

NAPOMENA:

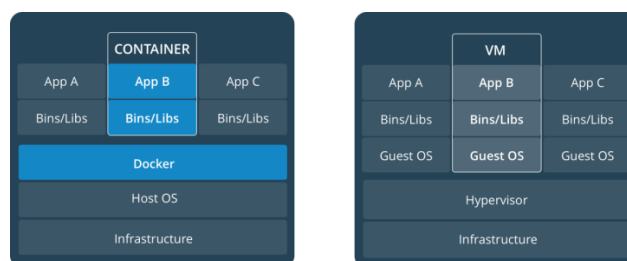
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Zarić.

Ovaj rad ima za cilj predstavljanje jedne moguće implementacije Docker kontejnera na AWS spot instancama u svrhu smanjenja troškova infrastrukture. Glavni izazov je postizanje odgovarajućeg nivoa dostupnosti i robusnosti sistema koji bi se pokretao na spot instancama kako bi mogle da podrže i web aplikacije koje čuvaju stanja poput interaktivnih web aplikacija. Za postizanje ovakve robusnosti potrebno je obezbediti mehanizam pravovremene i relativno brze migracije kontejnera, koji se nalazi na spot instanci, na novu instancu, kada sistem primi signal o povlačenju stare instance iz korisnikove upotrebe.

2. MIGRACIJA DOCKER KONTEJNERA

Kontejneri predstavljaju virtuelizaciju na nivou operativnog sistema pri čemu se na postojećem operativnom sistemu omogućuje postojanje više instanci korisničkog prostora (eng. *user-space*). Jedan kontejner sadrži sav potreban softver za izvršavanje nekog program: kod programa, izvršno okruženje (eng. *runtime*) kao i systemske alatke i biblioteke. Ovaj pristup omogućava jednostavan prenos aplikacije sa jedne mašine na drugu, sa svim pratećim softverom od kojeg zavisi, bez potrebe za ponovnim instaliranjem softvera izvršnog okruženja. Takođe, korišćenjem kontejnera, izbegavaju se problemi koje često donosi nedoslednost u verzijama pratećeg softvera na različitim mašinama.

Za razliku od već dobro poznatog oblika virtuelizacije, virtuelnih mašina, koja se realizuje na nivou hardvera, pa se na operativnom sistemu domaćinu može nalaziti više gostujućih operativnih sistema, više kontejnera u ovom slučaju dele samo jedan operativni sistem. Na slici 1. nalazi se pojednostavljen prikaz razlike između ova dva tipa virtuelizacije.



Slika 1. Razlika između kontejnera i virtuelnih mašina

Za robusno funkcionisanje sistema predstavljenog u ovom radu neophodno je Docker kontejner koji sadrži aktivnu aplikaciju koja čuva stanje, po potrebi bezbedno migrirati sa jedne spot instance i restaurirati je sa svim aktivnim

procesima na novoj spot instanci. Za ovo je korišćena alatka CRIU (eng. Checkpoint and Restore In Userspace).

2.1. CRIU

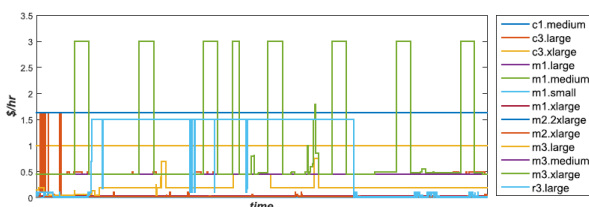
Mogućnost zaustavljanja kontejnera, čuvanja njegovog trenutnog stanja i restauracija tog stanja u vidu pokretanja novog kontejnera postignuta je projektom otvorenog koda, CRIU, pokrenutog od strane kompanije Virtuozzo. Ova funkcionalnost je polako nalazila svoj put do sastavnog dela Docker kontejnera gde se po prvi put našla početkom 2017. godine objavljivanjem Docker 1.13 verzije koja uvodi checkpoint komandu u korisnički interfejs [1].

Suštinska namena CRIU alata je zaustavljanje aplikacije koja je aktivna na Linux-u, stvaranje kontrolne tačke adresnog prostora i stanja celokupnog stabla procesa, restauracija stabla na osnovu kontrolne tačke i restartovanje aplikacije od momenta zaustavljanja.

Adaptiranjem ovog alata za rad sa kontejnerima dobijen je alat koji kreira kontrolnu tačku aktivnog kontejnera, sa slikom svih aktivnih procesa i memorije kojom taj kontejner manipuliše. Restauriranjem kontejnera na osnovu dobijene kontrolne tačke restauriraju se i svi procesi i sadržaj memorije aplikacija koje se nalaze u tom kontejneru. Ova funkcionalnost idealna je za migracije aplikacija koje čuvaju stanje, jer omogućava restauraciju stanja aplikacije nakon zaustavljanja i prenosa sa jedne spot instance na drugu. Prilikom migracije kontejnera u realnom vremenu, aplikacija nije dostupna krajnjem korisniku. Ovaj problem može se ublažiti implementiranjem neke od pametnih strategija migracije poput iterativnog kopiranja, post kopiranja, disk-less kopiranja i drugih. Ove metode mogu se primeniti upotrebom alata P.Haul koji predstavlja na nadogradnju na CRIU.

3. PAMETNA UPOTREBA SPOT INSTANCI

Spot tržište je slično berzi, svaki artikl prati opšte trendova kretanja cena ali ima i svoju specifično ponašanje u zavisnosti od ponude i potražnje. Na ovakvom tržištu često visoke cene uslovljava velika potražnja za određenim proizvodom, dok smanjena potražnja za nekim drugim proizvodom može stvoriti atraktivnu ponudu. Na slici 2 je prikazan jedan primer kretanja spot tržišta gde se jasno vide drastične razlike u ceni različitih instanci.



Slika 2. Primer kretanja cena različitih spot instanci

Prilikom korišćenja spot instanci bitno je primeniti strategiju odabira tipa instanci i cene na koju se licitira, tako da krajnji troškovi na infrastrukturu budu minimalni, a da pri tom kretanje cene odabranog tipa bude što stabilniji, kako bi što ređe došlo do oduzimanja tih instanci. Za ovu svrhu AWS pruža svojim korisnicima API za pristup informacijama o istoriji kretanja cena spot instanci. Mnoga postojeća rešenja bave se analizom ovih podataka u cilju

kreiranja što boljeg algoritma za odabir tipa spot instanci [2][3].

4. IMPLEMENTACIJA

U ovom odeljku biće predstavljena implementacija menadžera Amazonovih EC2 instanci. Ovaj menadžer, implementiran u Python jeziku, ima za cilj održavanje infrastrukture virtuelnih mašina koji podržavaju web aplikaciju koja čuva stanje. Ova aplikacija se, po potrebi, migrira između EC2 instanci, u zavisnosti od njihovih cena, a u cilju minimalizovanja troškova infrastrukture.

Sistem koji se sastoji iz spot i on-demand instanci, manipuliše rezervacijama, pokretanjem i zaustavljanjem ovih instanci kao i migriranjem Docker kontejnera sa web aplikacijom. Ovaj menadžer je samim tim dopuna postojećim AWS servisima, predstavlja platformu koja olakšava njihovu upotrebu i pruža korisniku mogućnost da bolje iskoristi alate koje Amazon Web Servis nudi.

Svi worker i backup serveri, kada su aktivni, povezani su sa aplikacijskim elastičnim balanserom opterećenja (ELB). Svaki od radničkih servera raspoznaje se na osnovu elastične IP adrese, koja mu u tom trenutku pripada, i porta na kojem njegova web aplikacija prima zahteve. Krajnji korisnik šalje REST zahteve ka web aplikaciji na adresu ELB-a a on raspoređuje te zahteve ravnomerno između radničkih servera obraćajući pri tome pažnju na HTTP kolačiće. Praćenjem korisnikove sesije, na osnovu HTTP kolačića, ELB se stara da zahtevi od jednog korisnika budu uvek usmereni ka istom serveru što je neophodno u slučaju web aplikacija koje čuvaju stanje. ELB proverava dostupnost radničkih servera svakih nekoliko sekundi slanjem zahteva ka njihovoj IP adresi i portu aplikacije. Prilikom migracije web aplikacije sa jednog servera na drugi, ELB na ovaj način saznaje da aplikacija više nije dostupna ali, nakon što se elastična IP adresa prenese sa starog servera na novi, ELB ponovo dobija odgovor na toj IP adresi i nastavlja sa prosledjivanjem zahteva ne detektujući da je došlo do promene EC2 instance ka kojoj ti zahtevi idu.

Implementirano rešenje menadžera infrastrukture spot instanci, sa hardverske tačke, obuhvata tri vrste servera: master, worker i backup servere.

4.1 Master server

Master server je jedna EC2 instanca „na zahtev“ koja na sebi ima instaliran softver master daemon. Zadatak ovog čvora sistema je nadgledanje ostalih delova pa je njegova stabilnost od najvišeg značaja, iz tog razloga je za master server, i pored veće cene, bolji izbor instance „na zahtev“ od spot instanci.

Master daemon poseduje informacije o jedinstvenoj identifikaciji svake radničke instance kao i o tome za koju instancu je vezana koja elastična IP adresa. Na ovaj način lako pronalazi i komunicira sa pojedinim instancama. Master daemon takođe ima informacije o tome koji backup serveri su trenutno aktivni, a koji su stopirani odnosno dostupni u slučaju budućeg otkaza spot instanci.

4.2 Worker server

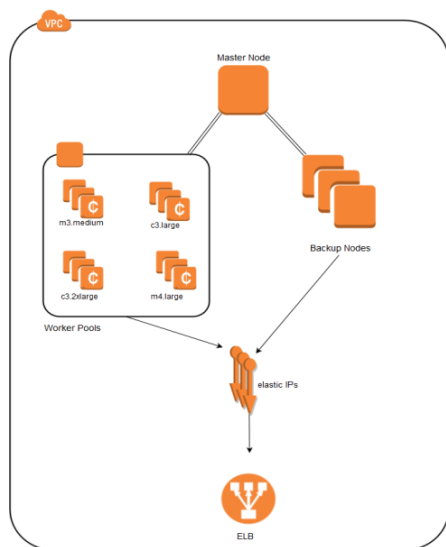
Worker server ili server radnik je EC2 spot instanca sa worker daemon softverom. Njihovim rezervisanjem, pokretanjem i zaustavljanjem upravlja master čvor

sistema. Odabirom tipa spot instance za worker server, takođe se bavi master daemon nakon sprovođenja procesa odlučivanja u cilju pronalaženja najekonomičnijeg tipa. Worker instance logički su podeljene u bazene instanci istog tipa, gde svaki bazen ima istu minimalnu sumu procesorske moći i radne memorije u zavisnosti od konfiguracije sistema. Worker daemon ima informacije o IP adresi i portu master daemona koji kontaktira u slučaju da primi signal o gašenju od AWS.

4.3 Backup server

Backup server je jedna EC2 on-demand instanca sa backup daemon softverom. Broj ovih instanci jednak je broju spot instanci, a njihov tip je najekonomičniji tip on-demand EC2 instance koji odgovara unapred konfigurisanim zahtevima o minimalnoj procesorskoj moći i RAM memoriji radničkih instanci. Kada su aktivne i zamenjuju neki radnički server, na ovim instancama se pokreće i worker daemon koji vodi računa o Docker kontejneru sa web aplikacijom sve dok se ne nađe nova spot instanca koja bi ga odmenila. Ove instance su većinu vremena zaustavljene pa je njihov trošak približan ceni rezervisanih EBS koje služe za skladištenje stanja operativnog sistema kada je EC2 instanca stopirana što je u najjeftinijem slučaju svega 0.36\$ po backup instanci mesečno.

Nakon što master daemon zatraži od AWS da pokrene neku backup instancu, samo podizanje operativnog sistema sa EBS bloka traje približno 30 sekundi. Po podizanju sistema pokreće se i backup daemon server.



Slika 3. Diagram arhitekture sistema

4.4 Migracija pri oduzimanju spot instance

Nakon konstatovanja budućeg oduzimanja spot instanci, sistem ima maksimalno 2 minuta da Docker kontejner sa web aplikacijom premesti i restaurira na drugoj instanci. Za instance na kojima će se izvršiti ova restauracija rezervisane su posebne backup instance, EC2 koje su po tipu instance „na zahtev“.

Sam proces migracije odvija se u nekoliko koraka:

- Worker1 signalizira masteru da će doći do otkaza
- Master prima poruku i pokreće backup servere za sve instance iz tog bazena spot instanci

- Nakon podizanja backup servera master im signalizira od kojih worker instanci treba da preuzmu aplikaciju
- Backup server prima signal i šalje zahtev za kontejner ka svojoj spot instanci
- Worker1 prima zahtev, kreira kontrolnu tačku svog kontejnera i šalje je nazad backup serveru
- Backup prima kontrolnu tačku i restaurira kontejner
- Backup preuzima elastičnu IP adresu koju je do tad imao Worker1

4.5 Rezervisanje novih spot instanci

Nakon što je web aplikacija bezbedno migrirana na backup server, master daemon pokreće proces rezervisanja novog bazena spot instanci koji bi zamenio oduzeti bazen.

Koraci koji čine ovaj proces:

- Master bira novi tip spot instanci i šalje zahtev AWS za rezervisanje novih spot instanci sa skriptom koja se izvrši pri njihovom pokretanju
- Worker2 koji se nalazi na novoj spot instanci šalje zahtev za kontejner ka Backup instanci čiji ID je dobila u pomenutoj skripti
- Backup prima zahtev, kreira kontrolnu tačku svog kontejnera i šalje je nazad ka Worker2
- Backup šalje status masteru
- Worker2 prima kontrolnu tačku i restaurira kontejner
- Worker2 preuzima elastičnu IP adresu od Backup-a
- Master gasi nepotrebne backup instance

4.6 Licitacija za spot instance

Pametan odabir tipova spot instanci, koje će biti korišćene kao radnički serveri, veoma je bitna funkcija menadera ovog sistema, jer direktno utiče na robusnost i ekonomičnost infrastrukture. Prilikom pokretanja master daemona, slanjem zahteva ka AWS, dobija se lista trenutnih cena za sve tipove instanci „na zahtev“. Ova lista se sortira po cenama i filtrira kako se ne bi uzimale u obzir instance kod kojih su broj CPU jezgara i gigabajta RAM-a ispod unapred specificiranog minimuma potrebnog za podržavanje web aplikacije.

Nakon što neki bazen spot instanci bude oduzet od strane AWS i posao tih instanci preseljen na backup instance, potrebno je da menadžer sistema odabere novi tip spot instanci koje bi zamenio ugašeni bazen. Da bi doneo pravu odluku menadžer mora da uzme u obzir istoriju kretanja cena spot instanci koju dobija pozivom komande describe-spot-price-history koju nudi AWS CLI. Rezultat jednog zahteva je lista cena tog tipa instance u svim zonama zadatog regiona, svakog sata u zadatom vremenskom periodu od nedelju dana.

Spot instance čija cena je veća od cene najjeftinije prihvatljive instance „na zahtev“ (maxBid) nisu od koristi za sistem jer se njihovim korišćenjem ne ostvaruje ušteda u odnosu na korišćenje instanci „na zahtev“. Iz tog razloga istoriju cena svih spot instanci poredimo sa maxBid jer će to biti maksimalna cifra za koju sistem licitira za neku instancu na spot tržištu.

Rezultat analize istorije cena je lista svih ispitanih tipova spot instanci sortirana na osnovu dobijenih vrednosti. Za primer na tabeli 1 specificirano je da tražene spot instance treba da imaju minimalno 4 CPU jezgra i 8GB RAM-a. Na on-demand tržištu najjeftinija instanca koja odgovara

ovom zahtevu je t2.xlarge sa cenom od 0.188\$/h. Prva kolona pokazuje koliko je neka instanca prelazila ovu cenu u poslednjih nedelju dana. Nakon obrađene istorije cena izdvojeno je u tabeli 1, prvih 5, sortiranih po dostupnosti i ceni. Tip instance koji se pokazao kao najprijateljičiji je r4.xlarge iz us-east-1e čak 6 puta jeftiniji od maxBid.

Tabela 1 Rezultati analize istorije kretanja cena spot instanci

Dostupnost u procentima	Cena	Tip instance	Zona
100.00	0.0314	r4.xlarge	us-east-1e
100.00	0.0315	r4.xlarge	us-east-1d
100.00	0.0319	r4.xlarge	us-east-1a
98.00	0.0335	r4.xlarge	us-east-1c
100.00	0.0378	i3.xlarge	us-east-1d

5. EVALUACIJA

Da bi testirali algoritam odabira bazena spot instanci simuliramo ponašanje spot tržišta. Proračun će se vršiti na osnovu istorije kretanja cena spot instanci u periodu od 1. aprila do 26. juna 2017. godine u us-east-1 regionu. Sistem je konfigurisan tako da uzima u obzir samo instance sa 4 ili više CPU jezgara i 8 ili više gigabajta RAM-a i posmatra najjeftinijih 10 tipova EC2 instanci na on-demand tržištu, koje ispunjavaju ove uslove.

Simulacija je vršena na sistemu koji se sastoji od jedne master instance, dva bazena sa po dve radničke instance i četiri backup servera. Za vreme izvršenja pokrenute simulacije oba bazena spot instanci dva puta su se našla u kritičnom stanju kada je moralo da dođe do migracije. Tipovi instanci koje je sistem birao po predhodno predstavljenom algoritmu, kao i trenuci migracija, prikazani su na slici 5.



Slika 5. Dinamika bazena spot instanci za vreme testa
Troškovi na spot instance za 86 dana koliko je vreme ovog testa su **358,70\$**.

Oba bazena sadrže po dve spot instance i dva puta su migrirana pa su troškovi na backup instance jednake **1,504\$**, troškovi ESB korišćenog za čuvanje backup instanci su **8,64\$**, a troškovi na master server **24,768\$**.

Konačno troškovi na infrastrukturu za ovaj test su **393,612\$**.

Kada bi se za period od 86 dana koristile 4 najjeftinije on-demand instance sa cenom **0,188\$** troškovi bi bili **1.552,128\$**.

Iz rezultata se može zaključiti da je ostvarena ušteda čak **74.64%** u odnosu na cenu infrastrukture zasnovane na on-demand instancama.

6. ZAKLJUČAK

IaaS tržište je predhodnih deset godina u konstantnoj ekspanziji i postaje sve fleksibilnije pružanjem novih mogućnosti za organizovanje serverske arhitekture. Usluga korišćenja spot instanci posebno je interesantna korisnicima AWS koji na različite načine eksploatišu njihove niske cena. Ovaj rad opisuje jednu mogućnost za ovu eksploataciju otvarajući nove prostore za korišćenje spot instanci, ne samo za međusobno nezavisne poslove (eng. batch jobs) već i za potrebe web aplikacija koje čuvaju stanja.

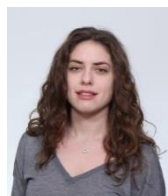
Iako ne postoji idealno rešenje za upravljanje infrastrukturom spot instanci, koje bi garantovalo robusnost svih tipova web aplikacija, uzimajući u obzir osobine same aplikacije moguće je na predstavljen način stvoriti sistem sa visokim stepenom pouzdanosti.

Ovaj rad zaključen je evaluacijom implementiranog sistema gde je utvrđeno da njegovo korišćenje, umesto standardnog iznajmljivanja instanci „na zahtev“, može korisniku ostvariti uštedu od oko 70%. S obzirom na to da IT kompanije troše sve više novca na serversku infrastrukturu, postignuti rezultati su veoma primamljivi i obećavaju veliki potencijal za dalji razvoj u ukazanom pravcu.

7. LITERATURA

- [1] Docker Core Engineering, “*Introducing Docker 1.13*”, Januar 19, 2017, <https://blog.docker.com>
- [2] Supreeth Subramanya, Tian Guo, Prateek Sharma, David Irwin, Prashant Shenoy, “*SpotOn: A Batch Computing Service for the Spot Market*”, avgust 27 - 29, 2015.
- [3] Prateek Sharma, Stephen Lee, Tian Guo, David Irwin, Prashant Shenoy, “*SpotCheck: Designing a Derivative IaaS Cloud on the Spot Market*”, april 21–24, 2015.

Kratka biografija:



Ljiljana Milješić rođena je u Šapcu 1992. god. Školske 2011/2012. upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer Računarstvo i automatika. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Upravljanje poslovnim procesima odbranila je 2017.god.

KOMPARATIVNA ANALIZA SOLARNE ENERGETIKE U AUSTRIJI I SRBIJI
COMPARATIVE ANALYSIS OF SOLAR ENERGY IN AUSTRIA AND SERBIA.

Filip Petrović, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazani su načini korišćenja i potencijal solarne energije u Austriji i Srbiji. Dati su statistički podaci solarne energetike dveju zemalja. Navedeni su primeri daljeg unapređivanja upotrebe solarnih kolektora i fotonaponskih sistema, kao i zakonske regulative i podsticajnih mera Austrije i Srbije i njihova komparacija. Zaključak je da Srbija treba da unapredi razvoj solarne energetike.

Abstract – The paper presents different modes and prospective of solar energy usage in Austria and Serbia. The statistics of solar energy sector of both states have been provided as well. There are also different examples of further development in usage of solar (thermal) collectors and photovoltaic system, as well as legislation and incentives of Austria and Serbia and their comparison. It can be concluded that Serbia should improve development of solar energy.

Ključne reči – Solarna energetika, Solarni potencijal, Poređenje Austrije i Srbije.

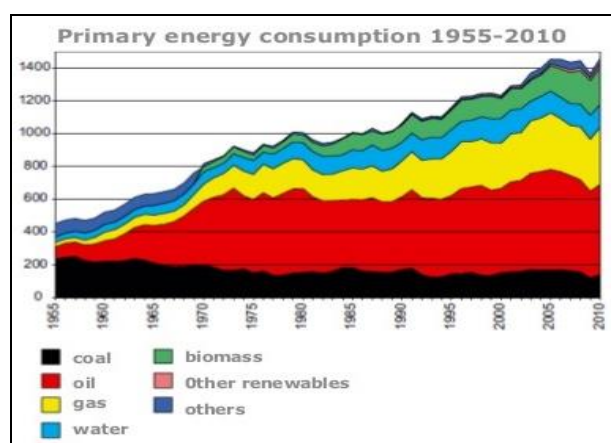
1. UVOD

Danas se u svetu energija troši u iznosu, koji premašuje brzinu kojom se stvara u prirodi. To je izazvalo bojazan da će se uskoro (u narednih 50-100 godina) iscrpiti fosilni izvori, pa se već više od 20 godina intenzivno razvijaju i realizuju elektrane na obnovljive izvore energije (sunce, vetar, biomasa, hidroenergija, energija mora, geotermalna energija i dr.). Austrija ima skromne energetske resurse, ali je poznata po intenzivnom korišćenju obnovljivih izvora. S druge strane, Srbija ima značajnije energetske resurse, ali je ipak energetski zavisna zemlja (45% energije se uvozi). Obe zemlje imaju dobre potencijale u oblasti obnovljivih izvora, posebno solarne energije. Cilj rada jeste da napravi poređenje stanja i mogućnosti korišćenja solarne energije u Austriji i Srbiji.

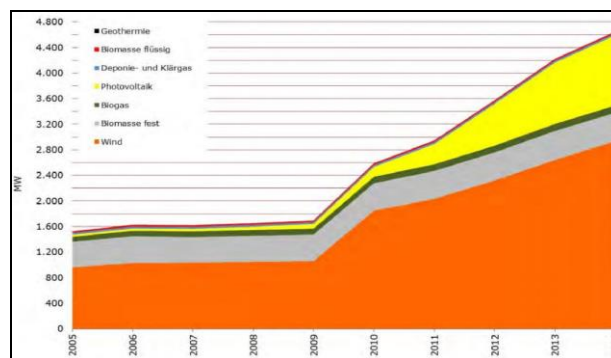
2. ENERGETSKI BILANSI AUSTRIJE I SRBIJE
2.1. Energetski bilans Austrije

Na slici 1. prikazan je energetski bilans Austrije u poslednjih 55 godina (1955.-2010.) [1]. Može se uočiti značajno povećanje potrošnje energije (oko 3,5 puta), ali i postepena promena strukture. U 2010. god. udeo fosilnih goriva je bio oko 70%, a samo uglja i nafte ispod 50%. Najznačajniji je porast obnovljivih izvora, uglavnom za proizvodnju električne energije. Na slici 2 prikazan je rast

instaliranih kapaciteta u periodu 2005. - 2014. god. [2]. Najveći udeo u proizvodnji tzv. *eko-struje* imaju (krajem 2014. god.) postrojenja vetroelektrana (2.936 MW), zatim slede solarna (FN) postrojenja (1.099 MW) i elektrane na biomasu (443 MW). Sa postojećim podsticajnim sistemom za dobijanje *eko-struje* iz obnovljivih izvora energije (OIE), Austrija ima vodeću ulogu. Poređenje sa stanjem u Evropskoj Uniji pokazuje da Austrija ima 68% udela OIE (2013. god.), dok je evropski proseka 25 %.



Slika 1. Potrošnja primarne energije u Austriji (1955-2010) [1].



Slika 2. Električna energija iz OIE u Austriji [2].

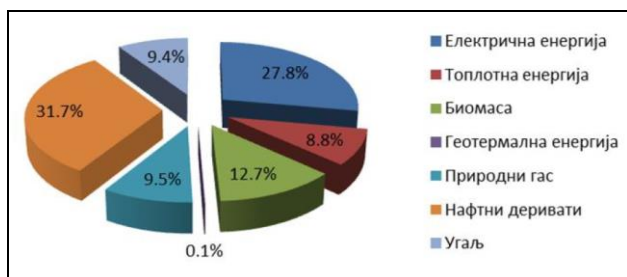
Legenda: Biomasa u tečnom stanju (crvena boja), Deponijski i kanalizacioni gas (svetlo plava), Solarna (žuta), Biogas (zeleni), Biomasa čvrsto stanje (siva) Vetar (narandžasta)

2.2 Energetski bilans Srbije

U strukturi planirane ukupne domaće proizvodnje primarne energije za 2016. godinu, OIE učestvuju sa 17% [3]. U ovoj strukturi najveće je učešće čvrste biomase 59%, zatim hidropotencijala 40%, dok biogas, energija vetra, sunca i geotermalna energija učestvuju sa manje od 1%. Međutim, u strukturi potrošnje (slika 3) vidi se da se iz OIE direktno koristi 12,7% biomase i zanemarljivih 0,1% geotermalne energije, dok se ostalo koristi indirektno za proizvodnju električne i toplotne energije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Katić, red.prof.

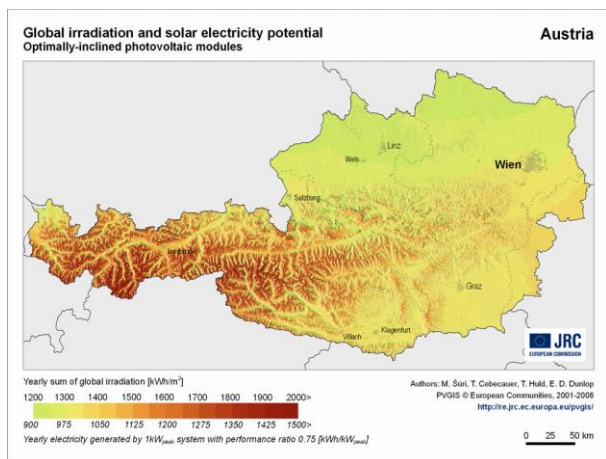


Slika 3. Struktura potrošnje energije u Srbiji [3].

3. SOLARNI ENERGETSKI POTENCIJAL

3.1. Solarni energetski potencijal Austrije

Austrija je srednjoevropska zemlja, a solarni energetski potencijal se kreće od oko 1.200 do 1.700 kWh/m². Na slici 4, prikazan je ovaj potencijal na bazi izveštaja PVGIS softvera JRC-a [4]. Visoko zračenje je u planinskom (Alpskom) delu države, ali je tamo i veća verovatnoća od oblačnog vremena, tako da je produkcija električne energije manja od očekivane. Ipak, u Austriji je do kraja 2015. god. instalirano 937,1 MWp solarnih fotonaponskih (FN) elektrana. Ovaj broj se daje uvećava obezbeđujući godišnju proizvodnju od 937,1 GWh (2015), odnosno redukciju emisije CO₂ od 787.126 tona [5].



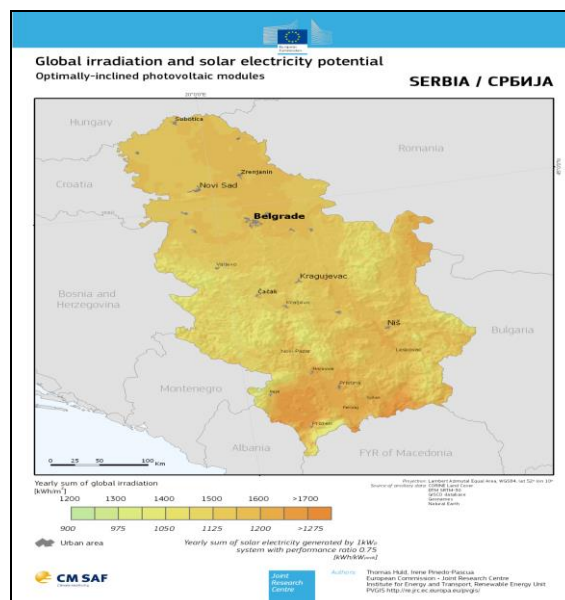
Slika 4. Solarni energetski potencijal Austrije [4].

3.2. Solarni energetski potencijal Srbije

Solarni potencijal Srbije nešto je bolji u odnosu na mogućnosti u Austriji i kreće se od 1.400 do 1650 kWh/m². Na slici 5, dat je PVGIS prikaz ovog potencijala [4]. Vidi se da je najpovoljnija situacija na jugu.

Na većem delu teritorije Srbije broj časova sunčevog zračenja znatno je veći nego u mnogim evropskim zemljama (između 1.500 i 2.200 časova godišnje). Prosečan intenzitet sunčevog zračenja na teritoriji Srbije se kreće od 1,1 kWh/m²/dan na severu do 1,7 kWh/m²/dan na jugu tokom januara, a od 5,9 do 6,6 kWh/m²/dan tokom jula. Na godišnjem nivou, prosečna vrednost energije zračenja iznosi od 1.200 do 1.550 kWh/m²/godišnje, dok u centralnom delu iznosi oko 1.400 kWh/m²/godišnje.

Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije u Srbiji za 2016. god. iz solarnih elektrana iznosi svega 9,55 MW. Planirano korišćenje energije sunca u 2016. godini je 10,224 GWh, što je za 15% više u odnosu na 2015. godinu kada je iznosilo 8,869 GWh.



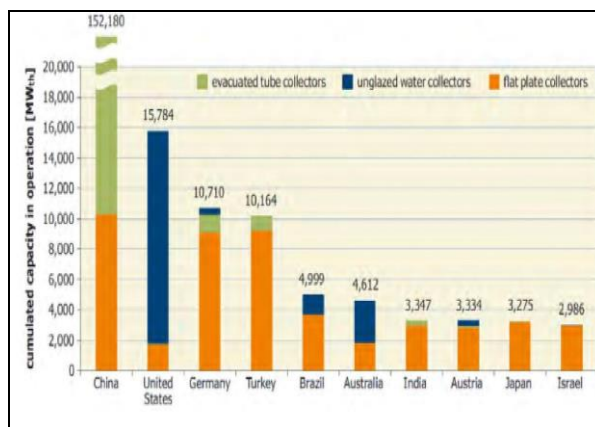
Slika 5. Solarni energetski potencijal Srbije [4].

4. PRIMENA SOLARNE ENERGIJE

Energija Sunca može se aktivno iskoristiti direktnim pretvaranjem u toplotnu pomoću solarnih kolektora (primenjuje se u domaćinstvima, ustanovama i sl. za zagrevanje vode), direktnim pretvaranjem u električnu energiju pomoću fotonaponskih (FN) ćelija (primenjuje se u obliku FN elektrana instaliranih na krovovima zgrada, kuća, sportskih hala, na tlu i sl.) i pretvaranjem u toplotnu, pa električnu energiju u solarnim termoelektroinama. U Austriji i Srbiji koriste se prva dva vida pretvaranja, dok za treći još uvek nema interesovanja.

4.1. Solarno grejnih sistemi u Austriji

U Austriji se široko koriste solarni kolektori za kućne ili javne instalacije tople vode. Ukupno je instalirano čak 3,3 GW_{th} (2011), što Austriju stavlja na visoku osmu poziciju u svetu [6]. Na slici 6 prikazana je lista zemalja sa najvećim instaliranim snagama solarnih grejnih sistema. Prikazana su tri tipa solarnih kolektora: vakumski (*Evacuated tube*), vodeni-nepolirani (*Unglazed water*) i pločasti (*Flat plate*), a u Austriji je najzastupljeniji ovaj poslednji.



Slika 6. Instalirana snaga solarnih grejnih sistema u svetu [6].

4.2. FN sistemi u Austriji

Austrija široko koristi mogućnosti pretvaranja solarne energije u električnu. Osnovne karakteristike ovih (FN) sistema su (2016. god.):

1. Ukupno je instalirano oko 1 GWp FN postrojenja, čime se pokriva oko 2% austrijskih potreba za električnom energijom;
2. Prosečna cena FN sistema je u proteklih 7 godina opala je za otprilike jednu trećinu. (-68%);
3. Oko 3.500 radnih mesta postoje u FN području;
4. 85% instaliranih FN postrojenja u Austriji 2014. godine su napravljeni kao postrojenja na krovovima, 2,4% su integrisani u krovove ili fasade, a 11,7% su objekti na zemlji;
5. Oko 115 MW FN modula su 2015. godine proizvedeni u Austriji. To je do sada najviša postignuta vrednost.

4.3. Solarni grejni sistemi u Srbiji

U Srbiji solarno grejni sistemi se uglavnom uz pomoć državnih investicija instaliraju na objektima koji su u državnom vlasništvu. Objekti na kojima se izgrađuju su bolnice, studentski i srednjoškolski domovi, bazeni i fiskalne sale i ovi sistemi služe za zagrevanje sanitarne potrošne vode kao i za dogrevanje prostorija. Pored toga, poslednjih godina sve više individualnih domaćinstava postavlja ove instalacije na svoje krovove.

Do 2011. god. procenjuje se da je u Vojvodini instalirano oko 3.000 solarnih kolektora (u domaćinstvima, turizmu, ustanovama i dr.), što čini kapacitet od oko 3.500 kW_{th}.

Tehnički iskoristiv energetski potencijal za konverziju energije Sunca u toplotnu energiju (za pripremu tople vode i druge namene) je procenjen na 0,194 miliona ten godišnje uz pretpostavku primene solarnih termalnih kolektora na 50% raspoloživih objekata u zemlji.

4.4 FN sistemi u Srbiji

Razvoj primene FN sistema u Srbiji teče relativno sporo. Godine 2009. u sklopu državnih podsticaja (*feed-in* tarifa) raspisana je kvota dostupne snage od svega 5 MW, koja je 2013. godine povećana na 10 MW (4 MW za krovne FN sisteme, a 6 MW za sisteme na tlu) [3]. Iz „Strategije razvoja energetike Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine“ može se videti da je planirani instalirani kapacitet FN sistema za dobijanje električne energije u iznosu od 100 MW (2025. god.), odnosno do 200 MW (2030. god.) [3]. Na osnovu trenutno raspoloživih kapaciteta elektroenergetskog sistema Republike Srbije za obezbeđenje tercijalne rezerve usvojeno je da je maksimalni tehnički iskoristiv kapacitet solarnih elektrana 450 MW, odnosno, a njihov tehnički iskoristiv potencijal iznosi 540 GWh/godišnje (0,046 Mtoe/godišnje).

Stanje instaliranih kapaciteta u Srbiji upravo prati propisane kvote, tako da ih trenutno ima blizu 10 MW solarnih elektrana u upotrebi [3].

4.5. Ostale mogućnosti primene

Solarna energija se uspešno može primenjivati i u građevinarstvu. U Austriji su preporučene mere za razvoj proizvodnje u području arhitekture i građevinski integrisanih FN sistema:

1. Smanjenje troškova i pojednostavljenje planiranja.
2. Jedinstvene norme.

3. Povećanje efikasnosti i povećanje iskorišćavanja energije.
4. Razvoj praktičnih sistema energetskog menadžmenta.
5. Pouzdanost i dugovečnost.

Za razliku od Austrije, u Srbiji su reakcije na ekološku i energetsku (ekonomsku) krizu u domenu arhitekture bile vrlo usporene. Ipak, u obrazovanju arhitekata uvode se (ili su već uvedena) znanja, koja im omogućuju projektovanje energetski efikasnih i pasivnih solarnih zgrada, a prve realizacije su već aktuelne u Novom Sadu, Beogradu i dr.

5. PODRŠKA PRIMENI SOLARNE ENERGIJE

Razvoj solarne energetike Austrije i Srbije u velikoj meri zavisi od državnih zakona, regulativa i podsticajnih mera (*feed in* tarifa). Kako je tehnologija solarnih kolektora i FN panela napredovala tako su se i podsticajne otkupne cene električne energije smanjivale.

5.1. Podsticajne mere u Austriji

Podsticajne mere za dobijanje električne energije iz FN sistema, koje važe za 2016. godinu su [7]:

- 1) Na objektima
 - do 5 kW_p u vidu investicionog dodatka za izgradnju ne većeg od 40% troškova izgradnje sistema i maksimalno u iznosu od 375 Eur/kW_p
 - od 5 kW_p do 200 kW_p iznosila je 8,24 €Eur/kW_h
- 2) za sisteme koji nisu izgrađeni na objektima i snage veće od 20 kW_p podsticajne mere su ukinute

5.2. Podsticajne mere u Srbiji

U Srbiji su merama podsticaja podržane samo solarne FN elektrane i to u sve tri dosadašnje uredbe (2009, 2013, 2016.) [3]. Međutim, mere podrške su drastično smanjivane – od 23 €Eur/kW_h u 2009. god. do 9 €Eur/kW_h u 2016. god. (za FN elektrane na tlu), što ukazuje na manjak interesovanja za ovaj sektor OIE. U tabeli 1 prikazane su vrednosti podsticaja date u poslednje dve uredbe.

Tabela 1 – *Feed-in* tarife za solarne FN elektrane [3]

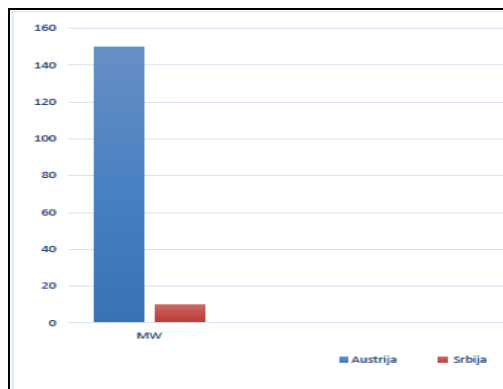
	Snaga elektrane	2013 €Eur/kW _h	2016 €Eur/kW _h
Solarne elektrane na objektu	Do 0,03 MW	20,66	od 12,2 do 14,52
Solarne elektrane na objektu	Od 0,03 do 0,5 MW	20,941	od 12,199 do 9
Solarne elektrane na tlu		16,25	9

6. POREĐENJE PRIMENE SOLARNE ENERGIJE

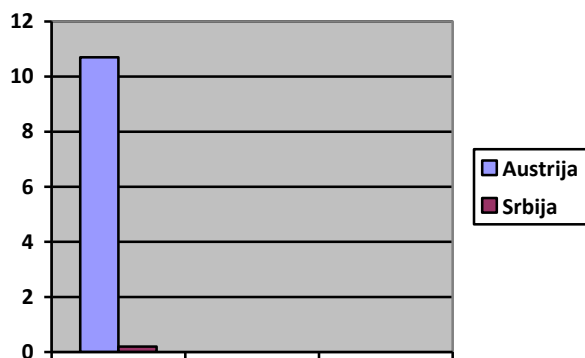
Kada se uporede razvijeni kapaciteti za korišćenje solarne energije u Srbiji i Austriji, može se zaključiti da je Srbija tek na samom početku i da se stvari odvijaju sporo. Na slici 7 vidi se poređenje po instaliranim kapacitetima do 2016. god., a na slici 8 poređenje po planovima do 2030. god. Vidi se ogromna razlika, koja se ni u narednoj deceniji neće smanjiti. To ukazuje da u ovom domenu Srbija ima velikog prostora za unapređenje, s obzirom na svoj znatno bolji solarni potencijal od Austrije. Značajno pojeftinjenje tehnologije, koje se desilo u prethodnih par godina, daje dodatne šanse za razvoj u ovom području.

7. ZAKLJUČAK

U ovom trenutku je za Srbiju opravdano podsticati korišćenje energije sunčevog zračenja za proizvodnju toplotne i električne energije u domenu domaćinstava, industrije i nekih grana poljoprivrede zbog manjih investicionih ulaganja. Takva politika bi, između ostalog, bila korisna i zbog razvoja domaće ekonomije, kao i upošljavanja stanovništva u oblasti čistih energija. Dugoročno gledano, budućnost je u FN tehnologiji i njenoj integraciji sa ostalim granama energetike.



Slika 7. Planirani instalirani FN kapaciteti za 2016.



Slika 8. Projekcija izgradnje FN sistema do 2030 u Austriji i Srbiji u GW.

Primena obnovljivih izvora energije u Srbiji može se dalje poboljšati ako se:

- bolje medijski promovise,
- nastavi sa detaljnijim istraživanjima potencijala obnovljivih izvora energije,
- umanje različite barijere za ozbiljnije investicije u energetske sisteme na bazi obnovljivih izvora energije,
- pojača dostupnost informacija o fondovima, uslovima i načinima korišćenja sredstava,
- unaprede finansijski uslovi podrške investitorima,
- podstaknu banke da ponude kvalitetnije bankarske uslove za OIE.

Obnovljivi izvori energije u Srbiji, ne uključujući hidroenergiju, daju manje od 1% ukupne potrebne energije. U budućnosti taj udeo treba znatno povećati, jer neobnovljivih izvora ima sve manje.

Planovi i strategija za razvoj austrijske solarne energetike mogla bi da posluži kao putokaz Srbiji u cilju što bržeg i efikasnijeg integrisanja u evropske programe.

Trebalo bi posebno favorizovati projekte tehnološkog razvoja koji se odnose na povezivanje FN sistema sa distributivnom mrežom u svetlu velike ekspanzije ovog već razvijenog načina proizvodnje električne energije u Evropi, i to u zemljama sa manje povoljnim klimatskim uslovima od Srbije.

Srbija spada u grupu zemalja čija potrošnja energije, naročito električne, nije previše racionalna, pa je potrebno dalje povećati interesovanje za obnovljive izvore energije (OIE) i omogućiti edukovanje stanovništva o značaju i prednostima energetske efikasnosti i korišćenju solarne energije. Posebno treba naglasiti ekonomski aspekt, ali i uticaj na očuvanje prirodne sredine.

U narednih nekoliko godina arhitektonski planovi i građevinska rešenja za nove zgrade u urbanim sredinama trebalo bi da koriste fasadne FN uređaje, a slična praksa bi se primenjivala i pri renoviranju starih. Fasadni FN sistemi bi trebalo da postanu obavezni deo građevinskog materijala.

Na osnovu dosadašnjeg izlaganja može se zaključiti da je energetska budućnost Srbije u obnovljivim izvorima energije.

8. LITERATURA

- [1] Gerhard Lang, "Austrian Energy Story", 13th October 2014, <https://www.slideshare.net/drsea/10-lang-gerhardaustrianenergystory141013>
- [2] Austria Solar, 2014 Quartalsweise Verkaufszahlenerhebung der Interessensvertretung Austria Solar, Wien, Österreich, Jänner 2014
- [3] Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Sektor za energetske efikasnost i obnovljive izvore, <http://www.mre.gov.rs/energetska-efikasnost-obnovljivi-izvori.php>
- [4] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- [5] P.Biermayr et al., „Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2015“, Wien, 2016.
- [6] F.Mauthner, W.Wiess, „Solar Heat Worldwide – Markets and contribution to energy supply 2011“, Edition 2013, International Energy Agency, 2013.
- [7] Energiestatus 2016 Bundesministerium fuer Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft

Kratka biografija:



Filip Petrović rođen je u Ljuboviji 1989. god. Master rad odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi.



Vladimir Katić rođen je u Novom Sadu 1954. god. Doktorirao je na Univerzitetu Beogradu 1991. god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, obnovljivi izvore električne energije, električna vozila i kvalitet električne energije.

DIGITALNA TELEVIZIJA**DIGITAL TELEVISION**

Lazar Broćilo, Željens Trpovski, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena strategija prelaska sa analognog na digitalno zemaljsko emitovanje TV signala u Evropi. Opisane su prednosti koje pruža digitalna televizija, kao i raspodela frekvencijskih opsega namenjenih za digitalnu radiodifuziju.

Abstract – The paper presents the strategy of transition from analogue to digital terrestrial broadcasting TV signals in Europe. The benefits offered by digital television are described as well as distribution of frequency bands allocated for digital broadcasting.

Ključne reči: digitalna tranzicija, DVB, DVB-T, DVB-T2, SFN, MPEG, frekvencijski opsezi.

1. UVOD

Televizija je sistem za trenutno prenošenje slike i zvuka na daljinu. U tehničkom smislu, televizija vrši konverziju pokretne scene, sa odgovarajućim zvukom, u električni signal, prenosi taj signal na daljinu i vrši njegovu rekonverziju u TV prijemniku u sliku i zvuk. Temeljni princip televizije jeste pretvaranje pokretne slike u električni signal pogodan za prenos, te obrnuti proces kod prikaza slike [1,2]. Analogna televizija je do sredine 2015. godine bila prevladajuća tehnika emitovanja u mnogim državama.

Tehnologijom koja dolazi, digitalnom televizijom, emitovanom bilo putem satelita, zemaljskih odašiljača, ili kablom, postiže se veća rezolucija slike od analogne TV (HDTV). Osim toga, ovo omogućuje i mnoge napredne usluge.

Kvalitet slike i zvuka je bolji kod digitalne televizije. Sve ove činjenice uslovile su razvoj novog digitalnog sistema za terestričku radiodifuziju. Evropa je preko DVB projekta, saveza preko 270 preduzeća i ustanova vezanih za tržište televizije, stvorila otvoreni standard za digitalnu televiziju [3,4].

Pored usvajanja digitalnih standarda za prenos televizijskog signala putem satelita (DVB-S) i kablovskih sistema (DVB-C), DVB projekat je razmatrao i emitovanje signala zemaljskim vezama u slobodnom prostoru, osvrćući se naročito na problem višestruke propagacije [3,5].

Kao rezultat toga razvijen je složen način emitovanja digitalne zemaljske televizije putem DVB-T standard (EN 300.744) usvojenog 1996.godine.

2. PRELAZAK SA ANALOGNE NA DIGITALNU TERESTRIČKU RADIODIFUZIJU**2.1. Zašto prelaziti na digitalnu TV**

Najveća zamerka analognoj televiziji odnosi se na rezoluciju. Rezolucija određuje oštrinu slike i količinu detalja koju možemo vidjeti. Rezoluciju određuje broj tačkica (piksela) koji se reproduciraju na ekranu.

Po američkom NTSC standardu, analogni televizor može prikazati 525 horizontalnih linija svaku tridesetinku sekunde (od tih 525 linija, neke se koriste za sinhronizacijske signale, tako da se za prikaz slike efektivno koristi 480 linija). Digitalna televizija nastala je iz želje za većom rezolucijom, te oštrijom i detaljnijom slikom. Osim toga, ukoliko analogni televizor prima slab signal, bilo zbog udaljenosti odašiljača ili fizičkih prepreka, na slici će se vidjeti "snijeg" ili drugi oblici deformacije [6,7].

Budući da se digitalni signal sastoji samo od "nula" i "jedinica", dok god je signal dovoljno jak da se 0 i 1 mogu razlikovati, slika će biti savršeno oštra, a kad postane preslab, slika će u potpunosti nestati.

2.2. Prelazak na digitalno emitovanje u Evropi

Ulaz DVB-T/DVB-T2 sistema radiodifuznog prenosa i emitovanja čini digitalizovani multipleksni sadržaj MPEG formata kompresije. MPEG-2 format kompresije bitski protok TV signala svodi na protok reda veličine 3-5 Mb/s. Time je omogućen prenos i distribucija 4-7 TV programa SDTV kvaliteta za bitski protok DVB-T standarda od 20 Mb/s.

Analogni prenos signala često je izložen pojavi tzv. „senki“ u slici koje nastaju zbog mnogo različitih uzroka. Jedan od njih je svakako pojava refleksija signala od zgrade i prepreke, koje se dodaju glavnom signalu na prijemu ali imaju različita vremena kašnjenja u zavisnosti od pređenih putanja.

Pored refleksije javlja se i efekat tzv. Međukanalne interferencije, koji je naročito izražen tokom povećanog atmosferskog pritiska. Analogni TV sistemi (PAL, SECAM) su veoma osetljivi na inter-ferenciju od drugih analognih TV signala i zahtevaju visoke međukanalne zaštitne odnose.

Prelaskom na digitalno emitovanje, pruža se mogućnost rada sistema na niskom ERP nivou i na taj način se redukuje interferencija u odnosu na postojeće analogne servise.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željens Trpovski, vanr. prof.

Proces prelaska sa analognog na digitalno emitovanje je vrlo složen i zahtevan korak, koji u mnogome zavisi od konkretnih faktora i preduslova svake zemlje.

Kako bi se omogućio nesmetan proces tranzicije i maksimalno iskoristile sve prednosti digitalne televizije, zemlje u regionu moraju usaglasiti svoje akcione planove i preći na digitalno emitovanje na koordinisan način. Stoga je na regionalnoj konferenciji o radio komunikacijama, Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU), održanoj u maju i junu 2006. godine u Ženevi (RRC06), predviđeno da uvođenje digitalne i potpuno gašenje analogne televizije u Evropi bude završeno najkasnije do 17. juna 2015. godine.

U tabeli 1. dat je uporedni pregled važnijih osobina analogne (levo) i digitalne TV (desno).

Tabela 1. Uporedni pregled osobina analogne i digitalne TV

• Fiksna mapa programa • Linearni raspored programa • Usluga limitirana na audio-video sadržaj i jednosmjerne usluge (npr. teletekst) • Ograničene sposobnosti za multimedijske sadržaje • Interakcija ograničena na mali broj interakcijskih usluga (npr. teletekst) • Lokalna interaktivnost bez mrežnog pristupa • Nema razmjene informacija između korisnika i/ili ostalih entiteta • Nizak nivo slobode za korisnike • Vrlo ograničene usluge i sadržaj • Jednostavna upotreba i dostupnost korisnicima	• Promenljiva mapa programa • Usluge neovisne o rasporedu TV programa • Struktura fleksibilnih usluga • Različiti tipovi multimedijskog sadržaja • Podesive dodatne usluge • Različite mogućnosti interakcije • Interakcija putem mreže koja nije samo lokalnog karaktera • Razmjena informacija između korisnika i/ili ostalih entiteta • Omogućena interakcija između korisnika bez uvođenja novog medija • Visok stepen slobode korisnika • Raznolikost tipova i količine multimedijskog sadržaja • Problem prevelikog broja informacija i kompleksnosti • Veliko povećanje sadržaja i usluge
---	--

2.3. Frekvencijski opsezi namenjeni za digitalnu radiodifuziju

Planiranje frekvencija koje će se koristiti za digitalnu radiodifuziju izvršeno je prema sporazumu usvojenom na Regionalnoj konferenciji o radio komunikacijama Međunarodne unije za telekomunikacije (RRC06) održanoj u Ženevi 2006. godine. Tada je usvojen GE06 međunarodni plan raspodele radiofrekvencija za potrebe prenosa digitalnog zemaljskog radio i televizijskog programa. Prema ovom planu predviđen je prelazak na digitalnu zemaljsku radiodifuziju u VHF opsegu III i UHF opsezima IV i V.

Dogovorom je utvrđeno da 17. jun 2015. godine bude datum nakon koga će GE06 biti potpuno raspoloživ, odnosno datum kada se završava period tranzicije. Posle ovog datuma prestaje obaveza usaglašavanja planova analognog emitovanja programa sa zemljama koje vrše analogno emitovanje u regionu. Ovo praktično znači da zemlje koje nisu u mogućnosti da pređu na digitalno

emitovanje programa mogu nastaviti rad u analognom sistemu, ali TV kanali na kojima će se emitovati analogna televizija neće biti međunarodno šticeći odgovarajućim planovima.

U toku perioda tranzicije neophodno je da zemlje planiranje frekvencijskih područja usklađuju sa susednim državama, što dodatno može otežati simulcast, pa je poželjno što pre završiti proces prelaska. Takođe, u periodu u kom postoji simulcast nije moguće raditi punim snagama predajnika kako bi se sprečilo ometanje pojedinih kanala.

Za emitovanje analogne zemaljske televizije širom sveta korišćeni su opsezi I, III, IV i V, odn. grupe frekvencija koje pripadaju tzv. VHF i UHF opsezima. Iako je korišćen za potrebe analogne televizije opseg I se napušta kada je u pitanju digitalno emitovanje. Naime, ovaj opseg ima odlične karakteristike propagacije, ali je sklon problemima kokanalne interferencije i budući da je isuviše uzak za emitovanje mnogo kanala, neće biti iskorišćen za digitalnu televiziju, već će biti upotrebljen u druge svrhe [7,8].

Postoje potpuno operativni scenariji za pružanje digitalne televizije putem satelita i kablovskih distributera i oba načina su dostupna mnogim domaćinstvima širom sveta, međutim neophodno je bilo ostvariti i dodatno pokrivanje sa zemaljskom digitalnom televizijom iz nekoliko razloga. Naime, neke zemlje u svetu nemaju satelitsku pokrivenost TV signalom ili je ona neadekvatna iz razloga koji su političke, geografske ili neke druge prirode.

U mnogim slučajevima alternativno pokrivanje kablovskim sistemima nije moguće zbog npr. permafrosta (sloj neprekidno smrznutog tla), ali često i neisplativosti finansiranja u retko naseljenim oblastima. Ovo dovodi do zemaljskog pokrivanja tv signalom, kao jedinog preostalog načina. Zemlje koje su daleko od ekvatora, kao što su npr. Skandinavske zemlje, prirodno imaju više problema sa satelitskim prijemom, jer su satelitske antene skoro usmerene ka tlu. Pored toga, u nekim zemljama nije dozvoljeno gledanje raznih satelitskih programa iz političkih razloga.

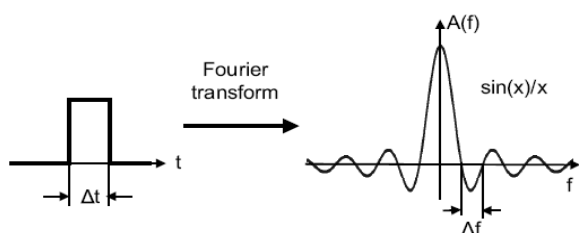
Čak i regioni u Centralnoj Evropi sa dobrim satelitskim i kablovskim pokrivanjem zahtevaju dodatno pokrivanje zemaljskim TV signalom, budući da mnoge lokalne TV stanice ne emituju svoj program putem satelita.

Takođe, prijem pomoću prenosivih uređaja, kao i mobilni prijem praktično je moguć samo terestrijalnim putem.

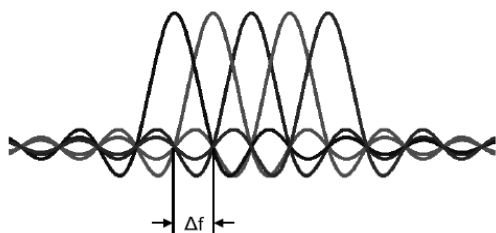
Karakteristike prenosa TV signala zemaljskim radio kanalom uglavnom su određene postojanjem višestrukih putanja prenosa (tzv. multipath) odn. Višestrukim prijemom koji dovodi do pojave frekvencijski selektivnog fedinga. Prema DVB standardu najpogodnije rešenje za ovaj problem bila bi upotreba OFDM modulacione metode (Slika 1., Slika 2). Upravo u skladu sa evropskim preporukama opredeljenje mnogih zemalja je da za digitalnu TV u inicijalnoj fazi koriste sistem modulacije sa više nosilaca (2K ili 8K mod), OFDM modulacioni postupak, QPSK, 16-QAM ili 64-QAM modulaciona šemu, SFN, MFN ili kombinovani tip mreže, nehijerarhijski tip modulacije, kao i MPEG-2, odn. MPEG-4 standard kompresije [8,9].

Nakon 2015. godine, odn. u kasnijoj fazi očekuje se migracija evropskih zemalja ka drugoj generaciji

standarda koja unosi razna poboljšanja i omogućava i do 30 % više programa.



Slika 1. Spektar pravougaonog impulse



Slika 2. Ortogonalnost

3. ZAKLJUČAK

Novo poglavlje u svetskoj tehnološkoj istoriji otvara se danas sa sistemom digitalne televizije i HDTV slikom visoke rezolucije koja će u budućnosti verovatno dostići takve nivoe da će gledaoci imati poteškoća da se podsete da ono što se upravo odigrava ispred njih jeste samo iluzija dobro upakovanih bita i algoritama koji savršeno simuliraju stvarnost.

Trenutno smo svedoci svetske tranzicije od analognih ka digitalnim konstrukcijama u svim aspektima života. Tri pomenuta sistema ATSC, MUSE i DVB promenili su značenje pojma kvaliteta televizijskog signala, pomerivši njegove granice mnogo koraka napred.

Življe boje i realno surrounding okruženje magiju bioskopa prenose u domove i integrišu još bolje diferencirane vidove zabave.

Intelligentnije iskorišćenje propusnog opsega koji će sada na samo jednoj frekvenciji moći da prenese više kanala, smiri će vešte probleme oko zakupljivanja frekvencijskih podopsega i pružiti mogućnost podjednagog rivalstva između TV stanica jer će imati priliku da se pojave na tržištu medija.

Jedan od glavnih faktora koji će na području Srbije usporiti čitav proces svakako je nizak ekonomski standard jer najpre sve TV stanice moraju da izmene u potpunosti svoju opremu da bi obezbedili kvalitetan snimak i njegovo slanje. S druge strane obični korisnici će morati da svoje domove opreme novim TV prijemnicima, LCD i plazma uređajima.

Takav poduhvat zahteva određeni vremenski period i dodatne socijalne promene, pored tehničkih koje će nastupiti u TV kućama. Ovo nije poteškoća sa kojom će se suočiti samo srpska populacija već i sve zemlje u regionu koje su sve prisutnoj ekonomskoj tranziciji usled svetske ekonomske krize.

No, kada nastupi potpuni prelaz na digitalni način emisije i prijema uz nov način obrade signala, svi će uživati u deset puta boljem kvalitetu TV programa nego ranije (barem što se tiče tehničke strane) uz prenos koji je neuporedivo otporniji na smetnje uz odsustvo slabog

prijema. Dodatni servisi, izbor slušanja programa na različitim jezicima poprimiće vidok edukativni nivo koji će bitu pristupačan svakom pojedincu samo jednim pritiskom na dugme.

Pogodnosti koje donosi prelazak na digitalnu radiodifuziju su brojne. Građanima, sa jedne strane, digitalizacija će omogućiti bolji kvalitet zvuka i slike, raznovrsniji sadržaj, više radio i televizijskih programa, nove usluge za osobe sa invaliditetom i za starije osobe, unapređene dodatne usluge, portabl i mobilni prijem programa kao i konvergenciju usluga.

Pružaoima usluga, sa druge strane, digitalizacija će dati mogućnost prilagođavanja sadržaja prema potrebama različitih ciljnih grupa, interaktivnost kao i mogućnost pružanja usluga na zahtev, niže troškove emitovanja kao i konvergenciju usluga.

Na kraju, digitalizacija će državi omogućiti efikasnije korišćenje radio-frekvencijskog spektra, upotrebu oslobođenog dela spektra za nove usluge, promociju razvoja tehnologije i nova radna mesta, unapređenu konkurenciju i više mogućnosti za unapređenje stvaralaštva.

Kad je u pitanju proces digitalizacije u Srbiji ostalo je još puno toga da se uradi, budući da trenutna situacija nije povoljna. Potrebna su velika finansijska ulaganja kako u emisionu opremu tako i za subvencionisanje pretlatničke baze, odn. nabavke STB uređaja budući da država ima obavezu da svim građanima obezbedi nesmetano informisanje i prijem televizijskog programa.

Takođe, neophodna je promena strukture TV organizacija i njihova veća koordinisanost.

Od digitalne televizije se očekuje da napravi atraktivnu ponudu kako bi se što veći broj gledalaca vratio ovoj vrsti televizije kao primarnoj, a pri tome je neophodno poboljšati i samu naplatu pretplate.

Potrebno je voditi i računa o nacionalnom i kulturološkom entitetu stanovništva i obezbediti više adekvatnih programa za manjinske zajednice.

Dakle, puno je pitanja na koje treba dati odgovor i obaveza koje treba izvršiti.

4. LITERATURA

- [1] Ulrich Reimers, "Digital Video Broadcasting (DVB)", The International Standard for Digital Television, December 1998.
- [2] S.O'Leary, "Understanding Digital Terrestrial Broadcasting", Artech House, London, 2000.
- [3] W.Fischer, "Digital Video and Audio Broadcasting Technology", Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- [4] H.Benoit, "Digital Television, Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework", Elsevier 2008.
- [5] I.Reljin, "DVB – Druga generacija digitalnih standarda", XXVI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2008., Beograd 2008.
- [6] P.Dekić, D.Marković, I.Lacković, "Eksperimentalno emitovanje HDTV programa u Radio Televiziji Srbije" 17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009., Beograd 2009.
- [7] D. Marković, "Terestrička digitalna televizija"

[8] S.Maksimović-Moićević, “Analiza primene jednofrekvencijskih mreža u digitalnoj distribuciji TV signala”, magistarski rad, FTN Novi Sad, 2010.

[9] Strategija prelaska sa analognog na digitalno emitovanje radio i televizijskog programa u Srbiji
<http://www.digitalnaagenda.gov.rs/aktivnosti/digitalizacija-televizije/akcioni-plan/>

Kratka biografija:

Lazar Broćilo rođen je u Sremskoj Mitrovici 19.10.1988. godine. Završio je Srednju Elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“ u Novom Sadu i osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Elektrotehnika i računarstvo, odsek Telekomunikacije.

Željen Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

Dejan Nemec rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

REKONSTRUKCIJA ZGRADE POŠTE U BEOČINU**RECONSTRUCTION OF THE POST OFFICE BUILDING IN BEOČIN**Slađana Jotanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se sastoji od dva dela. Prvi deo je teorijskog karaktera i obrađuje temu tehnike sanacija i ojačanja zidanih konstrukcija. U okviru praktičnog dela rada izvršena je procena stanja konstrukcije zgrade i dat je predlog sanacionih mera. Projektnim zadatkom urađena je rekonstrukcija objekta.

Abstract – The thesis contains of the two parts. The first part is theoretical and deals with remedial measures and reinforced masonry construction. The practical part of the thesis shows the assessment of the building condition and a proposal of remedial measures. Reconstruction of the building is done by the project task.

Ključne reči: Zidana konstrukcija, procena stanja, oštećenja, sanacija, rekonstrukcija.

1. UVOD

U okviru teorijskog dela analizirane su tehnike sanacija i ojačanja zidanih konstrukcija.

U okviru praktičnog dela rada analizirana je stara zgrada pošte u Beočinu. Zgrada je radjena početkom XX veka, urađena je procena stanja konstrukcije a zatim dati predlozi sanacije i rekonstrukcije. Gabaritne dimenzije objekta su 16,20 x 13,50 m na koti terena +0,34.

2. TEHNIKE SANACIJE I OJAČANJA ZIDANIH KONSTRUKCIJA**2.1. Tehnike sanacija zidova od kapilarne vlage**

Kapilarna vlaga je najgori neprijatelj svih starih građevinskih objekata (nedostatak horizontalne hidroizolacije). Za sanaciju, odnosno sprečavanje prodora kapilarne vlage u kapilarno porozne zidove, u praksi se danas koriste, sledeće tehnike:

- Vodonepropusni malteri
- Penetranti
- Parodifuzni malteri
- Injektiranje
- HW metoda
- Comer metoda
- HIO tehnologija
- Elektroosmoza
- Elektromagnetna korpa
- Ultrazvuk

NAPOMENA:

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

2.2. Sanacija prslina i pukotina

Za sanaciju prslina i pukotina u zidanim konstrukcijama mogu se primeniti sledeće tehnike:

- Injektiranje
- Tehnika ušivanja (STITCHING)
- Zapunjavanje pukotina
- Ojačanje mrežastom armaturom i sitnozrnim betonom ili pomoću ferocementa
- Prezidivanje

2.3. Sanacija i ojačanje zidova

Za sanaciju i ojačanje mogu se primeniti sledeće tehnike

- Sanacija zidova sa trošnim malterskim spojnicama
- Formiranje armiranih zidova
- Ojačanje

2.4. Ojačanje uglova i preseka zidova

Zbog nedovoljne povezanosti sučelnih i ukrštenih zidova česte su vertikalne pukotine na njihovim spojevima usled nezavisnosti pomeranja svakog zida ili bočnog savijanja.

Najčešće se primenjuju sledeće tehnike sanacije:

- Izvođenje vertikalnih armiranobetonskih serklaža
- Ojačanje uglova zidanih zidova čeličnim elementima
- Postavljanje dodatne vertikalne armature i uzengija
- Utezanje pomoću zatega
- Prednaprezanje

2.5. Povezivanje međuspratnih tavanica i zidova

U starim zidanim konstrukcijama retko postoje zidni serklaži ili spone za povezivanje tavanica ili zidova. Zbog tog nedostatka, pri potresima sile sa međuspratnih konstrukcija se ne raspoređuju na sve zidove sprata srazmerno njihovim krutostima.

2.6. Poboljšanje nosivosti temeljne konstrukcije

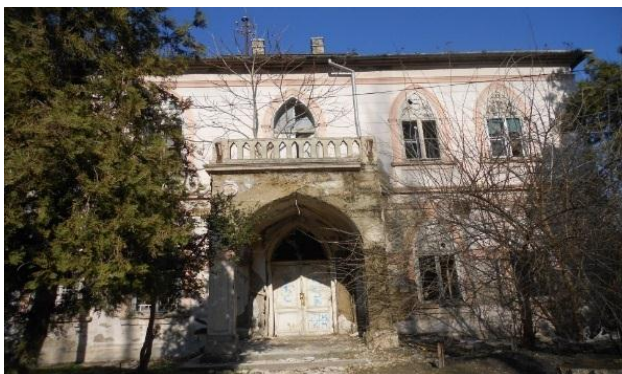
Kada radimo ojačanja zidova tada datu armaturu povezuje sa temeljnom stopom ubacujući je u otvore napravljene na svakih 30-50 cm. Ova preklapna armatura mora zalaziti u podrumске zidove min.50 cm.

2.7 Greške i propusti pri sanacijama zidanih konstrukcija

Kako zidane zgrade predstavljaju veliki deo građevinskih objekata potreba za njihovom sanacijom i ojačanjem je veoma česta. Neki od razloga za to su: promena namene objekta, nadogradnja, nedovoljna seizmička otpornost, propadanje usled uticaja sredine, požar, sleganje temelja, starenje i zamor materijala, loše održavanje, greške pri projektovanju i izvođenju. Kao najčešće primenjivane metode sanacije izdvajaju se: injektiranje pukotina, ojačanje preseka zidova, izvođenje horizontalnih i vertikalnih serklaža, oblaganje zidova armiranom malterskom ili betonskom oblogom, zamena delova zidova, formiranje krute međuspratne konstrukcije, sanacija temelja a u novije vreme sve češće se koriste materijali kao npr. FRP kompoziti u okviru kojih su prisutna vlakna.

3. PROCENA STANJA KONSTRUKCIJE

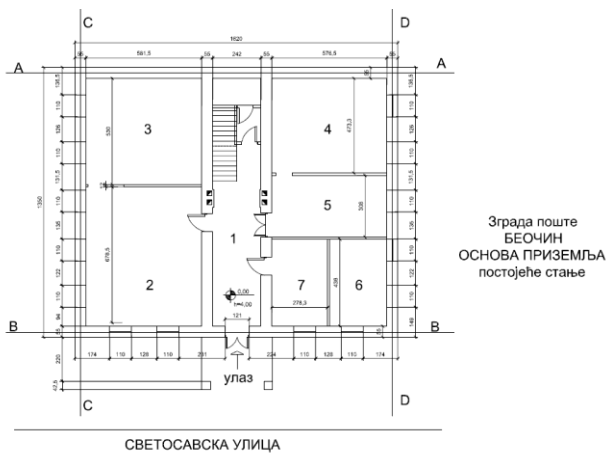
Predmet rada je stara pošta u Beočinu. Objekat je rađen početkom XX veka i nakon što je pošta prebačena na novu lokaciju i sada se nalazi u lošem stanju usled neodržavanja i zapuštenosti objekta, kao što se vidi na slici 1.



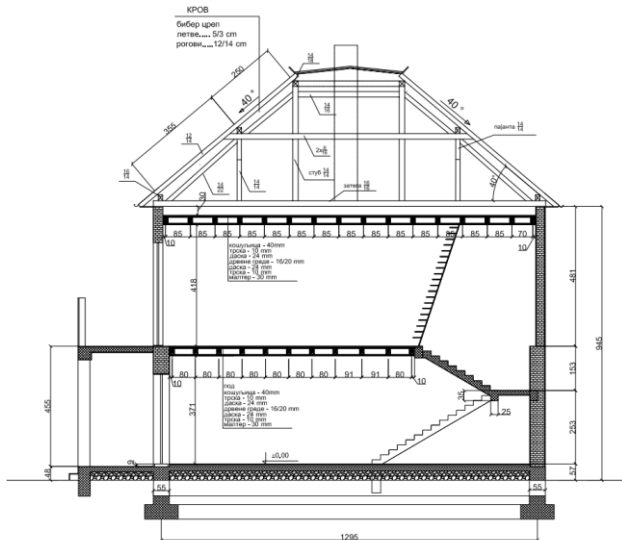
Slika 1. Izgled ulične fasade objekta

3.1. Gabariti objekta

Objekat je pravougaone osnove dimenzija 16,20x13,50 m. Na slici 2 prikazana je osnova, a na slici 3 poprečni presek zgrade.



Slika 2. Dimenzije objekta u osnovi



Slika 3. Dimenzije objekta u poprečnom presjeku

3.2. Konstrukcija i materijalizacija objekta

Zgrada je spratnosti P+1+Pk, nalazi se u Svetosavskoj ulici u Beočinu. Objekat je na koti +0,34 od kote terena, a teren na kome se objekat nalazi je ravan.

Osnovna noseća konstrukcija je klasična masivna konstrukcija sa masivnim zidovima od opeke d=55 cm u prizemlju dok na gornjoj etaži se debljina zida smanjuje na d=30cm, bez vertikalnih i horizontalnih serklaža.

Međuspratna konstrukcija između prizemlja i sprata kao i sprata i potkrovlja je od drvenih greda sa podkonstrukcijom. Krovna konstrukcija je od drvene gradje, a krovni pokrivač biber crep. Objekt je fundiran na betonskim temeljima. Unutar objekta se nalazi dvokrako armiranobetonsko stepenište. Obloga stepeništa je teraco.

Krovna konstrukcija je izvedena kao drveni četvorovodni krov pokriven crepom, sastavljen od četiri krovne ravni. Konstruktivni sklop je dvojna vešaljka.

3.3. Vizuelni pregled objekta

Vizuelnim pregledom obuhvaćeni su dostupni delovi objekta i to:

- Ulična fasada
- Dvorišne fasade
- Unutrašnje prostorije objekta
- Stepenište
- Krovna konstrukcija

Vizuelnim pregledom utvrđeno je da je objekat usled neodržavanja u lošem stanju, vidljiva oštećenja na fasadi su nastala dominantno usled atmosferskih uticaja, vlage, rastinja, mraza...

Karakteristična oštećenja:

- Otpadanje maltera sa fasada
- Vidljive zelene mrlje i ljušpanje završnog premaza
- Ispucala stakla, izvadjeni elektro kablovi
- Ispadanje cigli
- Odvajanje malterskog dela od konstrukcije usled rastinja
- Istrunulo drvo i smanjen poprečni presek drvenih gredica na međuspratnoj konstrukciji
- Odvajanje balkona od osnovne konstrukcije zbog prolaska stabla drveta kroz ploču konstrukcije



Slika 4. Vidljive zelene mrlje, otpao fasadni malter sa oštećenim fugnama, istrunulo drvo, ljušpanje farbe...



Slika 5. Prolaz stabla drveta kroz ploču balkona



Slika 6. Usled oštećenja krova i međuspratne konstrukcije dolazi do slivanja vode niz zid i pojave zelenih mrlja sa odvajanjem maltera od zida i pojava sitnog rastinja



Slika 7. Oštećena drvena međuspratna konstrukcija, vidljive ogoljene cigle, ljuštenje završnog sloja farbe



Slika 8. Debljina međuspratne tavanice

Navedena oštećenja ne ugrožavaju opštu stabilnost objekta ali značajno je smanjena nosivost pojedinih elemenata konstrukcije što uslovljava značajno smanjenje trajnosti i funkcionalnosti objekta.

4. PREDLOG SANACIONIH MERA

Očuvanje ulične fasade objekta, njegovog arhitektonskog-konstruktivnog sklopa, predstavlja jedno od osnovnih opredeljenja rekonstrukcije objekta. Zaštitni postupak neophodno podrazumeva zahtevane sanacije oštećenih i nedostajućih delova, rekonstrukciji i zameni dotrajalih delova eksterijera i izradu novih elemenata, sve po uzoru na postojeće elemente.

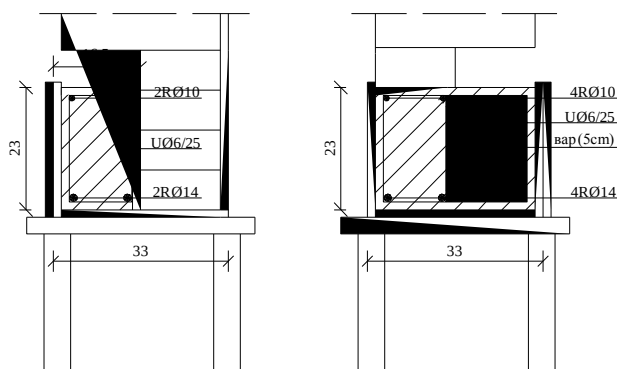
Mere zaštite i sanacije podrazumevaju:

- Ograditi i očistiti objekat od šuta koji se godinama taložio usled nekorišćenja objekta
- Izvaditi stablo drveta koje prolazi u objekat i kroz ploču balkona, kao i ostalo rastinje na objektu
- Skinuti oštećene oluke
- Obiti dotrajali i oštećeni malter do zdrave podloge – opeke, uz čišćenje spojnica. Pre obijanja uzeti mere malterskih profilacija radi izrade šablona.
- Pažljivo vađenje postojeće stolarije
- Uklanjanje postojeće drvene međuspratne konstrukcije
- Pažljivo vađenje opeke da bi se izveli vertikalni i horizontalni serklaži
- Bušenje rupa u postojećim temeljima, postavljanje ankera i povezivanje sa vertikalnim serklažima
- Vađenje opeke iznad otvora za vrata i izrada nadvratnih greda
- Pažljivo skidanje crepa, krovnih letvi i trulih rogova
- Ugradnja novih elemenata krovne konstrukcije, izrada daščane podloge i izolacije krova
- Pristupanje sanaciji objekta od delovanja vlage
- Izrada novih elektro instalacija, vodovodne i kanizacione mreže
- Izrada novog armiranobetonskog stepeništa
- Izrada nove fert tavanice
- Ugradnja nove stolarije po uzoru na staru
- Novo unutrašnje i spoljašnje malterisanje
- Izrada fasade po uzoru na staru
- Postavljanje novih olučnih horizontala i vertikala

5. SANACIJA REGISTROVANIH OŠTEĆENJA, OJAČANJE I IZRADA NOVIH ELEMENATA KONSTRUKCIJE

5.1. Izvođenje nadvratnih greda

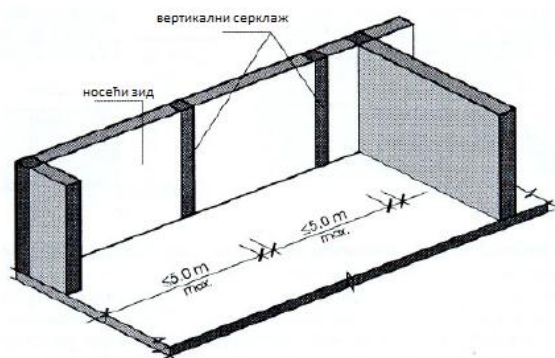
Nadvratne grede su urađene od opeke, pa je predviđena njihova zamena gredama od armiranog betona. Nadvratne grede se u zidovima $d=15\text{cm}$ izvode celom dužinom zida, jer imaju ulogu horizontalnog serklaža. Dimenzije i armatura su usvojene bez posebnog proračuna, u skladu sa odgovarajućim propisima.



Slika 9. Nadzračna greeda za zid debljine 30 cm

5.2. Ukrucenje zidova vertikalnim serklažima

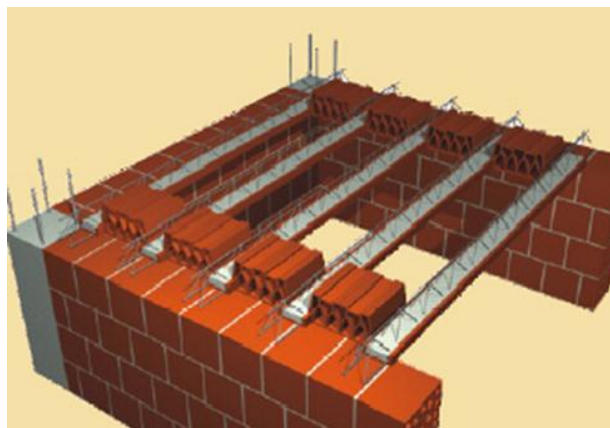
Postojeća konstrukcija je obična zidana konstrukcija, pa je zbog utezanja nosećih zidova i povećanja njihove seizmičke otpornosti predviđeno izvođenje vertikalnih serklaža, kako po obimnim zidovima, tako i po zidovima u unutrašnjosti objekta. Vertikalni serklaži se obavezno izvode na svim uglovima objekta, na mestima sučeljavanja i ukrštanja nosećih zidova i veznih zidova kao i na slobodnim krajevima zidova. Dominantno prenose zatezanje u zidu i omogućuju aktiviranje betonskih temelja pri pojavi zatezanja na spoju zida i temelja.



Slika 10. Prikaz vertikalnih serklaža u zidovima

5.3. Izvođenje novih Fert tavanica

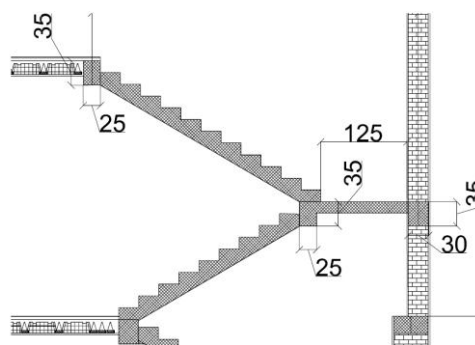
Tavanice prizemlja i sprata su izvedene od drvenih gredica i nemaju dovoljnu seizmičku krutost u svojoj ravni, te ih menjamo novom tavanicom koje se izvođe kao lake polumontažne tavanice tipa FERT, debljine 16+4 cm.



Slika 11. Prikaz ređanja fert gredica i blokova

5.4. Izvođenje stepeništa

Umesto drvenog stepeništa koje povezuje sprat i potkrovlje radimo novo AB stepenište.



Slika 12. Rešenje stepeništa

5.5. Hidroizolacija

Za sprečavanje kapilarne vlage koristimo HIO tehnologiju u svim zidovima prizemlja, a presecanje se vrši iznad prvog reda opeke mereno od kote poda.

6. ZAKLJUČAK

S obzirom na to da je svaki problem specifičan, teško je postaviti univerzalni predlog za njegovo rešenje sem ako je reč o zajedničkim smernicama. Neophodno je prethodno sprovesti sve potrebne analize postojećeg stanja i postaviti uslove koji treba da zadovolje pravilnu sanaciju i rekonstrukciju objekta sa društveno – urbanističkog aspekta i ekonomske opravdanosti.

7. LITERATURA

- [1] M.Muravljev, B. Stevanović: „Zidane i drvene konstrukcije zgrada“, Beograd,1999
- [2] M.Malešev, V.Radonjanin: Materijal sa predavanja – „Oštećenja i sanacija zidanih, čeličnih i drvenih konstrukcija
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić „Armirani beton 3“, Beograd, 2007
- [4] S. Stevanović: „Fundiranje“, Beograd, 1989
- [5] HIO TECHNOLOGY in protection of cultural heritage (web site)
- [6] A. Čaušević, N. Rustempačić: „Rekonstrukcije zidanih objekata visokogradnje“, Sarajevo 2014
- [7] J. Galić: „Pojačanje zidanih konstrukcija FRP om“, Zagreb 2013
- [8] A. Čaušević: „Mogućnosti savremenih materijala kod intervencija na historijskim kamenom zidanim objektima“, Sarajevo 2006
- [9] B. Stevanović, M. Tododrović, I.Glišović: „Greške i propusti pri sanacijama zidanih konstrukcija“, Subotica 2015.
- [10] H. Meireles, R. Bento: “Rehabilitation and strengthening of old masonry buildings”, 2013

Kratka biografija



Slađana Jotanović, rođena je u Novom Sadu 06.03.1980. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Procena stanja i sanacija zidanih konstrukcija odbranila je u 2017. godine.

PROCENA STANJA I SANACIJA ARMIRANOBETONSKOG NADVOŽNJAKA NA PRUZI NOVI SAD - SUBOTICA U SUBOTICI**ASSESSMENT AND REPAIR OF RC OVERPASS ON THE RAILWAY NOVI SAD – SUBOTICA IN SUBOTICA**

Filip Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana procena stanja i sanacija drumskog nadvožnjaka na mestu ukrštanja Majšanskog puta i železničke pruge u Subotici. U teorijskom delu je predstavljen i analiziran samougrađujući beton, a u praktičnom delu je dat detaljan opis konstrukcije nadvožnjaka sa svim uočenim defektima i oštećenjima i njihovom uticaju na trajnost, stabilnost i nosivost. Urađen je statički proračun prema Pravilnicima iz 1991. godine i 2012. godine pa je, na osnovu ovih rezultata i prikupljenih podataka o stanju objekta proisteklih iz vizuelnog pregleda i nedestruktivnih ispitivanja, dat predlog sanacionih rešenja kako bi se produžio životni vek konstrukcije i postigla potrebna nosivost.

Abstract – This paper presents assessment of the condition, repair and strengthening of the road overpass at the place of intersection of Majšanski road and the railway in Subotica. Theoretical part is concerned with presentation and analysis of self-compacting concrete, while in the practical part the paper provides a detailed description of the overpass, including the effects of defects and damages on its durability, stability and load bearing capacity. Static analysis was done according to the Regulations for bridges dating from 1991. and 2012. and, in accordance to them and the previous results of the visual inspection and non-destructive methods of testing, the suggestion for the rehabilitation measures of the object was reached in order to increase load bearing capacity and life expectancy of the structure.

Ključne reči: defekti, oštećenja, procena stanja, sanacija, ojačanje, nadvožnjak.

Key words: defects, damages, assesment of condition, reinforcement, overpass.

1. UVOD

Rad se sastoji od teorijskog i praktičnog dela. Ova dva dela su međusobno nezavisna. Praktični deo je vezan za procenu stanja i sanaciju konstrukcije dok se teoretski deo tiče prikaza i analize samougrađujućeg betona.

2. SAMOUGRAĐUJUĆI BETONI**2.1. Uvod**

Samougrađujući beton (engl. Self-compacting concrete - SCC) je vrsta betona koja ne zahteva vibriranje kako bi

se izvršila njegova ugradnja i kompaktiranje već je sposoban da, pod uticajem sopstvene težine, ispuni prostor uz ostvarivanje potpune kompaktnosti i homogenosti, čak i u slučajevima vrlo malih razmaka između armaturnih šipki. Nakon očvršćavanja, ovaj beton ima identična mehanička svojstva i trajnost kao i klasičan beton – beton koji se mora vibrirati pri ugradnji.

Pretpostavlja se da je samougrađujući beton prvi put upotrebljen u Evropi u ranim 1990-im godinama, a intenzivnije se upotrebljava od početka XXI veka.

Samougrađujući betoni se primenjuju u situacijama kada je otežana ili u potpunosti onemogućena upotreba uređaja za kompaktiranje. Dodatni benefit je svakako bezbednost i očuvanje zdravlja radnika jer nema buke i vibracija.

2.2 Osnovna svojstva

Prilikom projektovanja betonskih konstrukcija, mogu se uzeti u obzir različita svojstva betona (bilo svežeg ili očvrstlog), a neka od najčešćih su: čvrstoća na pritisak i zatezanje, modul elastičnosti, tečenje, skupljanje, koeficijent termičkog širenja, veza između betona i armature, otpornost na smicanje na kontaktnim površinama starog i novog betona, otpornost na požar i sl.

2.3 Specifikacija betona koji se proizvodi na gradilištu i isporučenog betona

Sposobnost popunjavanja prostora i stabilnost samougrađujućeg betona je definisana sa sledeće četiri karakteristike, a svaka od njih se može odrediti sa bar jednom (ili više) metoda prikazanih u tabeli 1:

Tabela 1. Preporučene metode testiranja betona

Karakteristike betona	Preporučene metode testiranja betona
Sposobnost rasprostiranja	Slump-flow test (Test merenja sleganja rasprostiranjem)
Viskoznost betona	T ₅₀₀ slump-flow test ili V-funnel test (Test merenja sleganja rasprostiranjem za vreme T ₅₀₀ ili test sa levkom)
Sposobnost obilaženja prepreke	L-box test (Test pomoću kutije u obliku slova L)
Sklonost segregaciji	Segregation resistance (sieve) test (Test određivanja sposobnosti betona da zadrži homogenost u svežem stanju, tj. otpor segregaciji - test na situ)

NAPOMENA:

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

2.3 Konstituenti

Materijali koji se koriste za izradu običnih betona se koriste i za izradu samougrađujućih betona. Ipak, kako bi se obezbedile uniformne i konstantne performanse samougrađujućeg betona, neophodna je dodatna pažnja.

Svi cementi u skladu sa EN 197-1 mogu da se koriste za projektovanje samougrađujućih betona. Pravilan izbor tipa cementa zavisi od specifičnih uslova u konkretnoj situaciji i/ili šta je proizvođaču trenutno na raspolaganju za primenu.

Kako samougrađujući betoni u svežem stanju moraju da imaju određena svojstva, moraju se koristiti pucolanski i hidraulični dodaci. Na ovaj način se održava kohezija odnosno betonska smeša se opire segregaciji. Još jedan od benefita upotrebe aditiva jeste regulisanje količine cementa čime se smanjuje toplota hidratacije, a samim tim i termičko skupljanje. Aditivi se klasifikuju prema njihovoj sposobnosti da reaguju sa vodom, a klasifikacija je prikazana u tabeli 2.

Tabela 2 Vrste aditiva

Tip I	Inertni ili poluinertni	Mineralni filer (krečno ili dolomitsko brašno) Pigmenti
Tip II	Pucolani	Leteći pepeo prema EN 450 Silikatna prašina prema EN 13263
	Hidraulični	Granulisana zgura iz visokih peći EN 15167

Agregati normalne težine treba da zadovolje uslove postavljene u EN 12620 i EN 206-1 po pitanju trajnosti. Laki agregat treba da zadovoljava uslove iz EN 13055-1.

Oblik i granulometrijski sastav agregata su veoma važni i imaju uticaja na sadržaj pora i pakovanje zrna.

Superplastifikatori ili reduktori vode visokog ranga su od suštinske važnosti za uspešno projektovanje samougrađujućih betona. Modifikatori viskoznosti se takođe mogu koristiti kako bi se redukovala segregacija i povećao prag tolerancije mešavine na odstupanja u količinama ostalih konstituenata (naročito se ovo odnosi na vlažnost). Drugi aditivi kao što su aeranti, ubrzivači ili retarderi mogu da se koriste na isti način kao i u vibriranom betonu.

2.3 Sastav mešavine

Da bi se postigla odgovarajuća svojstva svežih mešavina samougrađujućih betona moraju se ispuniti određeni uslovi:

- Fluidnost i viskoznost paste se mora izbalansirati pažljivim odabirom i odnosima količina cementa i dodataka. Kontrolisanje ovih svojstava je ključno za postizanje dobre sposobnosti punjenja, sposobnosti prolaženja prepreka i izbegavanja segregacije.
- Kako bi se kontrolisalo porast temperature i pojava prsline usled termičkog skupljanja ali i nosivost, sadržaj finih materijala mora da bude u velikoj meri tipa aditiva I

ili II jer se na ovaj način količina cementa može ograničiti na zadovoljavajući nivo.

- Pasta u betonu služi za „prenos“ agregata. Zapremina paste mora da bude veća od zapremine šupljina između zrna kako bi obuhvatila svako zrno agregata.
- Odnos krupnog i sitnog agregata u mešavini mora biti redukovano do te mere tako da sva zrna krupnog agregata budu obložena slojem maltera. Na ovaj način se redukuje verovatnoća vezivanja zrna što znači da će samougrađujući beton imati sposobnost prolaska kroz uske prostore (između dve šipke armature, na primer).

Na osnovu ovih uslova dobija se mešavina samougrađujućeg betona koja, u odnosu na tradicionalni beton, obično sadrži: manje krupnog agregata, više paste, nižu vrednost vodopraškastog faktora, više superplastifikatora, aditive koji modifikuju viskoznost.

Ne postoji standardan metod projektovanja mešavina samougrađujućih betona i mnoge akademske institucije i kompanije su razvile svoje metode određivanja komponenti i njihovog učešća u mešavini. U tabeli 3 su prikazane okvirne vrednosti koje služe za orijentaciju, ali ne i za projektovanje konkretne mešavine.

Tabela 3 Okvirne količine konstituenata

Konstituent	Uobičajena količina materijala izražena preko mase $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	Uobičajena količina materijala izražena preko zapremine $\left[\frac{l}{m^3}\right]$
Praškaste čestice	380-600	
Cementna pasta		300-380
Voda	150-210	150-210
Krupan agregat	750-1000	270-360
Sitan agregat (pesak)	48-55% od ukupne težine agregata	
Vodocementni faktor		0.85-1.10

2.4 Zahtevi vezani za pripremu gradilišta

Pre nego što se počne sa isporukom betona, moraju se izvršiti pripreme na gradilištu. U pripreme spada:

- Potvrda da je isporuka samougrađujućeg betona odgovarajuća
- Potvrda da se na gradilištu beton može ugraditi u dogovoreno vreme
- Procedure prihvatanja samougrađujućeg betona moraju biti dokumentovane i dogovor izvršen pre isporuke
- Osoblje na gradilištu mora da bude obučeno jer se moraju poštovati specifični zahtevi ugradnje samougrađujućeg betona
- Oplata mora da bude pripremljena

2.4 Izgled površine samougrađujućih betona

Visok kvalitet površine elemenata je jedna od glavnih prednosti samougrađujućih betona ali, da bi se ovo postiglo, potrebno je veoma pažljivo projektovati i ugraditi mešavinu (Slika 1).



Slika 1 Izgled površine samougrađujućeg betona

3. PROCENA STANJA MOSTA

3.1. Uvod

Radi procene stanja konstrukcije drumskog nadvožnjaka, obavljena su nedestruktivna ispitivanja i vizuelni pregled u februaru 2017. godine.

Nadvožnjak se nalazi u Subotici, na mestu ukrštanja Majšanskog puta i železničke pruge, na km 178+698 Novi Sad – Subotica, u staničnom pojasu. Pravac nadvožnjaka odstupa za 15° od pravca istok-zapad (slika 2).

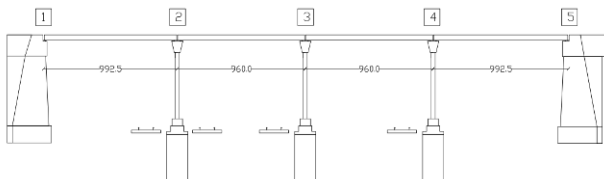


Slika 2 Izgled nadvožnjaka

Kolovozna ploča je izrađena od betona MB45 i visokovredne patentirane žice od stabilizovanog čelika Č 150/170. Ostatak konstrukcije je izrađen od betona MB30 i armiran je glatkom armaturom GA 240/360.

3.2. Konstruktivni sistem

Kolovozna konstrukcija je slobodno oslonjena na naspramnim stranama u podužnom pravcu (iznad svakog od 4 otvora) na grede (slika 3). Sa greda se opterećenje, preko stubova, prenosi na temeljne grede. Ploča se sastoji od prefabrikovanih prednapregnutih ošupljenih ploča visine 40 cm, a širine 80 cm. Između nosača su betonski šlicevi širine 20 cm koji se liju na licu mesta i spajaju susedne ploče u poprečnom pravcu. AB stubovi i grede u osama 1 i 5 su masivni, a AB platna i grede u osama 2, 3 i 4 su prefabrikovani.



Slika 3 Podužni presek nadvožnjaka

3.3. Vizuelni pregled

Vizuelnim pregledom obuhvaćeni su svi dostupni elementi konstrukcije:

- kolovozna ploča
- stubovi
- AB platna
- grede
- temeljne grede

Pri pregledu su uočeni sledeći defekti:

- mala debljina zaštitnog sloja betona
- segregacija betona

- geometrijske imperfekcije
- betonska gnezda
- okrnjene ivice

Od oštećenja se javljaju:

- prsline i pukotine
- krunjenje, ljuskanje i otpadanje delova betona
- korozija armature
- biološka korozija betona
- tragovi curenja, vlažne mrlje i krečnjačke naslage
- tačkasta korozija
- mrlje od rde
- zaprljana površina betona

Na kolovoznom zastoru su uočene tri veće pukotine iznad oslonaca u osama 2, 3 i 4. Prostiru se celom širinom nadvožnjaka kroz sloj asfaltnog betona. Pukotine su se pojavile zbog toga što ne postoji dilataciona spojnica.

Na zaštitnoj ogradi je prisutna površinska korozija i prekid, a mestimično ograde u potpunosti nema (slika 4).



Slika 4 Zaštitna ograda

Kod pešačkih i biciklističkih staza se javlja krunjenje, ljuskanje i otpadanje asfaltnog betona i lokalno krunjenje betona. Razlog ovih oštećenja je kombinovani uticaj mraza i soli kojima se posipa asfalt u zimskom periodu. Osim pomenutih oštećenja, javlja se biološka korozija uz ivičnjake, a posledica je smanjenja pH vrednosti betona.

Na donjoj površini kolovozne ploče su, osim čađi koja se javlja usled prolaska železničkog saobraćaja, prisutna sledeća lokalna oštećenja: vlažna mesta i krečnjačke naslage, korozija armature i pocinkovanog lima (Slika 5).



Slika 5 Polje između osa 2 i 3

Na AB gredama je od oštećenja prisutna korozija armature uzrokovana procurivanjem vode koja u zimskom periodu sadrži hloride, prsline, pukotine, raslojavanje i ljuskanje betona usled mraza i korozije armature. Od defekata se javlja segregacija betona usled loše ugradnje i tačkasta korozija usled nedovoljne debljine zaštitnog sloja betona do armature.

AB platna su zahvaćena sledećim oštećenjima: uznapredovala korozija armature usled prodiranja vode koja sadrži hloride, prsline, pukotine, ljuskanje i otpadanje zaštitnog sloja betona do armature usled korozije armature i mraza (slika 6). Dominantno oštećenje na temeljnim gredama je potpuno vidljiva korodirala armatura sa jakom redukcijom poprečnog preseka uz prekide pojedinih šipki usled prodora vode (sa ili bez hlorida), ali i ljuskanje i otpadanje površinskog sloja betona usled mraza i korozije. Manje učestala oštećenja su: biološka korozija usled karbonizacije betona, krečnjačke naslage usled procurivanja vode i ispiranja kalcijum-hidroksida, i tačkasta korozija usled nedovoljnog zaštitnog sloja betona. Od defekata su prisutna betonska gnezda usled loše ugradnje.



Slika 6 AB platna, greda i temeljna greda u osi 2

3.4. Nedestruktivne metode

Nedestruktivne metode ispitivanja se koriste za određivanje svojstava očvrstlog betona i za procenu stanja betona tj. stepena deterioracije. Definišu se kao ispitivanja koja ne prouzrokuju značajnija oštećenja betona. Za određivanje površinske tvrdoće betona primenjena je metoda sklerometra, dok je za određivanje dubine karbonizacije korišćena kolorimetrijska metoda.

4. PRORAČUN KONSTRUKCIJE NADVOŽNJAKA

Proračun i analiza elemenata konstrukcije izvršena je korišćenjem specijalizovanog programa za strukturalnu analizu Radimpex Tower 7.0. Proračun je vršen prema šemama iz važećih Pravilnika za opterećenje mostova iz 1991. i dopune iz 2012. godine. Koristi se teorija graničnog stanja loma pri dimenzionisanju elemenata.

5. PREDLOG SANACIJE NADVOŽNJAKA

Tabela 4 Predlog sanacije po elementima nadvožnjaka

Element	Predlog sanacije
Ograda nadvožnjaka	Kompletno uklanjanje i montaža nove ograde
Kolovozna ploča – gornja strana (asfaltni sloj betona)	Kompletno uklanjanje sloja asfaltnog betona sa kolovoznih, pešačkih i biciklističkih traka/staza i postavljanje novog sloja asfalta uz prethodno postavljanje HI
Kolovozna ploča – donja strana	Čišćenje površine od čađi, čišćenje od korozije i zaštita od korozije lokalno korodiranih šipki armature i reprofilacija betona
Grede – poklapanje (ose 2, 3 i 4)	Uklanjanje oštećenog dela betona i po potrebi armature i ojačanje preseka proširivanjem kako bi se smestila dodatna armatura

Grede (ose 1 i 5)	Ojačanje preseka karbonskim trakama. Uklanjanje dela zida nasipa (oko 1m) kako bi se postavile karbonske trake sa donje strane grede. Trake se postavljaju i na dostupan deo gornje strane grede; lokalna reprofilacija
AB platna (ose 2, 3 i 4)	Zamena oštećenog dela betona i armature
Temeljne grede (ose 2, 3 i 4)	Zamena oštećenog dela betona i armature
Ležišta	Uklanjanje postojećih i postavljanje novih ležišta
Dilatacije	Uklanjanje postojećih dilatacionih spojnica i postavljanje novih. Dodavanje dilatacionih spojnica na mestima na kojima su izostavljene

6. OJAČANJE KONSTRUKCIJE NADVOŽNJAKA

Nakon izvršene statičke analize konstrukcije pristupa se ojačavanju pojedinih elemenata za koje se pokazalo da je postojeća nosivost nedovoljna. Proširivanjem poprečnog preseka se ojačavaju grede u osama 2, 3 i 4. Dodavanjem karbonskih traka se ojačavaju grede u osama 1 i 5 (sa gornje i donje strane) i ploča (sa donje strane).

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize svih uočenih defekata i oštećenja, koja su se ispoljila na elementima nadvožnjaka, zaključeno je da stabilnost i funkcionalnost nadvožnjaka nije ugrožena, dok su trajnost i nosivost pojedinih elemenata narušeni. Odgovarajućim tehnikama ojačanja i sanacijom, koji su detaljno dati i opisani u poglavljima vezanim za predlog sanacije i ojačanje konstrukcije, a koji se odnose na ojačavanje elemenata proširivanjem poprečnog preseka i dodavanjem karbonskih traka, može se postići potrebna nosivost i produžiti životni vek konstrukcije.

8. LITERATURA

- [1] M. Malešev, V. Radonjanin: Literatura sa predavanja „Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija“ i „Sanacija betonskih konstrukcija“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] Pravilnik o tehničkim normativima za određivanje veličina opterećenja mostova iz 1991. god.
- [3] Pravilnik o utvrđivanju nosivosti postojećih mostova na magistralnim i regionalnim putevima iz 2012. god.
- [4] Pravilnik o dimenzijama, ukupnim masama i osovinskom opterećenju vozila i o osnovnim uslovima koje moraju da ispunjavaju uređaji i oprema na vozilima u saobraćaju na putevima (Sl.list SFRJ br.50/82).
- [5] The European Guidelines for Self-Compacting Concrete, Maj 2005. god.

Kratka biografija:



Filip Marković rođen je u Bačkoj Topoli 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Modul konstrukcije – Smer procena stanja i sanacija konstrukcija odbranio je u maju 2017.god.

**PROCENA STANJA, DOGRADNJA I ENERGETSKA SANACIJA
ZGRADE U KRAGUJEVCU****ASSESSMENT, EXTENSION AND ENERGY REHABILITATION
OF BUILDING IN KRAGUJEVAC**

Mina Ljubisavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazna procena stanja višespratne stambene zgrade u Kragujevcu. U proteklom eksploatacionom periodu na zgradi su se pojavila brojna oštećenja. Radi utvrđivanja stepena oštećenja kao i vrste sanacionih radova sproveden je makroskopski pregled dostupnih elemenata. Na osnovu analize registrovanih oštećenja i proračuna energetske efikasnosti dat je opis sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti i unapređenja energetske efikasnosti objekta.

Abstract – In this paper the assessment of multistory building in Kragujevac is shown. In previous exploitation period multiple damages on this structure have appeared. In order to determine the level and cause of these damages as well as the type of repairing measures examination of structural elements was undertaken. Based on this examination and the energy efficiency calculation detailed description of repairing measures is given with the main goal of improving energy efficiency and structural durability.

Ključne reči: procena stanja, energetska efikasnost, oštećenja, sanacija, termoizolacioni materijali

1. UVOD

Rad se sastoji iz dva dela, teorijsko-istraživačkog i stručnog dela. U prvom delu rada koji je teorijsko-istraživačkog karaktera analizirana je energetska efikasnost u zgradarstvu, zakonodavstvu, energetska sanacija, kao i otpornost fasada na dejstvo požara. Prikazana su glavna načela našeg, domaćeg Pravilnika (*Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada; Sl. glasnik RS br. 59/16*), kao i osnovne sličnosti i razlike našeg i hrvatskog Pravilnika (*Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara; Narodne novine, br.29/13 i 87/15*) u pogledu otpornosti spoljnih zidova na dejstvo požara. Stručni deo rada obuhvata procenu stanja i predlog sanacionih mera višespratnog stambenog objekta koji se nalazi u Kragujevcu. U Stručnom delu rada prikazan je i detaljan proračun energetske efikasnosti objekta pre i nakon izvršene energetske sanacije, kao i projekat dogradnje objekta.

2. ENERGETSKA EFIKASNOST

Energetska efikasnost predstavlja zbir mera i delovanja u svim oblastima života kojima je krajnji cilj minimalna potrošnja energije, uz uslov da nivo rada i življenja ostane

NAPOMENA:

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

isti ili se poboljša. Energetska efikasnost ne znači štednju energije u vidu odricanja, već njenu efikasnu upotrebu koja doprinosi poboljšanju kvaliteta života i rada.

2.1. Energetska efikasnost u zgradarstvu

Pod pojmom unapređenja energetske efikasnosti u zgradarstvu podrazumeva se kontinuirani i širok opseg delatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije uz iste ili bolje uslove u objektu. Posledica smanjenja potrošnje neobnovljivih izvora energije (fosilnih goriva) usled mera energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije je smanjenje emisije štetnih gasova (CO₂ i dr.), što doprinosi zaštiti prirodne okoline, smanjenju globalnog zagrevanja i održivom razvoju zemlje. Na slici broj 1 prikazana je u procentima potrošnja energije u zgradama, industriji i transportu.



Slika 1. Procentualni prikaz potrošnje energije u zgradama, idustriji i transportu

Veći deo zemalja u svetu se obavezao na smanjenje emisije CO₂ za 20% do 2020. godine. Smanjenje potrošnje energije u zgradama je ključno za dostizanje ovog cilja, budući da se u zgradama troši preko 40% ukupne energije.

Postoje brojni načini za postizanje ovog cilja, i oni podrazumevaju zajedničko delovanje mnogobrojnih organizacija i ljudi – uključujući vlade, industriju, lokalne zajednice, porodice i pojedince. Najvažniji korak, međutim, jeste da svako pojedinačno smanji količinu energije koju troši i to kroz povećanu energetske efikasnost

2.2. Energetska efikasnost u zakonodavstvu

Godine 2011. u Republici Srbiji su usvojena dva važna pravilnika: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada i Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada (energetskih pasoša), a na snagu su stupili 2012. godine. Najveći pomak učinjen je sa spoljnim zidovima, tako da je sada potrebno ugraditi najmanje 10-12 cm termoizolacije. Još jedna novina je i obaveza pribavljanja energetske pasoša za sve nove

objekte i objekte koji se renoviraju. Pasoš definiše osam razreda objekata (od A+ kao najboljeg do G kao najlošijeg). Za novi objekat bitno je da rezultat klasifikacije bude minimalno razred C.

Iz svega navedenog može se zaključiti da se današnje zakonodavstvo zauzima za bolju energetska budućnost. Cilj je izolovati svaki objekat novogradnje, ali i izvršiti toplotnu sanaciju svakog objekta starogradnje.

2.3. Bezbednost stambenih zgrada od dejstva požara

Pravilnikom o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada definisane su najmanje karakteristične reakcije na požar koje primenjeni građevinski proizvodi u sastavu spoljnog zida moraju zadovoljiti.

Prema ovom Pravilniku, zgrade se razvrstavaju u pet kategorija A, B, V1, V2 i G. Klasifikacija zgrada je izvršena prema nameni objekta, broju lica koji u zgradi boravi, visini zgrade kao i prema bruto građevinskoj površini.

Ovim pravilnikom obuhvaćene su sledeće vrste spoljnih zidova:

- Zidani (opeka, blokovi i sl.) ili betonski (liveni na licu mesta ili prefabrikovani) zidovi sa toplotno - izolacionim slojem i spoljnim zidanim, betonskim i drugim sličnim slojem za zaštitu od dejstva atmosferilija, bez ventilisanog vazdušnog sloja - međuprostora; samonoseći prefabrikovani fasadni paneli;
- Zidani (opeka, blokovi i sl.) ili betonski (liveni na licu mesta ili prefabrikovani) zidovi sa toplotno - izolacionim slojem i spoljnim zidanim, betonskim i drugim sličnim slojem za zaštitu od dejstva atmosferilija, sa uključenim ventilisanim vazdušnim slojem - međuprostorom (ventilisani spoljni zid);
- Zidani (opeka, blokovi i sl.) ili betonski (liveni na licu mesta ili prefabrikovani) zidovi sa kontaktnim toplotno-izolacionim sistemom (ETICS).

3. PROCENA STANJA VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE

Stambena zgrada, spratnosti SU + P + 4, sa ravnom prohodnom krovnom terasom, izvedena je u Kragujevcu, u kompleksu „Crvena Zvezda“, u ulici Dušana Uroševića. Investitor objekta je građevinsko preduzeće „Kazimir Veljković“ iz Kragujevca. Ukupna korisna stambena površina objekta, prizemlje + spratovi, iznosi 2463,88 m². Objekat je projektovan kao masivni konstruktivni sistem sa poprečnim nosećim zidovima od opeke $d = 25$ cm, i podužnim veznim zidovima za prijem horizontalnih sila u podužnom pravcu. U preseku svih zidova nalaze se vertikalni serklaži. Pored vertikalnih serklaža, projektom su predviđeni i horizontalni serklaži, kao i nadvratne i nadprozorne grede. Objekat je fundiran na armiranobetonskim trakastim temeljima koji se nalaze ispod podrumskih zidova, izuzev na delu gde se nalazi sklonište. Sklonište je fundirano na jedinstvenoj armiranobetonskoj ploči debljine $d = 40$ cm. Podrumski zidovi su izvedeni od nabijenog betona $d = 25$ cm, izuzev zidova skloništa koji su izvedeni od armiranog betona $d = 40$ cm. Debljina gornje ploče skloništa je 40 cm. Tavanice su polumontažnog tipa TM – 3, ukupne visine 20 cm.

Svi pregradni zidovi su izvedeni od šuplje opeke $d = 7$ cm. Stepenište je izvedeno kao ploča koja opterećenje prenosi u jednom pravcu i oslanja se na podesne grede.

U okviru procene stanja konstrukcije zgrade, obavljeno je merenje dimenzija osnovnih konstrukcijskih elemenata i upoređeni su podaci iz projektne dokumentacije sa izvedenim stanjem. Tom prilikom je konstatovano da izvedeno stanje objekta ne odstupa od projektovanog. S obzirom na to da je objekat u upotrebi i da svaki element ima završnu obradu, vizuelnim pregledom su obuhvaćeni: kompletna fasada zgrade, ravna krovna terasa, svetlarnici, hodnici, kao i tri stana na poslednjem spratu.

Najoštećeniji element zgrade je ravan krov. Tokom eksploatacije objekta došlo je do procurivanja vode kroz krovnu ploču, usled oštećenja hidroizolacije. Na pojedinim mestima krovna ploča je parcijalno sanirana različitim metodama i različitim materijalima. Parcijalna sanacija ravnog krova ne predstavlja trajno rešenje, što se vremenom i pokazalo, jer je došlo do ponovnog procurivanja vode kroz ploču.

Na svetlarnicima su registrovana oštećenja u vidu korozije armature i otpadanja zaštitnog sloja betona. Na vertikalnim serklažima registrovana je korozija armature i nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona.

Na slikama 2, 3, 4 i 5 prikazana su registrovana karakteristična oštećenja.



Slika 2. Oštećena hidroizolacija na krovnoj terasi



Slika 3. Procurivanje vode kroz ploču svetlarnika i korozija armature



Slika 4. Bubrenje armature i otpadanja zaštitnog sloja betona na atici svetlarnika



Slika 5. Izgled krovne terase i parcijalna sanacija različitim hidroizolacionim materijalima

Na osnovu analize podataka dobijenih vizuelnim pregledom dostupnih elemenata konstrukcije zaključeno je da nosivost i stabilnost konstrukcije nisu narušeni, dok je trajnost konstrukcije u velikoj meri smanjena. Funkcionalnost objekta je narušena naručito na poslednjem spratu usled prodora vode kroz ravnu krovnu ploču što ugrožava zdravlje stanara.

3.1. Predlog sanacionih mera

U cilju dovođenja svih konstruktivnih i nekonstruktivnih elemenata zgrade u tehnički ispravno i funkcionalno stanje uz zadovoljavajuću trajnost tokom buduće eksploatacije, neophodno je da se preduzmu odgovarajuće mere sanacije.

Saniranje ravne krovne ploče podrazumeva uklanjanje svih slojeva ravnog krova do TM – 3 krovne ploče i izvođenje lake čelične krovne konstrukcije. U nadograđenom delu je predviđeno potkrovlje. U zonama gde je registrovana korozija armature (atika svetlarnika, vertikalni serklaži) potrebno je sprovesti fazno uklanjanje novog reparaturnog materijala. Ploču svetlarnika neophodno je očistiti od naslaga kalcijum - karbonata, a zatim injektirati registrovane prsline. Betonske ploče trotoara koje su mehanički oštećene potrebno je zameniti novim pločama. Takođe je potrebno očistiti odvodne kanale od biološke korozije.

4. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun prolaza toplote građevinskih elemenata koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, te proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje. Ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetskeg razreda D i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetskeg efikasnosti zgrada.

4.1. Mere za unapređenje energetske efikasnosti

U cilju poboljšanja energetskeg svojstava zgrade predviđena je energetska sanacija:

- Spoljašnjih zidova zgrade (SZ1 i SZ3) postavljanjem kamene mineralne vune;
- Zidova prema negrejanom prostoru (UZ1 i UZ2) postavljanjem *Multipor* termoizolacionih ploča;
- Međuspratne konstrukcije iznad negrejanog prostora (MK1 – MK9) postavljanjem kamene mineralne vune;

- Ravnog krova (MK10) izradom lake čelične krovne konstrukcije i
- Predviđena je i zamena svih prozora i vrata adekvatnom PVC stolarijom.

U narednoj tabeli dat je pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta pre i posle energetske sanacije.

Tabela 1. 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	1,211	0,321	0,40	ne	da
SZ2	1,529	/	0,40	ne	/
SZ3	1,969	0,357	0,40	ne	da
SZ _{4d}	/	0,231	0,40	/	da
UZ1	1,391	0,541	0,55	ne	da
UZ2 _a	0,728	0,538	0,55	ne	da
UZ2 _b	0,720	0,541	0,55	ne	da
MK1	0,736	0,391	0,40	ne	da
MK2	0,705	0,382	0,40	ne	da
MK3	0,757	0,397	0,40	ne	da
MK4	0,752	0,396	0,40	ne	da
MK5	0,776	0,4	0,40	ne	da
MK6	0,742	0,391	0,40	ne	da
MK7	0,799	0,406	0,40	ne	ne
MK8	0,795	0,405	0,40	ne	ne
MK9	0,787	0,393	0,40	ne	da
MK10	0,392	/	0,20	ne	/
P1	3,5	1,426	1,50	ne	da
P2 _d	/	1,296	1,50	/	da
V1	3,5	1,410	1,50	ne	da
V2	3,5	1,420	1,50	ne	da
V3	3,0	1,5	1,60	ne	da
KK1 _d	/	0,131	0,20	/	da

Legenda:

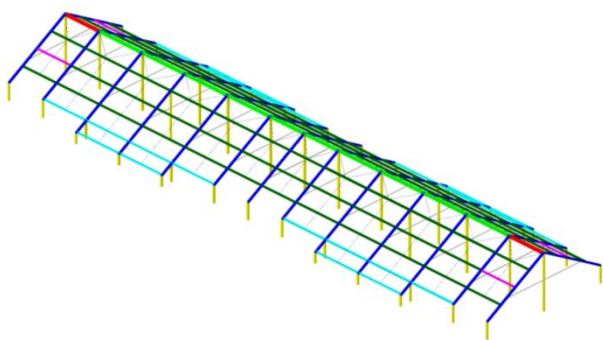
- Up - koeficijent prolaza toplote pre sanacije
- Us - koeficijent prolaza toplote nakon sanacije
- U_{max} - max dozvoljeni koeficijent prolaza toplote
- p - zadovoljenje uslova pre sanacije
- s - zadovoljenje uslova nakon sanacije
- SZ - spoljašnji zid
- UZ - unutrašnji zid
- MK - međuspratna tavanica
- P - prozori
- V – vrata
- KK1_d – kosi krov, dogradnja

5. PROJEKAT NADOGRADNJE

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje čelične konstrukcije lakog krova zadate osnove.

Konstrukcija krova sastoji se od tri tipa ramova ukupnog raspona 11,8 m, 13,8 m i 13,8 m respektivno. Raster ramova u podužnom pravcu je definisan položajem vertikalnih serklaža postojećeg objekta i iznosi 3,55 m + 4x4,45 m + 2x3,55 m + 4x4,45 m + 3,55 m. Nagib krovne ravni je 30° sa odvodnjavanjem pomoću oluka sa spoljne strane objekta. Visina korisnog prostora je promenljiva i iznosi od 1,0 m do 2,7 m. Na slici broj 6 prikazan je 3D model konstrukcije krova.

Svi elementi konstrukcije krova su modelirani kao linijski elementi sa odgovarajućim uslovima oslanjanja i prenosa opterećenja definisanih u daljem tekstu.



Slika 6. 3D model konstrukcije krova

Za rožnjače su usvojeni HOP [180x80x4 mm. Rožnjače su projektovane kao kontinualne grede na dva polja i kao proste grede, dominantno opterećene na savijanje u dve ravni. Zbog velikog nagiba krova u sredinama raspona predviđene su zatege RØ12. Za venčanicu su usvojeni HOP [180x60x4 mm. Slemenjača nije pridržana zategom na sredini. Za slemenjaču su usvojeni HOP [180x80x4 mm. Svaka druga rožnjača je u podužnom pravcu smaknuta za jedno polje kako bi se opterećenje poprečnih ramova uprosečilo.

Za grede i stubove ramova su usvojeni HOP [150x150x4 mm. Ramovi su projektovani kao obostrano uklješteni u betonsku konstrukciju sa horizontalnom gredom na visini od 2,7 m.

Greda na visini 2,7 m ima ulogu nosača plafona i za nju su usvojeni HOP [100x100x4 mm. Ova greda je projektovna kao dve proste grede raspona 2x3,85 m i kao tri proste grede raspona 2x2,4 m + 1x3,0 m.

Opterećenje sa ramova na betonsku konstrukciju se prenosi preko anker ploča dimenzija $\neq 250 \times 250 \times 10$ mm. Anker ploče su ukrućene vertikalnim ukrućenjima debljine lima $t=5,0$ mm. Predviđeni su naknadno ugrađeni ankerni sistemi kod kojih se adhezija ostvaruje pomoću materijala za zalivanje. Dimenzije ankera su 4RØ16 dužine sidrenja 50 cm.

Predviđen je i montažni spreg koji ima ulogu da ukruti konstrukciju u podužnom pravcu u fazi montaže.

6. ZAKLJUČAK

Usvajanjem Pravilnika o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada koji je stupio na snagu 06. jula 2016. godine postavljeni su visoki standardi u pogledu zaštite fasada od požara. Merama koje su predviđene Pravilnikom, mogućnost prenošenja požara sa donjih na gornje spratove zgrade širenjem vatre kroz otvore na fasadi, kao i putem gorenja građevinskih materijala koji su ugrađeni u fasadu, je drastično smanjena.

Nakon energetske sanacije vrednosti godišnje potrošnje finalne energije za grejanje drastično su smanjene. U tabeli broj 2 prikazani su rezultati proračuna pre i nakon energetske sanacije objekta.

Tabela 2. Pregled potrebne količine energije za grejanje objekta pre i posle sanacije

	GP [kWh/a]	SGPE [kWh/m ² a]	RGPE [%]	R
p	234968	99	140	D
s	115849	41	58	C

Nakon primene navedenih sanacionih mera u svrhu unapređenja energetske efikasnosti objekta, on će u potpunosti zadovoljiti energetske zahteve za postojeće zgrade prema *Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada*, "Sl.glasnik RS", br.061/2011, i preći iz energetskog razreda D u energetski razred C.

7. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [2] Inženjerska komora Srbije: Predavanja za obuku o energetskej efikasnosti zgrada, Beograd, 2012.
- [3] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Radonjanin V., Malešev M.: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, tom 1 - Priručnik, tom 2 - Prilozi, Univerzitetska štampa, Beograd, 1995.
- [6] Buđevac D.: Metalne konstrukcije u zgradarstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 2000.
- [7] Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada (Sl. glasnik RS br. 59/16)
- [8] Zakon o zaštiti od požara ("Sl. glasnik RS", br. 111/2009 i 20/2015)
- [9] Zakon o izmenama i dopunama zakona o zaštiti od požara
- [10] Rešenja i proizvodi KnaufInsulation: (pristupljeno u januaru 2017.) www.knaufinsulation.rs

Kratka biografija:



Mina Ljubisavljević rođena je u Kragujevcu 1991. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije odbranila je 2017.god.

**IZBOR OPTIMALNOG PROCESA BETONIRANJA NA PRIMJERU
AB SPORTSKE HALE****HOISE OF OPTIMUM CONCRETING PROCESS ON THE EXAMPLE REINFORCED
CONCRETE SPORTS HALL**

Radenko Kovačević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Osnovni zadatak ovog rada jeste izbor optimalnog procesa betoniranja pri izradi konstrukcije AB sportske hale sa aspekta mjesta i načina proizvodnje svježe betonske mase. U ovom radu biće prikazana ekonomska analiza, te analiza vremena i kvaliteta tri moguće varijante spoljašnjeg transporta betona u posmatranom tehnološkom procesu, što će usloviti i više načina izvršenja radova na izradi objekta odnosno betoniranju elementa, a samim tim uticati i na dinamiku građeja.

Abstract – The subject of this work is choice of optimum concreting process in construction works on the example reinforced concrete sports hall from the aspect where and how fresh concrete is made. In this work is presented financial analysis and analysis of time and quality three possibly variants of external concrete transport in observed process. As result of this analysis is more different concreting ways what is going to influence on building dynamics as well.

Keywords: Optimum concreting process, production of concrete, external concrete transport, financial analysis

1. UVOD

Određeni građevinski projekat uspješno se realizuje pažljivom analizom svih parametara, a da bi se izveo neophodno je obratiti pažnju i uzeti u obzir niz okolnosti i djelatnosti koje obuhvata tehnologija i organizacija građenja.

Tok građenja svakog objekta prolazi kroz četiri faze. Pažnja ovog rada posvećena je drugoj fazi građenja, u kojoj su predviđeni radovi na izradi svih dijelova konstrukcije. Pripremni, zemljani i završni radovi neće biti detaljno analizirani.

Da bi organizovali gradilište na najefikasniji i najoptimalniji način potrebno je izvršiti detaljne analize koje zavise od:

- Karakteristike lokacije,
- Karakteristike objekta,
- Raspoložive mehanizacije, opreme i privremenih objekata,
- Ljudskih resursa,
- Dinamike građenja.

NAPOMENA:

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

2. TEHNOLOGIJA IZGRADNJE OBJEKTA**2.1. Opšta podjela građevinskih radova**

Sve vrste radova uopšte, kao i u slučaju izgradnje objekta koji je predmet ovog projekta tehnologije i organizacije, možemo svrstati u tri kategorije: građevinski (grubi) radovi, instalaterski i završni (zanatski) radovi. U ovom radu je posebna pažnja data betonskim radovima te se o drugim radovima nije detaljiziralo.

2.2. Betonski radovi

Svi betonski i armiranobetonski radovi moraju biti izvedeni prema važećim standardima za beton i armirani beton. Dimenzije elementa moraju odgovarati projektovanom, a kvalitet ugrađenog betona se ispituje provjeravanjem kontrolnih kocki u ovlaštenoj laboratoriji.

Spravljanje betona se vrši u postojećoj fabrici betona ili u jednoj od fabrika betona postavljenih na gradilištu koje su privremenog karaktera. Ugradnja betona u svim slučajevima se vrši pumpom za beton.

2.3. Tehnologija betonskih radova

Izvođenje betonskih radova na licu mjesta je u većoj ili manjoj mjeri prisutno pri izgradnji objekata, te je potrebno od samog početka voditi računa o tehnologiji u cilju optimizacije cjelokupnog proizvodnog procesa.

U radu je na neki način iz tehnološkog procesa izdvojen i analiziran spoljašnji transport i analiza cijena u okviru tehnološke linije za proizvodnju, spoljašnji i unutrašnji transport i ugrađivanje svježe betonske mase pri izradi konstrukcije sportske hale, da bi se došlo do optimalnog procesa betoniranja odnosno minimalizacije vremena i troškova izvođenja.

2.4. Proizvodnja svježe betonske mase

Potencijalni načini proizvodnje betona su proizvodnja u stacioniranoj fabrici betona "MAJNEKS", samohodnoj auto mješalici-carmix ili mobilnoj fabrici betona. Druga dva se nameću kao moguća racionalna rješenja iz razloga lokacije stacionirane fabrike betona koja je od gradilišta udaljena 43 km.

2.5. Transport svježe betonske mase

Sam izbor načina transporta betona se mora izvršiti u najranijoj fazi projektovanja organizacije radova jer prostorom koji angažuje i vremenom realizacije utiče na usvajanje komponenti ostalih proizvodnih procesa koje treba isplanirati.

Transport betona od mjesta proizvodnje do mjesta ugradnje može se podijeliti na spoljašnji i unutrašnji. Sredstva za obavljanje spoljašnjeg transporta, koja se obično koriste, su specijalna vozila za prevoz svježe betonske mase, tzv. auto-mješalice. Spoljašnji transport se obavlja sa osam auto mješalica. Unutrašnji transport podrazumijeva transport betona unutar gradilišta do mjesta njegove ugradnje.

3. TEHNIČKI OPIS USLOVA GRAĐENJA

3.1. Lokacija i gabariti

Izgradnja sportske dvorane predviđena je na katastrskoj parceli 3357 K.O. Čajniče, opština Čajniče, Republika Srpska. Sportska dvorana nalazi se u neposrednoj blizini Osnovne škole „Jovan Dučić“.

Na tom mjestu trenutno postoji asfaltirano sportsko igralište. U blizini buduće dvorane, sa zapadne strane nalaze se stambene kuće. Objekat je stalnog karaktera sa gabaritom 28,20x44,10 m. Površina objekta je 1.243,62 m². Ukupna visina objekta iznosi 15,43m.

Građevinska parcela ima obezbjeđen pristup sa javne površine.

Za komunikaciju oko objekta predviđena je saobraćajnica kojom se stiže i do kotlovnice, kako bi se dopremio ogrev, što je bio jedan od zadataka. Na platou ispred sjeverne fasade predviđena su parking mjesta.

4. OPIS OBJEKTA I PRIMJENJENE MEHANIZACIJE

4.1. Opis objekta

Objekat je projektovan u skeletnom sistemu, koncipiran na armiranobetonskim stubovima, zidovima i gredama. Svi stubovi su oslonjeni na armiranobetonske temelje samce. Armiranobetonska ploča na koti ±0.00 projektovana je debljine d=15cm. Zidovi ispunjeni će se raditi od giter bloka, d_z=25cm. Pregradni zidovi će se raditi od giter bloka, d_z=20cm, i betonskog bloka, d_z=12cm. Plafoni u svim prostorijama će se raditi od gips-kartonskih ploča.

Krov sportske dvorane je lučnog oblika, a čine ga tropojasne lučne rešetke i dvopojasne rešetkaste rožnjače. Kao krovni pokrivač predviđen je krovni sendvič panel, d=8cm.

4.2. Opis mehanizacije

4.2.1. Stacionirana fabrika betona "MAJNEKS"

Fabrika betona "MAJNEKS" se nalazi u Foči na oko 43 km udaljenosti od gradilišta. Fabrika je u potpunosti automatizovana i ima proizvodni kapacitet 45 m³/h. U procesu proizvodnje materijalu se mjeri postotak vlažnosti i automatski se vrši korekcija vode potrebne za mješanje betona.

Fabrika raspolaže sa osam auto miksera za beton kapaciteta od 6-10 m³. Kvalitet betona se ispituje u IMK Sarajevo po čijim receptima se i pravi beton.

4.2.2. Samohodna auto mješalica-carmix

U našem slučaju na raspolaganju je italijanska samoutovarna automješalica DIECI L-4700 4x4, dobro očuvana sa manje od 2000 radnih sati i kapaciteta bubnja od 3,5 m³, te ciklusom miješanja od 6 minuta. Njen praktični učinak je:

$$U_p = 60 / (6 \times 3,5 \times 0,80 \times 0,85 \times 0,91 \times 0,90 \times 0,78) = 15,20 \text{ m}^3/\text{h}.$$

4.2.3. Mobilna auto betonara sa uređajem za podizanje agregata

Kao još jedno od mogućih rješenja koje smo uzeli u obzir pri ovoj analizi jeste prenosna autobetonara sa uređajem za podizanje agregata.

Radi se o postrojenju gdje su svi elementi postavljeni na samohodna ili prikolična sredstva koja se lako transportuju i na licu mjesta jednostavno stavljaju u pogon bez potrebe za montažom i kasnijom demontažom.

Fabrika betona ima rezervoar za vodu, skladište za cement i koševu za agregat. Opremljena je mješalicom za ciklusnu proizvodnju sa prinudnim mješanjem i sa vertikalnom osom rotacije i pokretnom trakom za pražnjenje. Kapacitet proizvodnje svježe betonske mase je od 20 do 30 m³/h.

4.2.4. Mašine za transport i ugradnju

Fabrika betona „MAJNEKS“ raspolaže sa osam auto-mješalica kapaciteta 2x6,00m³, 3x9,00 m³ i 3x10,00 m³.

Ugradnja betona bez obzira na način i mjesto proizvodnje će se vršiti pumpom za beton „ELBA“ teorijskog učinka 45,00 m³/h.

Ukupna količina betona koja će se upotrijebiti za izgradnju ovog objekta je 1022,50 m³, od čega je 895,67 m³ marka betona MB30, a 126,83 m³ marka betona MB20.

5. ANALIZA VARIJANTNIH PROCESA BETONIRANJA

Analiza tehnoloških procesa obuhvata sljedeće korake: prijedloge tehnoloških procesa, analiza pojedinih procesa, proračun vremena i troškova, poređenje i izbor optimalnog tehnološkog procesa.

5.1. Opis betoniranja pri izradi konstrukcije

Konstrukcija sportskog objekta je skeletna, armiranobetonska, rađena na licu mjesta. Osnovni konstruktivni elementi su temelji samci, temeljne trake, temeljne grede, temeljna ploča, AB stubovi, AB zidovi, AB grede, ploča tribina, AB stepenište, trotoar, tunelski prolaz, potporni zidovi i trotoari.

5.2. Analiza cijena za izbor optimalnog procesa betoniranja

Za izbor optimalnog procesa betoniranja radi se analiza cijena u procesu SPRAVLJANJE-TRANSPORT BETONA, sa posebnim osvrtom na spoljašnji transport betona do gradilišta.

Cijena betona iz fabrike betona "MAJNEKS" je 65 €/m³ za MB30 i 55 €/m³ za MB20. Cijena betona proizvedenog u samohodnoj auto mješalici-carmix je 56,70 €/m³ za MB30 i 47,17 €/m³ za MB20. Cijena betona proizvedenog u mobilnoj betonari na gradilištu je 56,90 €/m³ za MB30 i 47,40 €/m³ za MB20.

5.3. Analiza ciklusa vremena prilikom proizvodnje betona

Pri vremenskoj analizi uzeti su u obzir praktički učinci mašina za proizvodnju, prevoz i ugradnju betona, pravilno je napravljen plan betoniranja u skladu sa količinama betona potrebnih za pojedine pozicije.

5.4. Analiza troškova betoniranja

5.4.1. Analiza troškova betoniranja betonom iz FB "MAJNEKS"

Tabela 1. Prikaz troškova pri betoniranju betonom iz FB "MAJNEKS"

ANALIZA TROŠKOVA						
Količina betona Q [m ³]	Marka betona	Jedinična cijena betona [€/m ³]	Ukupna cijena [€]	Potrebno vrijeme [dani]	Potrebno vrijeme [sati]	Cijena po satu [€/h]
BETONIRANJE PODLOŽNOG BETONA TEMELJA SAMACA I TEMELJNIH TRAKA						
2,83	MB20	55,00	€ 155,65	1	0,09	€ 1.650,00
BETONIRANJE TEMELJNIH TRAKA I TEMELJA SAMACA						
125,16	MB30	65,00	€ 8.135,40	1	4,17	€ 1.950,00
BETONIRANJE TEMELJNIH GREDA						
23,47	MB30	65,00	€ 1.525,55	1	0,78	€ 1.950,00
BETONIRANJE PODLOŽNOG BETONA TEMELJNE PLOČE POS 000						
124,00	MB20	55,00	€ 6.820,00	1	4,13	€ 1.650,00
BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE POS 000						
189,57	MB30	65,00	€ 12.322,05	1	6,32	€ 1.950,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 100						
123,10	MB30	65,00	€ 8.001,50	1	4,10	€ 1.950,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 100						
71,50	MB30	65,00	€ 4.647,50	1	2,38	€ 1.950,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 200						
31,87	MB30	65,00	€ 2.071,55	1	1,06	€ 1.950,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 200						
14,30	MB30	65,00	€ 929,50	1	0,48	€ 1.950,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 300						
22,52	MB30	65,00	€ 1.463,80	1	0,75	€ 1.950,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 300						
11,44	MB30	65,00	€ 743,60	1	0,38	€ 1.950,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 400						
21,88	MB30	65,00	€ 1.422,20	1	0,73	€ 1.950,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 400						
17,16	MB30	65,00	€ 1.115,40	1	0,57	€ 1.950,00
BETONIRANJE POTPOVRNIH ZIDOVA I						
80,00	MB30	65,00	€ 5.200,00	1	2,67	€ 1.950,00
BETONIRANJE POTPOVRNIH ZIDOVA II						
80,00	MB30	65,00	€ 5.200,00	1	2,67	€ 1.950,00
BETONIRANJE POTPOVRNIH ZIDOVA III						
72,50	MB30	65,00	€ 4.712,50	1	2,42	€ 1.950,00
BETONIRANJE TROTOARA						
11,20	MB30	65,00	€ 728,00	1	0,37	€ 1.950,00

5.4.2. Analiza troškova betoniranja betonom iz samohodne auto mješalice

Tabela 2. Prikaz troškova pri betoniranju betonom iz samohodne auto mješalice (u sledećoj koloni)

ANALIZA TROŠKOVA							
Količina betona Q [m ³]	Marka betona	Jedinična cijena betona [€/m ³]	Dodatni troškovi lako posljedič a čekanja [€]	Ukupna cijena [€]	Potrebno vrijeme [dani]	Potrebno vrijeme [sati]	Cijena po satu [€/h]
BETONIRANJE PODLOŽNOG BETONA TEMELJA SAMACA I TEMELJNIH TRAKA							
2,83	MB20	47,17	€ -	€ 133,49	1	0,19	€ 716,98
BETONIRANJE TEMELJNIH TRAKA I TEMELJA SAMACA							
125,16	MB30	56,70	€ -	€ 7.096,57	1	8,23	€ 861,84
BETONIRANJE TEMELJNIH GREDA							
23,47	MB30	56,70	€ 50,00	€ 1.380,75	1	1,54	€ 894,22
BETONIRANJE PODLOŽNOG BETONA TEMELJNE PLOČE POS 000							
124,00	MB20	47,17	€ -	€ 5.849,08	1	8,16	€ 716,98
BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE POS 000							
189,57	MB30	56,70	€ 282,00	€ 11.030,62	1	12,47	€ 884,45
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 100							
123,10	MB30	56,70	€ -	€ 6.979,77	1	8,10	€ 861,84
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 100							
71,50	MB30	56,70	€ -	€ 4.054,05	1	4,70	€ 861,84
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 200							
31,87	MB30	56,70	€ -	€ 1.807,03	1	2,10	€ 861,84
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 200							
14,30	MB30	56,70	€ -	€ 810,81	1	0,94	€ 861,84
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 300							
22,52	MB30	56,70	€ 50,00	€ 1.326,88	1	1,48	€ 895,59
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 300							
11,44	MB30	56,70	€ -	€ 648,65	1	0,75	€ 861,84
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 400							
21,88	MB30	56,70	€ 50,00	€ 1.290,60	1	1,44	€ 896,57
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 400							
17,16	MB30	56,70	€ 50,00	€ 1.022,97	1	1,13	€ 906,13
BETONIRANJE POTPOVRNIH ZIDOVA I							
80,00	MB30	56,70	€ -	€ 4.536,00	1	5,26	€ 861,84
BETONIRANJE POTPOVRNIH ZIDOVA II							
80,00	MB30	56,70	€ -	€ 4.536,00	1	5,26	€ 861,84
BETONIRANJE POTPOVRNIH ZIDOVA III							
72,50	MB30	56,70	€ -	€ 4.110,75	1	4,77	€ 861,84
BETONIRANJE TROTOARA							
11,20	MB30	56,70	€ 50,00	€ 685,04	1	0,74	€ 929,70

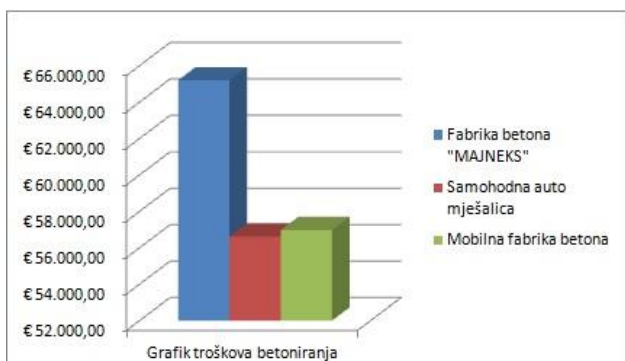
5.4.1. Analiza troškova betoniranja betonom iz mobilne fabrike betona na gradilištu

Tabela 3. Prikaz troškova pri betoniranju betonom iz mobilne fabrike betona na gradilištu

ANALIZA TROŠKOVA						
Količina betona Q [m ³]	Marka betona	Jedinična cijena betona [€/m ³]	Ukupna cijena [€]	Potrebno vrijeme [dani]	Potrebno vrijeme [sati]	Cijena po satu [€/h]
BETONIRANJE PODLOŽNOG BETONA TEMELJA SAMACA I TEMELJNIH TRAKA						
2,83	MB20	47,40	€ 134,14	1	0,09	€ 1.422,00
BETONIRANJE TEMELJNIH TRAKA I TEMELJA SAMACA						
125,16	MB30	56,90	€ 7.121,60	1	4,17	€ 1.707,00
BETONIRANJE TEMELJNIH GREDA						
23,47	MB30	56,90	€ 1.335,44	1	0,78	€ 1.707,00
BETONIRANJE PODLOŽNOG BETONA TEMELJNE PLOČE POS 000						
124,00	MB20	47,40	€ 5.877,60	1	4,13	€ 1.422,00
BETONIRANJE TEMELJNE PLOČE POS 000						
189,57	MB30	56,90	€ 10.786,53	1	6,32	€ 1.707,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 100						
123,10	MB30	56,90	€ 7.004,39	1	4,10	€ 1.707,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 100						
71,50	MB30	56,90	€ 4.068,35	1	2,38	€ 1.707,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 200						
31,87	MB30	56,90	€ 1.813,40	1	1,06	€ 1.707,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 200						
14,30	MB30	56,90	€ 813,67	1	0,48	€ 1.707,00

BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 300						
22,52	MB30	56,90	€ 1.281,39	1	0,75	€ 1.707,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 300						
11,44	MB30	56,90	€ 650,94	1	0,38	€ 1.707,00
BETONIRANJE VERTIKALNIH ELEMENATA NIVO 400						
21,88	MB30	56,90	€ 1.244,97	1	0,73	€ 1.707,00
BETONIRANJE HORIZONTALNIH ELEMENATA NIVO 400						
17,16	MB30	56,90	€ 976,40	1	0,57	€ 1.707,00
BETONIRANJE POTPORNIH ZIDOVA I						
80,00	MB30	56,90	€ 4.552,00	1	2,67	€ 1.707,00
BETONIRANJE POTPORNIH ZIDOVA II						
80,00	MB30	56,90	€ 4.552,00	1	2,67	€ 1.707,00
BETONIRANJE POTPORNIH ZIDOVA III						
72,50	MB30	56,90	€ 4.125,25	1	2,42	€ 1.707,00
BETONIRANJE TROTOARA						
11,20	MB30	56,90	€ 637,28	1	0,37	€ 1.707,00

6. IZBOR OPTIMALNOG PROCESA BETONIRANJA



Slika 1. Grafik ukupnih troškova betoniranja

Sa grafika možemo vidjeti da je najekonomičnija varijanta za betoniranje elemenata sportske hale upotreba betona proizvedenog u samohodnoj auto mješalici. Međutim potrebno vrijeme za betoniranje na ovaj način je skoro duplo duže u odnosu na ostala dva slučaja. Ako uzmemo u obzir i činjenicu da je samohodnom auto mješalicom dozvoljena samo proizvodnja betona kategorije B.I. i u ovom slučaju marke MB20 bez naknadnih ispitivanja i da bi za proizvodnju betona kategorije B.II. i marke MB30 bilo porebno uspostaviti konstantnu vezu sa laboratorijom za beton, kako bi stručni tim sa gradilišta mogao da šalje uzorke betona i druge podatke o betonu na provjeru u laboratoriju i da sve to zasigurno nije finansijski zanemarljiva činjenica izbor ove varijante proizvodnje betona bi bio neprihvatljiv.

Ako pogledamo da je proizvodnja betona u mobilnoj betonari skuplja za samo 300,00 €, a pri tom zahtjeva skoro duplo manje vremena, ovaj način se nameće kao optimalan izbor. Uzimanje betona iz fabrike betona „MAJNEKS“ je vidno skuplja varijanta, sa grafika se vidi za oko 15%, a uzevši i činjenicu da nije vremenski povoljnija i ovo varijantno rješenje se odbacuje.

Sagledavši sve činjenice kao konačan izbor za betoniranje AB elemenata sportske hale usvaja se proizvodnja betona u mobilnoj fabrici betona sa uređajem za automatsko doziranje komponenti za beton FABO TURBOMIX 30.

7. LITERATURA

- [1] Trivunić, M., Matijević, Z.: *“Tehnologija i organizacija građenja”* praktikum, br. 126 Univerzitet u Novom Sadu, FTN izdavaštvo, 2006.
- [2] Igor N. Peško, *Tehnologija izvođenja grubih građevinskih radova*, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2016
- [3] Arizanović D.: *“Tehnologija građevinskih radova”*, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1997.
- [4] Muravljev M.: *“Osnovi teorije i tehnologije betona”*, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
- [5] Flašar A., Vuković S., Brana P.: *“Proučavanje tehnoloških procesa u građevinarstvu”*, Posebno izdanje br. 8, FTN-iig, Novi Sad, 1985.
- [6] Zdravko Linarić, *Građevinski strojevi*, školska knjiga, Zagreb
- [7] Držislav Vidaković, *Samouslužujuće autobetonare*, Građevinski fakultet, Osijek
- [8] Kovač B., Brana P., Vidaković D., *elektronski udžbenik: “Tehnologija građenja”*, Građevinski fakultet u Osijeku, 2006.
- [9] Marasović Z., Skuzin Ž., *elektronski udžbenik: “Organizacija građenja”*, 2001.
- [10] *“Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja”*, Građevinska knjiga, Beograd, 2002.
- [11] *“Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja”*, Građevinska knjiga, Beograd, 1985.
- [12] Trbojević B.: *“Građevinske mašine, Građevinska knjiga”*, Beograd, 1988.
- [13] <http://gramak.grf.bg.ac.yu/>, *elektronski udžbenik, Građevinski fakultet i Ministarstvo za nauku i tehnologiju*, prof. dr Prašćević Ž., doc. dr Đorđević Z. i dr., 1996

Kratka biografija:



Radenko Kovačević rođen je u Mrkonjić Gradu 1989. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije završio je 2013. god. Trenutno student master studija na smjeru Organizacija i tehnologija građenja i zaposlen u građevinskoj firmi za projektovanje i izvođenje objekata visokogradnje.

IDEJNO REŠENJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA NASELJA ČURUG**CONCEPTUAL DESIGN OF WASTE WATER TREATMENT PLANT OF SETTLEMENT ČURUG**

Zoltan Majer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: GRAĐEVINARSTVO - HIDROTEHNIKA

Kratak sadržaj: U radu je predstavljeno idejno rešenje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja Čurug. Definisan je cilj i zadatak projekta. Izložen je opis usvojenog tehničkog rešenja. Prikazan je hidraulički proračun, izvršeno je dimenzionisanje svih objekata i prateće hidrotehničke opreme u sklopu postrojenja i priloženi su grafički prilozi istih. Proračun i dimenzionisanje su vršeni na osnovu nemačkih standarda i u skladu sa važećim Direktivama Evropske Komisije. Izloženo je završno razmatranje problematike projektovanja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, dobijenih vrednosti i usvojenih tehničkih rešenja.

Abstract: The project presents a conceptual design of waste water treatment of settlement Čurug. Aim and objective of the project has been defined. Description of the adopted technical plan has been given. Hydraulic calculations and dimensioning of all facilities and supporting equipment within the plant have been presented accompanying with the drawings of them. Calculation and dimensioning were carried out based on German standards and in compliance with the applicable Directives of the European Commission. Final deliberation of the problem of designing plants for waste water treatment, the calculated values and the adopted technical solutions have been presented.

Cljučne reči: Otpadne vode, konvencionalna metoda, postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, crpna stanica, hidraulički proračun, Čurug

1. PREDMET RADA

Naselje Čurug se nalazi na desnoj obali reke Tise u Bačkoj i pripada opštini Žabalj. Kanalizacioni sistem je separacioni, odnosno postoji odvojeni sistem za fekalnu kanalizaciju, dok se odvođenje atmosferskih padavina reguliše mrežom otvorenih kanala pored saobraćajnica.

Sa ciljem, da se prekine dalja degradacija i zaštite okolno zemljište, površinske i podzemne vode, zatim poveća komunalni standard, odnosno kvalitet življenja u naselju, potrebno je izraditi idejni projekat za izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Matija Stipić.

Predmet ovog rada jeste izrada idejnog rešenja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda naselja Čurug. Projekat treba da sadrži sve neophodne i prateće sadržaje postrojenja i predloženo rešenje mora zadovoljiti sve zakonske uslove predviđene za ovakva postrojenja i sve uslove zaštite životne sredine.

2. UVOD

Voda je osnovni uslov postojanja svakog živog bića, pa i čoveka. Nivo životnog standarda nekog naselja tj. nivo ekonomskog i tehnološkog razvoja direktno zavisi od toga, u kojoj meri su zadovoljene potrebe za vodom. Konstantan porast broja stanovništva, poboljšanje životnog standarda i razvoj ekonomije i industrije dovode do stalnog povećanja potrebe za vodom. Rastuća potrošnja vode zatim ima za posledicu sve veće količine otpadne vode i ona u neprečišćenom obliku sadrži obilje materija, koje ugrožavaju biljni i životinjski svet i mogu drastično uticati na ekosistem. U cilju zaštite životne sredine i postojećih vodnih resursa, otpadnu vodu je neophodno, pre vraćanja u recipijent, prečistiti.

3. OTPADNE VODE**3.1. Poreklo i sastav otpadne vode**

Otpadne vode podrazumevaju sve vode, koje putem raznih ljudskih aktivnosti imaju promenjene fizičke, hemijske i biološke osobine. Nastaju od čiste vode upotrebom u naseljima, poljoprivredi, industriji ili oticanjem sa površina zemljišta.

Zagađivači, koji se nalaze u otpadnoj vodi, se svrstavaju u sledeće kategorije: suspendovane materije, biorazgradiva organska jedinjenja, bionerazgradiva organska jedinjenja, rastvorene neorganske materije, nutrijenti, toksične materije i patogeni mikroorganizmi.

3.2. Klasifikacija otpadnih voda

Otpadne vode nastaju raznim ljudskim aktivnostima u najrazličitijim okolnostima. Ove okolnosti direktno određuju njihov kvantitet, kvalitet (sastav i karakteristike) i način evakuacije. Najčešće se otpadne vode klasifikuju prema poreklu na: komunalne, industrijske, atmosferske i infiltracione otpadne vode.

Komunalne otpadne vode potiču iz domaćinstava i ostalih javnih objekata u sklopu jedne urbane sredine, kao i od javnih aktivnosti (pranje ulica i ostalih javnih površina). Njih karakteriše približno konstantan sastav i kvantitet, koji je rezultat životnog standarda i ustaljenog načina življenja stanovništva neke urbane sredine.

Industrijske otpadne vode potiču iz industrijskih kompleksa, kao nusprodukt tehnoloških procesa, rashladnih procesa, zatim kao sanitarne i otpadne vode iz postrojenja i od čišćenja opreme i postrojenja. Količina otpadnih voda iz industrije varira u velikoj meri na dnevnom nivou, ali i u dužem vremenskom periodu u zavisnosti od tehnologije i dinamike proizvodnje. Sastav se veoma razlikuje od komunalne otpadne vode i specifičan je za svaku granu industrije.

Površinsko spiranje nakon padavina, topljenja snega i leda stvara atmosfersku otpadnu vodu. Količina zavisi od nagiba terena, veličine slivnog područja, koficijenta nepropusnosti i intenziteta padavina.

Infiltracione otpadne vode imaju najčešće osobine podzemne vode. U slučajevima, kada nastaju usled površinskog spiranja, mogu biti zagađene u manjoj meri. U gradsku kanalizacionu mrežu dospevaju preko loše izvedenih spojeva cevovoda, šahtova i drugih objekata.

4. METODE PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

Prečišćavanje otpadnih voda podrazumeva skup mehaničkih, bioloških i hemijskih metoda, putem kojih se iz otpadne vode uklanjaju sve vrste zagađivača. Kompleks hidrotehničkih objekata, u kojima se odvijaju pomenuti procesi, se zove postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV u daljem tekstu).

Tehnološki proces prečišćavanja otpadne vode se obično deli na pet karakterističnih faza: pred-tretman, primarno prečišćavanje, sekundarno prečišćavanje, tercijarno prečišćavanje i tretman i odlaganje mulja. Ukoliko se prečišćena otpadna voda ponovo upotrebljava, može se predvideti faza dezinfekcije vode na kraju procesa.

4.1. Pred-tretman

Pred-tretman obuhvata postupke, kojima se obezbeđuju nesmetano tečenje otpadne vode kroz cevovode postrojenja i bezbedan rad opreme PPOV u daljem procesu prečišćavanja. U ovoj fazi se iz otpadne vode uklanjaju krupni materijali, lako taložive suspendovane čestice i ulja i masti sitima, rešetkama, peskolovima, mastolovima i separatorima ulja. U slučajevima, kada količina i opterećenje otpadne vode jako varira, predviđa se u ovoj fazi i egalizacioni bazen, koji ujednačava pomenute parametre.

4.2. Primarno prečišćavanje

Primarno prečišćavanje se vrši u primarnim taložnicima i tokom ove faze se iz otpadne vode uklanjaju suspendovane čestice i emulgovane materije taloženjem, filtracijom ili flotacijom. Ukoliko su prisutne toksične materije ili pH vrednost vode nije adekvatna, predviđaju se i hemijske metode (neutralizacija, oksidacija i hemijsko taloženje) za korigovanje ovih vrednosti.

4.3. Sekundarno prečišćavanje

Sekundarno prečišćavanje otpadne vode obuhvata biološke procese, kojima se uklanjaju koloidno dispergovana i rastvorena biološki razgradiva organska zagađenja. Postupci se zasnivaju na aktivnosti odgovarajuće mikroflore, koja kao svoj supstrat koristi biološki razgradive organske materije. Biološkom razgradnjom se iz otpadne vode može ukloniti i do 90% organskog zagađenja tj. nutritijenata (azotna i fosforna jedinjenja), koji su glavni uzročnici eutrofikacije.

Po načinu korišćenja kiseonika za biološku razgradnju zagađenja, razlikujemo aerobne i anaerobne procese, oni se dalje dele na postupke sa suspendovanom mikroflorom (aktivni mulj) i na postupke sa mikroflorom imobilisanom u inernom nosaču (biološka filtracija, biofilm).

4.4. Tercijarno prečišćavanje

Nakon tretmana upotrebljenih voda konvencionalnim metodama u okviru primarnog i sekundarnog prečišćavanja, tretirana voda i dalje sadrži određenu količinu zagađujućih materija u vidu nutritijenata (azot i fosfor), složenih organskih jedinjenja i jednostavnih neorganskih jona (Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} itd.). U slučajevima, kada je recipijent veoma podložan eutrofikaciji, pristupa se i tercijarnom prečišćavanju. Može se predvideti kao poseban stepen prečišćavanja nakon sekundarnog, ali se može i uključiti u sistem sekundarnog prečišćavanja. U zavisnosti od karaktera i količine preostalog zagađenja, postoji čitav niz postupaka: hemijsko taloženje, oksidacija, adsorpcija, jonska izmena, striping vazduhom, elektrodijaliza, reverzna osmoza i biološki postupci (nitrifikacija, denitrifikacija).

4.5. Tretman i odlaganje mulja

Mulj je grupni naziv za elemente zagađenja i njihove produkte u procesu prečišćavanja upotrebljene vode. Izdvaja se iz tečnosti putem sedimentacije ili flotacije u obliku manje ili više koncentrovane suspenzije.

Postupci za obradu mulja se mogu svrstati u tri grupe: postupci za smanjivanje zapremine i količine vode u mulju (ugušćivanje, obezvodnjavanje, kondicioniranje), postupci za stabilizaciju materija podložnih truljenju u mulju (anaerobno truljenje, aerobna stabilizacija, kompostiranje, gasifikacija, spaljivanje) i postupci za uništavanje patogenih mikroorganizama i parazita u mulju (termički i hemijski postupci, jonizujuće zračenje).

Odlaganje tretiranog mulja se može vršiti na sledeće lokacije: sanitarno deponovanje (privremeno odlaganje stabilizovanog mulja na predviđenu i prethodno adekvatno pripremljenu lokaciju) i odlaganje na zemljište (popunjavanje prirodnih i veštačkih depresija na terenu ili plansko razastiranje po poljoprivrednom, šumskom i degradiranom zemljištu u cilju poboljšanja njegovog kvaliteta).

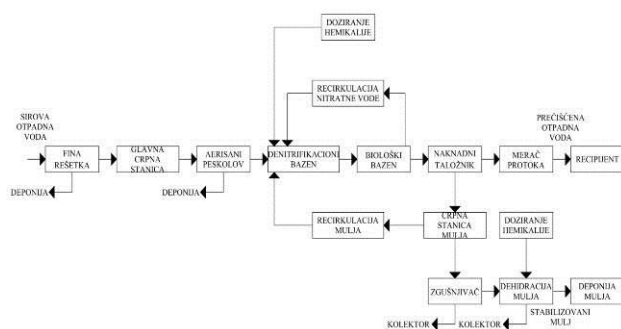
5. HIDROTEHNIČKO REŠENJE

5.1. Koncepcija usvojenog rešenja

Na osnovu podataka o količini i kvalitetu sirove otpadne vode, kao i o karakteristikama recipijenta, a prateći savremene trendove postupaka prečišćavanja otpadnih voda, usvojen je mehaničko-biološki postupak sa hemijskom defosforizacijom. Pred-tretman odnosno primarno prečišćavanje sirove otpadne vode će se vršiti rešetkom i aerisanim peskolovom sa istovremenim uklanjanjem masti i ulja.

Za sekundarno prečišćavanje je usvojen biološki tretman sa aktivnim muljem sa nitrifikacijom i denitrifikacijom (dubinska aeracija u biološkom bazenu). Defosforizacija će se vršiti simultano hemijskim putem. Za biološki mulj je predviđena stabilizacija totalnom oksidacijom mašinskim

putem sa trakastom filter presom i odlaganje na privremenu deponiju mulja u sklopu PPOV.



Slika 1: Blok šema PPOV Čurug

5.2. Parametri za projektovanje

S obzirom na negativan prirodni priraštaj, za svrhe projekta se usvaja minimalni natalitet od 0,5% i projektovani period od 25 godina. Shodno izloženim pretpostavkama, broj ekvivalentnih stanovnika za projektovani period iznosi:

$$ES = N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^T = 8882 \cdot \left(1 + \frac{0,5}{100}\right)^{25} = 10062 \text{ stanovnika}$$

Za specifičnu količinu otpadne vode iz domaćinstava (obuhvata i otpadnu vodu iz javnih ustanova, sitnih zanatskih radnji i infiltrirane vode u kanalizaciju) je usvojeno:

$$q_{\text{spec}} = 140 \text{ l/st,dan.}$$

Dotok vode iz industrije iznosi:

$$Q_{\text{ind}} = F_{\text{ind}} \cdot q_{\text{ind}} = 0,2 \text{ l/s,ha} \cdot 25 \text{ ha} = 5,0 \text{ l/s.}$$

Za vrednosti koeficijenata neravnomernosti je usvojeno:

$$k_d = 1,5 \text{ (koeficijent dnevne neravnomernosti) i}$$

$$k_h = 2,0 \text{ (koeficijent časovne neravnomernosti).}$$

Standardno opterećenje za sirovu otpadnu vodu se usvaja po preporukama "Smernica" [5]:

Tabela 1: Standardno opterećenje za sirovu otpadnu vodu

Parametar	Količina	Jed. mera
BPK ₅	60	[g/st,dan]
HPK	120	[g/st,dan]
sus. materije	70	[g/st,dan]
azot (N)	11	[g/st,dan]
fosfor (P)	2,5	[g/st,dan]

Na osnovu vrednosti prikazanih u prethodnoj tabeli, dobija se kvalitet sirove otpadne vode sledećih karkteristika:

Tabela 2: Kvalitet sirove otpadne vode

Parametar	Koncentracija	Jed. mera
BPK ₅	286	[mgO ₂ /l]
HPK	571	[mgO ₂ /l]
sus. materije	333	[mg/l]
azot (N)	52	[mg/l]
fosfor (P)	12	[mg/l]

Osnovni podaci merodavni za dimenzionisanje postrojenja su prikazani u sledećoj tabeli:

Tabela 3: Osnovni podaci za projektovanje

Protok otpadne vode	Količina	
Q _{max,dn}	2761,0 [m ³ /dan]	32,0 [l/s]
Q _{max,h}	230,0 [m ³ /h]	63,9 [l/s]
Q _{sr,dn}	1840,7 [m ³ /dan]	21,3 [l/s]
Q _{pr,h}	115,0 [m ³ /h]	32,0 [l/s]
Maseni protoci merodavnih zagađenja		
BPK ₅	603,7 [kg/dan]	
azot (N)	110,7 [kg/dan]	
fosfor (P)	25,2 [kg/dan]	

Zahtevani kvalitet prečišćene vode pri ispuštanju u recipijent je utvrđen po preporukama "Smernica" [5]:

Tabela 4: Zahtevani kvalitet prečišćene otpadne vode [5]

Parametar	Koncentracija	Jed. mera
BPK ₅	25	[mgO ₂ /l]
HPK	125	[mgO ₂ /l]
sus. materije	35	[mg/l]
azot (N)	15	[mg/l]
fosfor (P)	2	[mg/l]

5.3. Linija vode

Otpadna voda se iz naselja Čurug dostavlja do lokacije PPOV gravitacionim vodom Ø400. U sklopu glavne crpne stanice upotrebljena voda prvo nailazi na finu rešetku sa automatskim mehanizmom za čišćenje. Nakon toga iz glavne crpne stanice stiže potisnim cevovodom preko elektromagnetnog merača proticaja u aerisani peskolov, gde se ujedno odstranjuju i masti i ulja. Taloženje peska se vrši u podužnom kanalu peskolova, odakle se zgrtačem kontinualno evakuise, dok se masti i ulja zgrću sa površine vode. Nakupljeni pesak se iz peskolova mamut crpkom prebacuje u silos za pesak, a plutajuće materije i nakupljena masnoća u komoru za prikupljanje masnoća.

Otpadna voda se dalje preko oštroičnog preliava i izlivnog šahta peskolova uliva u denitrifikacioni bazen, gde se potopljenom muljnom pumpom sa kraja biološkog bazena internom recirkulacijom dodaje nitrifikovana smeša. Denitrifikacioni bazen nije aerisan, da bi se izbeglo istaložavanje, a mešanje se vrši sa dve mešalice.

Nakon denitrifikacionog bazena se otpadna voda preliava u biološki bazen, gde se aeriše pomoću aeracionih ploča montiranih na dnu bazena. Aeracijom se vrši obogaćivanje vode rastvorenim kiseonikom, ali ona ima i ulogu mešanja, naime udvavanje vazduha izaziva turbulenciju i na taj način održava biološki mulj u suspenziji.

Iz biološkog bazena otpadna voda preko oštroičnog preliava stiže u sabirni šaht, pa u centralnu komoru naknadnog taložnika. Umirivači toka dalje sprovode vodu u naknadni taložnik, gde ona struji radijalno iz centra prema periferiji taložnika i dolazi do istaložavanja mulja na dnu taložnika. Istaloženi mulj se kontinuirano evakuise radijalnim zgrtačima u centralnu taložnu komoru, odakle gravitaciono teče u crpnu stanicu mulja. Istovremeno se sa površine skida pena i usmerava takođe u crpnu stanicu mulja.

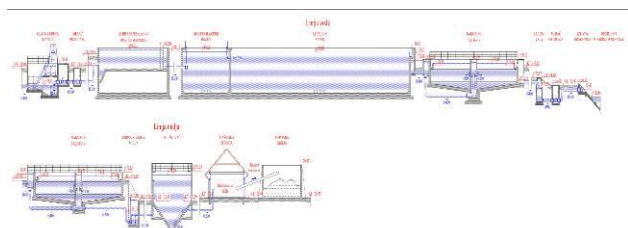
Prečišćena i izbistrena voda se dalje preliava u sabirni kanal, zatim u izlivni šaht naknadnog taložnika, odakle gravitaciono teče kroz elektromagnetni merač proticaja i uliva se u meliorativni kanal tj. recipijent.

5.4. Linija mulja

Iz crpne stanice mulja se za potrebe održavanja neophodne koncentracije mulja u denitrifikacionom tj. biološkom bazenu recirkuliše mulj do denitrifikacionog bazena (eksterna recirkulacija). Višak mulja se evakuise do zgušnjivača, gde se ugušćuje do potrebne koncentracije za dalju obradu, a izdvojena nadmuljna vode se preliiva u internu kanalizaciju.

Posle izvlačenja mulja iz zgušnjivača vijčanom pumpom sledi mašinska dehidratacija trakastom filter presom. Presovani mulj se zatim transportuje trakastim transporterom na internu deponiju mulja. Interna deponija mulja se povremeno prazni odvoženjem stabilizovanog mulja na unapred predviđenu lokaciju deponije mulja.

Pored objekata linije vode i mulja se predviđa gradnja i komandne i mašinske zgrade. Komandna zgrada služi za dnevni boravak osoblja, nadgledanje procesa prečišćavanja (glavni upravljački orman), laboratoriju za prikupljanje uzoraka, ostavu za alat i sanitarni čvor. U mašinskoj zgradi se nalazi kompletna mašinska oprema, neophodna za funkcionisanje PPOV (generator električne struje, kompresor mamut srpke, kompresor za aerisanje peskova, duvaljke za aerisanje biološkog bazena, pumpa za mamut crpku, oprema za doziranje hemikalija i oprema za dehidrataciju mulja).



Slika 2: Linija vode i mulja

6. ZAKLJUČAK

Nakon pažljivog razmatranja merodavnih parametara (količina i kvalitet sirove otpadne vode, karakteristike recipijenta itd.) odabrana je konvencionalna metoda prečišćavanja (mehaničko-biološki postupak sa hemijskom defosforizacijom). Ova metoda je često primenjivana za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda naselja male i srednje veličine u regionu i postoji veliki broj pozitivnih iskustava. Metoda je povoljna za prečišćavanje upotrebljenih voda male i srednje zagađenosti, a proces je veoma fleksibilan, jer postoji veliki broj varijacija i može da se prilagodi većini slučajeva u praksi.

Dimenzionisanje objekata PPOV se vršilo po "Smernicama za dimenzionisanje jednostepenih bioloških uređaja za prečišćavanje otpadnih voda kapaciteta iznad 5.000 ES" Udruženja za otpadne vode iz Savezne Republike Nemačke (Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5000 Einwohnerwerten, Regelwerk-Abwasser-Abfall-Arbeitsblatt A131, februar 1991).

Fizičke, hemijske i biološke karakteristike prečišćene otpadne vode i dobijenog tretiranog mulja zadovoljavaju sve zahteve predviđene domaćim propisima i evropskim direktivama iz oblasti prečišćavanja otpadnih voda.

Stanje u Srbiji danas, sa aspekta prečišćavanja upotrebljenih voda, je prilično zabrinjavajuće. Postoji samo mali broj postrojenja i praktično ni jedan veliki grad nema kompletno rešen problem tretiranja otpadnih voda. Prirodni vodotokovi i podzemna voda se u velikoj meri svakodnevno zagađuju, pa je neophodno u bliskoj budućnosti ozbiljno pristupiti rešavanju ovog problema.

7. LITERATURA

- [1] Regulacioni plan naselja Čurug (izmene i dopune UP MZ Čurug), Novi Sad: JP Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad
- [2] Doc dr Matija Stipić - Pisana predavanja iz predmeta komunalna hidrotehnika - Interna publikacija (2016), Novi Sad
- [3] Prof. dr Dušan Uzelac - Hidromašinska oprema - autorizovana predavanja (2011), Novi Sad: Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
- [4] Prof. dr Duško Đurić - Snažbevanje vodom za piće (2006), Novi Sad: Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
- [5] Smernice za dimenzionisanje jednostepenih bioloških uređaja za prečišćavanje otpadnih voda kapaciteta iznad 5.000 ES Udruženja za otpadne vode iz Savezne Republike Nemačke (Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5000 Einwohnerwerten, Regelwerk Abwasser-Abfall- Arbeitsblatt A131, februar 1991)
- [6] Softver WILO Emu Select 3 dostupan za besplatno preuzimanje na stranici: <http://www.wilo.rs>

Kratka biografija:



Zoltan Majer rođen je u Novom Sadu 1984. godine. Diplomski rad iz oblasti građevinarstvo-komunalna hidrotehnika je odbranio 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad iz oblasti građevinarstvo-komunalna hidrotehnika odbranio je na istom fakultetu 2017.god.

ИДЕНТИФИКАЦИЈА РИЗИКА У ПРОЦЕСУ ИЗГРАДЊЕ ОБЈЕКТА ОД ЛАМЕЛИРАНОГ ЛЕПЉЕНОГ ДРВЕТА

IDENTIFICATION OF RISKS IN PROCESS OF BUILDING OBJECTS MADE OF LAMINATED WOOD

Ивана Лукић, Владимир Мученски, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је детаљно анализирана процена ризика у процесу изградње објекта од ламелираног лепљеног дрвета. Процењивање ризика је извршено за све фазе производње: технолошки процес производње ламелираног лепљеног дрвета, конципирање веза, статички прорачун, заштита дрвета, транспорт и монтажа.

Abstract – The paper thoroughly analyzed the risk assessment in process of building objects made of laminated wood. Risk assesment has been analized for all stages of production: technology of wood production, designing connection, static calculation, wood protection, fire resistance, transport and mounting.

Кључне речи : процена ризика, процес изградње, ламелиране лепљене конструкције

1. УВОД

Дрво је материјал близак човеку и пружа, захваљујући савременој технологији грађења, велике конструкцијске могућности. Познавање особина дрвета, одговарајућа припрема, стручна обрада и заштита, адекватан приступ статичко конструкцијском пројектовању и примена савремене технологије грађења пружа велике могућности примене дрвета у грађевинарству и даје дрвеним конструкцијама епитет јединственог и изузетног грађевинског материјала.

Кроз пројекат извођења грађевинских конструкција или делова конструкција потребно је тежити што вишем степену сагледавања свих могућих утицаја како би се предвидели и избегли могући проблеми. Квалитетним приступом потребно је амортизовати могуће поремећаје како би се остварили планирани ефекти :

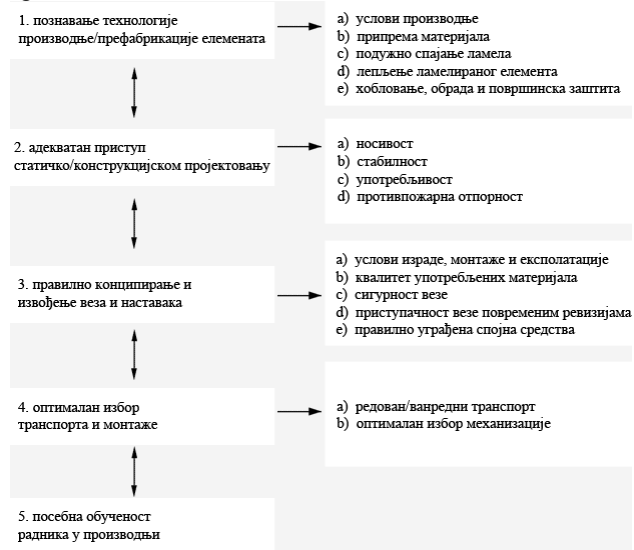
- Рок
- Трошкови
- Квалитет

Префабриковање и лака монтажа на лицу места уз рационално управљање временом поред већ поменутих предности дрвета као материјала утицали су на експанујућу лепљених ламелираних конструкција у савременом добу [1].

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Владимир Мученски.

Адекватан приступ примени лепљеног ламелираног дрвета у изградњи грађевинских конструкција подразумева испуњеност одређених услова приказаних на слици 1.



Слика 1. Услови чије испуњење је потребно за адекватан приступ примени лепљеног ламелираног дрвета у грађевинарству

За адекватан приступ примени лепљеног ламелираног дрвета поред горе приказаног, потребно је и познавање дрвета као грађевинског материјала, предности и мане.

2. ДРВО КАО ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛ

Најважније предности дрвета као грађевинског материјала јесу: Мала запреминска маса, релативно велика чврстоћа паралелно влакнима, лака обрада (независна од временских услова), велике могућности обликовања попречног пресека елемената, могућности примене различитих статичких система, слобода у избору дужине елемената (лепљено ламелирано дрво), једнако добра примена у сталним и привременим конструкцијама, мала осетљивост материјала на температурне промене, могућност монтаже и дислоцирања конструкције [2].

Дрво је еколошки једини обновљиви грађевински материјал, за обраду и прераду дрвета, за разлику од других градивних материјала, потребно је мало енергије и друго.

3. ЛАМЕЛИРАНЕ ЛЕПЉЕНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Ламелирано лепљено дрво је грађевински материјал добијен лепљењем ламела, постављених једна преко друге где су влакна ламела међусобно паралелна, слепљених у међусобним спојним равнинама у ламелирани елемент потребног попречног пресека и дужине. Овако добијен елемент има механичке карактеристике које су уједначеније од механичких карактеристика масивног дрвета од кога настаје [3].

4. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ КОНСТРУКЦИЈА ОД ЛЕПЉЕНОГ ЛАМЕЛИРАНОГ ДРВЕТА

4.1 Услови производње елемената конструкција од лепљеног ламелираног дрвета

Технолошки процес производње дрвених ламелираних конструкција може се поделити у следеће фазе:

1. Припрема материјала
2. Подужно спајање ламела
3. Лепљење ламелираног носача
4. Хобловање, обрада и површинска заштита
5. Контрола квалитета

5. ВЕЗЕ И НАСТАВЦИ

Везе и наставци у дрвеним конструкцијама су од посебног а често и од пресудног значаја за стабилност конструкцијске целине.

Све везе и наставци могу се поделити у две велике групе:

- Тесарске или конструкцијске везе
- Статичке или носеће везе

Приликом конципирања веза и наставака мора се водити рачуна о:

- Условима израде и монтаже
- Условима израде, односно, експлоатације
- Квалитетима употребљеног материјала
- Корозији и другим факторима који могу да умање сигурност везе
- Приступачности везе повременим ревизијама
- Правилно уграђеним спојним средствима

5.1 Везе елемената од лепљеног ламелираног дрвета са подконструкцијом

Приликом извођења објеката од лепљеног ламелираног дрвета најчешћи проблем који се решава на градилишту је одступање подконструкције за лепљене ламелиране елементе од пројектоване геометрије. Ако потребе монтаже конструкције од лепљеног ламелираног дрвета подразумевају уградњу анкера у бетон, дешава се да често анкери не буду идеално уграђени у пројектовани положај. Због тога се на градилишту мора извршити прилагођавање пројекта дрвене конструкције стању на терену. Зато се носачи од дрвета увек производе са надмером и ограничава се степен префабрикације односно кројења носача у производњи тако да се извођачка грешка која се односи на бетонске радове може пооправити. Наиме, носач на градилиште стиже већих димензија на месту ослањања,

па се прилагођавање изведеном стању подконструкције врши на градилишту. У наставку је дат приказ – табела 1.8 потенцијалних проблема, последица и предлог решења, односно, избегавања проблема у фази конципирања и извођења веза и наставака лепљених ламелираних носача.

Табела 1. Осам потенцијалних проблема у фази конципирања и извођења веза и наставака код дрвених ламелираних конструкција

производња елемената од лепљеног ламелираног дрвета		
везе и наставци		
могући проблеми	последице	решење проблема
не приступачност везе	не могућност остваривања везе према пројектованој документацији	конципирање везе узимајући у обзир могућност уградње
корозија челичних елемената у вези	ослабљена сигурност везе	квалитетна завршна обрада везе
одступање подконструкције од пројектоване геометрије	не могућност уградње елемента на захтевани положај	предвиђање димензија елемента са надмером и прилагођавање стању на терену

6. СТАБИЛНОСТ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈА – Оптерећења, дозвољени напони и угиби

Прорачун елемената дрвених конструкција мора да буде тако спроведен да са сигурношћу докаже да конструкција у целини или њен елемент посебно, може са довољно сигурности да прими и најнеповољније оптерећење. Дакле, ако су стварни напони и деформације под утицајем најнеповољнијег оптерећења мањи од допуштених сматра се да елемент конструкције има довољну стабилност. Основни допуштени напони су допуштени напони за основно оптерећење, и приказани су у табели 2.

Табела 2. Основни допуштени напони [2].

Врста напрезања	означавање		Смрека, Јела, бор (бели и црни) <u>четинари</u>			Храст и буква <u>листари</u>	
	писано	принтано	класа				
			I	II	III	I	II
Савијање	σ_{mi}	SLMD	1300	1000	700	1400	1200
Затезање	σ_{mi}	SLTPARD	1050	850	0	1150	1000
Притисак	σ_{mi}	SLCPARD	1100	850	600	1200	1000
Притисак управно на влакна	$\sigma_{\perp i}$	SLCTRAD	200	200	200	300	300
			250*	250*	250*	400*	400*
Смицање	τ_{mi}	TAJPARD	90	90	90	120	120
Смицање од попречне силе	τ_{mi}	TAJMPARD	90	90	90	120	120
Пресецање влакана	$\tau_{\perp i}$	TAJTRAD	350	300	250	400	350

У наставку је дат приказ – табела 3 потенцијалних проблема, последица и предлог решења, односно,

избегавања проблема у фази у фази конципирања статичког система, прорачуна и извођења конструкција.

Табела 3. *Потенцијални проблеми у фази конципирања статичког система, прорачуна и извођења конструкција од лепљеног ламелираног дрвета*

производња елемената од лепљеног ламелираног дрвета		
стабилност елемената конструкција		
могући проблеми	последице	решење проблема
не сагледавање свих утицаја на стабилност конструкције, погрешна статичка анализа, не савесно пројектовање	угрожена стабилност конструкције	ангажовање обучених инжењера у области дрвених конструкција
разлика у пројектованом и изведеном статичком систему конструкције - из разлога не приступачности места монтаже, не пажње, не савесног извођења, нејасних планова уградње - техничка припрема	конструкција се "понаша" онако како је изведена не онако како је пројектована - угрожена стабилност конструкције	ангажовање искусног и обученог особља и спровођење контроле процеса како се овакви пропусти не би дешавали
не узимање у обзир врсту и носивост облоге (унутрашње и спољашње) при статичкој анализи дрвене конструкције - најчешће кровне	размак рожњача већи од распона кровног покривача - предвиђени кровни покривач не употребљив / угиби дрвене конструкције већи од дозвољених угиба унутрашње облоге - појава не дозвољених угиба и пукотина облоге,	темељно прикупљање података од инвеститора и спровођење адекватне анализе утицаја

7. ЗАШТИТА ДРВЕТА

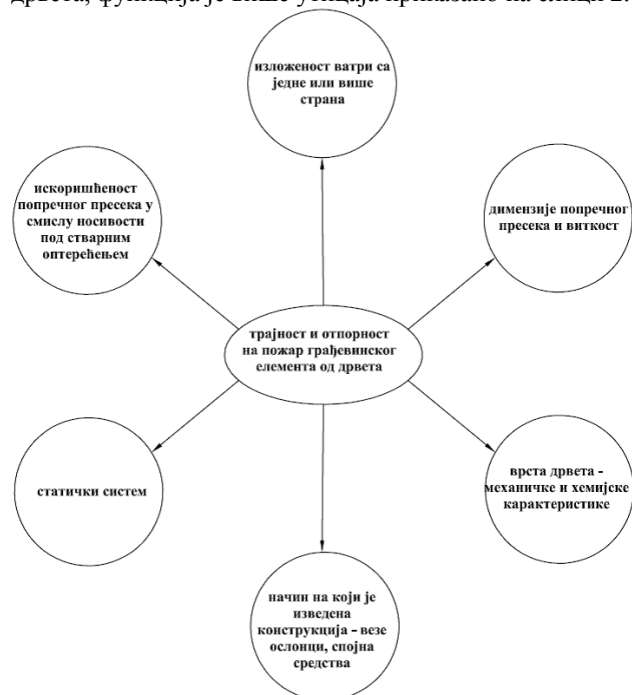
Дрво се у дрвеним конструкцијама мора штитити још приликом пројектовања. Наиме, већ првим конципирањем једне дрвене конструкције, која се касније разрађује пројектом води се рачуна да:

- Конструкција не буде у директном додиру са водом и другим неповољним атмосферским утицајима (када је то изводљиво)
- Евакуација атмосферских вода код кровних конструкција и конструкција уопште буде брза и ефикасна
- Поједини конструкцијски елементи буду тако пројектовани, а и конструкцијске целине када је то могуће, да не могу бити изложени различитим климатским условима (по пресеку или по дужини)
- Носећи елементи не буду ослоњени на отворене темеље – темеље директно изложене атмосферицијама. Уколико је то неизбежно, онда је потребно осигурати довољно проветравање и одговарајућу заштиту – ослањање на темеље треба да је на довољној висини изнад коте терена
- Елементи кровова, надсрешнице и слично морају на својим слободним крајевима бити осигурани системом за одводњавање – окапнице, када је то сврсисходно
- Елементи облога (преко бетонских зидова и зидова од опеке) морају у односу на елемент који се облаже да буду на одређеном растојању – због проветравања
- Крајеви носача који улазе у зидове и стубове – од бетона и од опеке, морају се ослонити на зид, односно, на стуб преко подметача од тврдог дрвета или посебно конструисаног лежишта. Бочне површине носача треба да су изложене слободној циркулацији ваздуха

– Спољне површине елемената од дрвета треба да буду тако обрађене (брушене, блањане) како би омогућиле брзо отицање кондензата и квалитетно наношење заштитних средстава

8. ПРОТИВПОЖАРНА ОТПОРНОСТ ЛАМЕЛИРАНИХ ЛЕПЉЕНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Под појмом пожара сматра се свако неконтролисано сагоревање, било конструкције или запаљеног материјала у њеној близини, услед кога може доћи до повреда људи и до материјалне штете [4]. Трајност и отпорност на пожар, једног грађевинског елемента од дрвета, функција је више утицаја приказано на слици 2.



Слика 2. *Трајност и отпорност на пожар елемента од дрвета*

9. ТРАНСПОРТ И МОНТАЖА ЕЛЕМЕНАТА ОД ЛЕПЉЕНОГ ЛАМЕЛИРАНОГ ДРВЕТА

9.1 Транспорт – ванредни превоз

Транспорт је један од битнијих услова при конципирању конструктивног система и неретко може бити један од главних разлога при избору истог. Наши путеви дозвољавају транспорт елемената максималне дужине 37m [5]. Због тога се у систему конструкције чији распон прелази ову димензију морају конципирати и предвидети зглобне везе штапова како би се избегла монтажа скупих и компликованих монтажних наставака. Ово, дакле, треба имати у виду у процесу пројектовања конструкција од лепљеног ламелираног дрвета како би елементи били димензија ограничених могућношћу транспорта.

9.2 Монтажа

Систем лепљеног ламелираног дрвета је монтажни систем. Елементи се обликују у производњи, где се одмах кроје на пројектовану геометрију, те су радови на

монтажи минимални [5]. У наставку је дата табела 4. која приказује потенцијалне проблеме, последице и предлог решења, односно, избегавања проблема у фази транспорта и монтаже конструкција од лепљеног ламелираног дрвета.

Табела 4. *Потенцијални проблеми при транспорту и монтажи елемената од лепљеног ламелираног дрвета*

производња елемената од лепљеног ламелираног дрвета		
транспорт и монтажа		
могући проблеми	последице	решење проблема
не узимање у обзир могућности транспорта елемената у фази конципирања конструктивног система	добијени елемент је већих димензија него што је дозвољено	промена конструктивног система уз осмишљавање веза тако да су димензије елемената прилагођене ограничењима транспорта
довођење елемента у недозвољено напонско стање при транспорту	долази до већих напрезања у елементу, појава пукотина, лом	конципирање транспорта тако да се елемент не доведе у не дозвољено напонско стање
не потпуна / не тачна документација за захтев за ванредни транспорт	не добијање дозволе за ванредни транспорт на време - одлагање транспорта и самим тим завршетка објекта док се не обезбеди адекватна документација	познавање закона о ванредном транспорту како би потребна документација била на време припремљена

10. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

На основу реализованог истраживања процеса изградње конструкција од лепљеног ламелираног дрвета изведени су закључци о приступу који ће довести до редукције потенцијалних проблема а самим тим и смањења грешака у остваривању објекта од лепљеног ламелираног дрвета: Потребно је посебну пажњу обратити на испуњеност и контролу услова у којима се производе елементи како би се избегли каснији проблеми, па чак и колапс конструкције или њеног дела. Честа грешка која се јавља у извођењу конструкција од лепљеног ламелираног дрвета јесте занемаривање утицаја влажности на дрво као грађевински материјал. Техничка припрема и комуникација и сарадња између радника у производњи и монтажи с једне стране и техничара и инжењера са друге стране, мора бити јасна и прецизна како би се производња обавила лако, предвиђеним током и у захтеваном временском року. У фази конципирања везе између елемената и елемената подконструкције треба имати у виду приступачност места уградње тј. могућност постављања предвиђене везе.

Приликом обликовања носача треба имати у виду ограничења условљена транспортом елемената. Покривање конструкције треба извести имајући у виду “дисање”, односно, проветравање конструкције.

Дакле, адекватан приступ примени лепљеног ламелираног дрвета у изградњи грађевинских конструкција подразумева поред испуњености одређених услова везаних за производни процес, исто тако и предвиђање и избегавање могућих проблема и грешака у свим фазама од конципирања идеје до финализације објекта како би конструкција била адекватно изведена у минималном временском року и уз оптималне трошкове.

11. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://drvotehnika.info/clanci/clt-cross-laminated-timber-neke-od-primena-u-gradjevinarstvu> приступљено у мају 2017.
- [2] Симпозиј Сувремене грађевинске конструкције (1987,) тема – семинар Дрвене конструкције данас, Загреб, Друштво грађевинских конструктора Хрватске.
- [3] Гојковић Милан (1989.) Дрвене конструкције, Београд, Грађевински факултет-Београд, Нучна књига
- [4] Кујунџић Војислав (1983.) Обликовање структура у лепљеном ламелираном дрвету, Београд, ИРО Грађевинска књига
- [5] <http://www.piramidasm.rs/meni.php?id=proizLLD> приступљено у мају 2017.

Кратка биографија:



Ивана Лукић рођена је у Сремској Митровици 1986. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области грађевинарства – Технологија и организација грађења одбранила је 2017. год.



Владимир Мученски рођен је у Врбасу 1980. год. Докторирао је на Факултету техничких наука 2013. год. а од 2014. је изабран у звању доцента за ужу научну област Организације, технологије грађења и менаџмента.

PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE PO EVROKODU

PROJECT OF MULTISTORY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING ACCORDING TO EUROCODE

Saša Milivojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambene zgrade Po+Pr+6 prema evropskim propisima.

Abstract – this paper presents a project of multi-story reinforced concrete residential building basement + ground floor + 6 floors according to European regulations.

Ključne reči: Zgrada, skeletni sistem, modeliranje, opterećenja, uticaji, dimenzionisanje.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđa se projektovanje stambene zgrade Po + Pr + 6. Zgrada se izvodi kao ukrućeni armiranobetonski skelet. Stambena zgrada se nalazi u Ugljeviku. Objekat je pravougaone osnove. Šema ramova prikazana je na Slici 1.

2. ARHITEKTONSKO REŠENJE

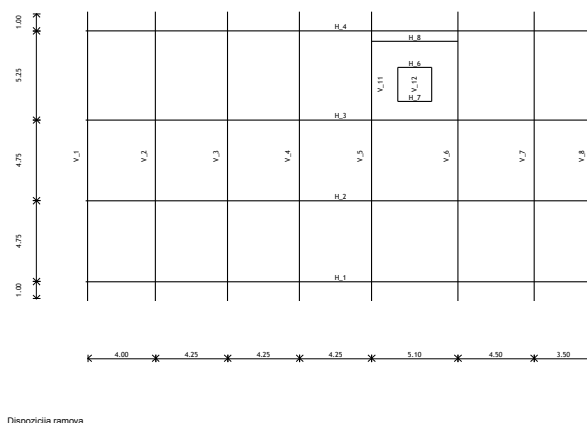
Zgrada se izvodi kao skeletni sistem sa platnima za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa četiri podužne i osam poprečnih osa. U „X“ pravcu nalaze se ose H₁, H₂, H₃ i H₄. Međusobni rasponi između osa su 4.75 m, 4.75 m i 5.25 m. U „Y“ pravcu se pružaju ramovi V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆, V₇ i V₈, a njihovi međusobni rasponi su 4.0 m, 4.25 m, 4.25 m, 2.1 m, 4.5 m. Saglasno arhitektonskom rešenju, u podrumskoj etaži je predviđen podrumski prostor, u prizemlju i ostalim etažama stambeni prostor. Za vertikalnu komunikaciju predviđen je lift i trokrako stepenište sa odmaralištem od podruma do poslednjeg sprata. Spratna visina podruma je 2.89 m, prizemlja 2,97 m, a ostalih etaža 2,94 m.

Podovi u sobama, trpezarijama i hodnicima su od klasičnog parketa d=2 cm, a u kupatilima i kuhinjama od keramičkih pločica d=1 cm. U kupatilima treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama d=1 cm. Na objektu su predviđene hidroizolacije u podovima i zidovima podrumskih prostorija kao i u svim sanitarnim prostorijama.

Pregradni zidovi između stanova su predviđeni od šupljih glinenih blokova debljine 20 cm, a ostali pregradni zidovi od pune opeke debljine 12 cm.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Šema ramova

3. KONSTRUKTIVNI SISTEM

Konstruktivni sistem zgrade, prema sistemu nosećih elemenata, je ukrućen skelet koji se sastoji od grupe podužnih i poprečnih, ortogonalno postavljenih ramova, ukrućenih zidnim platnima. Konstrukcija je armiranobetonska sa zidanom ispunom.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca, debljine d=15 cm. Ploča prima gravitaciono opterećenje jednog sprata, koje prenosi na grede i stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente (stubove i zidove za ukrućenje).

Glavno stepenište u objektu se sastoji od tri kose ploče i horizontalnih međupodesta. Stepenište se oslanja na kolenastu gredu.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su 25/50 I kolenasta greda stepeništa 25/40 cm. Dimenzije stubova su: 25/100 u celom objektu.

Zidovi za ukrućenje postavljanji 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, a zidovi liftovskog okna su debljine d=15 cm. U podrumu i suterenu su projektovani armiranobetonski zidovi debljine d=25 cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine d=65 cm. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona.

Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine $d=20$ cm i sloj mršavog betona debljine $d=10$ cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehničkom elaboratu i on iznosi $\sigma_{doz}=250$ kN/m². Krov konstrukcije je ravan sa padom od 2%. Krov je izveden tako što je na krovnu ploču $d=16$ cm postavljena termoizolacija, hidroizolacija, sloj za pad i sloj šljunka debljine $d=5$ cm.

4. ANALIZA DEJSTAVA

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja:

Stalno opterećenje čine težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice i stepeništa) i težina nenosećih elemenata (zidovi ispunje, podovi, krovne obloge...) [1]

Korisno opterećenje je definisano propisima [1]

Opterećenje snegom iznosi $s = 0.75$ kN/m² osnove krova (Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada. Opterećenje snegom). Uzeto po domaćim propisima [3]

Opterećenje vetrom je računato prema važećim evropskim standardima [2]

Seizmičko opterećenje je dobijeno na osnovu multi-modalne analize i to od rezultata prethodno dobijene modalne analize [5]

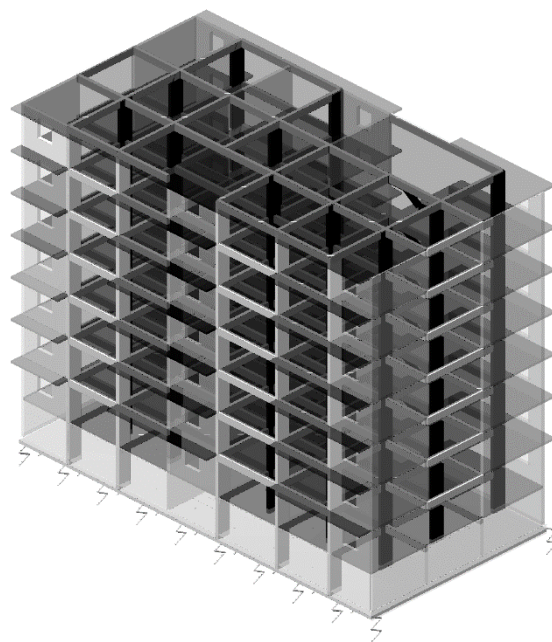
5. STATIČKI I DINAMIČKI PRORAČUN

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana pomoću elastičnih opruga po Vinklerovom (Winkler) modelu.

Pretpostavljeno da su tavanice nedeformabilne u svojoj ravni i na osnovu ove pretpostavke urađena je analiza horizontalnog opterećenja kao i modalna analiza. Statički i dinamički proračun sprovedeni su na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi, a konačni element u modelu je 50×50 cm. Temeljna ploča je izrađena od betona kvaliteta C 40, a svi ostali elementi izrađeni su od betona kvaliteta C 30. Armatura za sve elemente je korišćena S 500 H. Prilikom dimenzionisanja elemenata korišćena je anvelopa graničnih uticaja.

6. MODELIRANJE

Konstrukcija je modelirana u softverskom paketu TOWER 6.0. Slika 2. Prilikom modeliranja konstrukcije vodilo se računa o optimalnom odnosu jednostavnosti modela i realnom predstavljanju konstrukcije. proračun se sprovodi metodom konačnih elemenata koji se zasniva na diskretizaciji i realnu konstrukciju opisuje konačnim dimenzijama elemenata. Proračun statičkih uticaja se sprovodi po linearnoj teoriji elastičnosti. Međuspratna konstrukcija, stepenište, temeljna ploča, AB platna i zidovi suterena su modelirani kao površinski elementi dok su grede i stubovi kao linijski elementi.



Slika 2. Prikaz proračunskog modela

7. DIMENZIONISANJE

Dimenzionisanje svih elemenata izvršeno je pomoću TOWER 6.0, u kojem se nalazi opcija dimenzionisanja po Evrokodu. Elementi se dimenzionišu prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja koje se nalaze u EC2 [4] i EC8 [6]. AB grede su dimenzionisane kao jednostruko ili dvostruko armirane. U karakterističnim preseccima u polju i nad osloncima kontinualnih greda, u kojima se pojavljuju ekstremne vrednosti momenata savijanja, kao i u svim preseccima greda minimalni koeficijent armiranja donjom zategnutom armaturom ne treba da bude manji od:

$$\rho_{min} = 0,5 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \quad (1)$$

gde je

f_{ctm} - srednja vrednost čvrstoće betona na zatezanje,

f_{yk} - proračunska vrednost granice razvlačenja čelika

AB stubovi su simetrično armirani, opterećeni na koso savijanje. Kod stubova u seizmičkoj proračunskoj situaciji ukupni koeficijent armiranja podužnom armaturom ρ mora se kretati između vrednosti

$$0,1A_c < \rho < 0,4A_c \quad (2)$$

gde je

A_c – površina betonskog preseka

AB zidovi i zidovi za ukrućenje su dimenzionisani saglasno EC2 [4] i EC8 [5], kao duktilni zidovi. U stubovima i zidovima za ukrućenje sprovedena je kontrola opterećenja.

8. ANALIZA AB ZIDOVA PO EVROKODU I POREĐENJE SA PRAVILNIKOM BAB 87

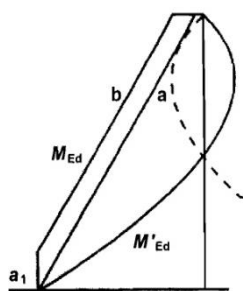
8.1 Dimenzionisanje i armiranje po Evrokodu

Betonske zgrade se po evrokodu projektuju u zavisnosti od intenziteta seizmičkog dejstva, a na osnovu toga Evrokod uvodi tri klase duktilnosti:

- 1) Niska (Ductility Class Low DCL);
- 2) Srednja (Medium DCM);
- 3) Visoka (High DCH).

Klasa DCM – Obuhvata područja sa jakim zemljotresima koji se mogu očekivati jednom u toku eksploatacije objekta što odgovara lokaciji objekta – Ugljevik. Kod AB zidova za klasu duktilnosti DCM moraju se obuhvatiti nepouzdanosti kod stvarnih raspodela momenata savijanja za $h_w/l_w > 2$ gde je h_w – visina zida a l_w – dužina zida. Sa obzirom na to, dijagram proračunskih momenata savijanja po visini zida uzima se kao anvelopa dijagrama momenata savijanja dobijena proračunom konstrukcije koja je vertikalno pomeren (pomeranje zatezanja).

Ako konstrukcija nema nekih diskontinuiteta u masi, krutosti ili nosivosti, anvelopa se može uzeti kao prava linija (slika 3.).



Slika 3-Proračunska anvelopa momenata savijanja vitkih zidova kod dvojnih sistema

- a – dijagram momenata iz analize
- b – proračunska anvelopa
- a1 – pomeranje zatezanja

U obzir se mora uzeti povećanje transversalnih sila usled tečenja u osnovi primarnog seizmičkog zida, a to se može dobiti ako se uzme da je proračunska vrednost transversalne sile 50% veća od transversalne sile dobijene iz analize. U primarnim seizmičkim zidovima vrednost normalizovanog aksijalnog opterećenja v_d ne treba da bude veći od 0,4:

$$v_d = \frac{N_{ed}}{f_{cd} \cdot A_c} < 0,4 \quad (4)$$

gde je

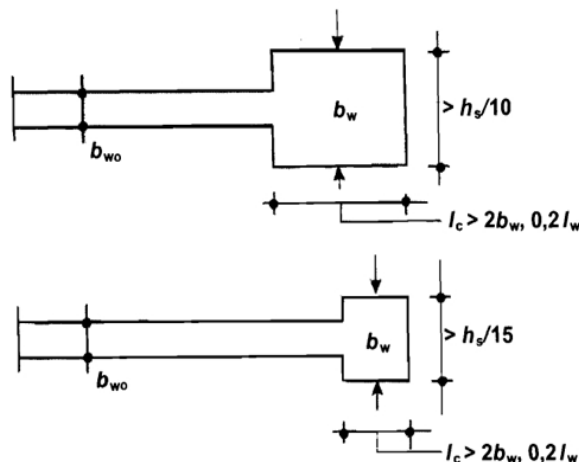
N_{ed} – normalizovana aksijalna sila u seizmičkoj proračunskoj situaciji;

A_c – površina poprečnog preseka zida;

f_{cd} – proračunska vrednost čvrstoće betona pri pritisku

$$v_d = \frac{2020,56}{2 \cdot 13000} = 0,08 < 0,4 \text{ (uslov je ispunjen)}$$

Debljina utegnutog dela ivičnih elemenata b_w ne sme biti manja od 20 cm. Ako dužina utegnutog elementa nije veća od $2 b_w$ i $0,2 l_w$, vrednost b_w ne sme biti manja od $h_s/15$, gde je h_s – visina sprata. Ako je dužina utegnutog elementa veća od $2 b_w$ i $0,2 l_w$, vrednost b_w ne sme biti manja od $h_s/10$ slika 4.



Slika 4. Debljina utegnutog ivičnog elementa zida

Dužina utegnutog elementa je dobijena da je manja od vrednosti $0,2 l_w$ i $2 b_w$ Slika 5:

$$l_c < 2b_w \Rightarrow b_w > h_s/15 \quad (5)$$

$$l_c < 0,2l_w$$

$$l_c > 2b_w \Rightarrow b_w > h_s/10 \quad (6)$$

$$l_c > 0,2l_w$$

$$55 < 0,2 \cdot 550 \Rightarrow 55 < 110$$

$$55 < 2 \cdot 25 \Rightarrow 55 > 50$$

Iz čega je potrebno da je:

$$55 > 294/15 \Rightarrow 55 > 19,6 \text{ (uslov je ispunjen)}$$

Visina kritične oblasti h_{cr} iznad osnove zida može se proceniti kao $h_{cr} = \max(l_w, h_w/6)$

ali

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2l_w \\ h_s \\ 2h_s \end{cases} \quad (7)$$

gde je h_s čista spratna visina, a osnova nivo temelja. U kritičnim oblastima treba da se obezbedi vrednost faktora duktilnosti krivine μ_ϕ koja je najmanje jednaka:

$$\mu_\phi = 2q_0 - 1 \quad \text{ako je } T_1 \geq T_c \quad (8)$$

$$\mu_\phi = 2 + 2(q_0 - 1) T_c/T_1 \quad \text{ako je } T_1 < T_c \quad (9)$$

gde je

q_0 – osnovna vrednost faktora ponašanja

Za samostalne zidove je $\mu_\phi = q^2 = 14,1$

Koeficijent armiranja podužnom armaturom ivičnih elemenata ne treba da je manji od 0,5 %, pri čemu se od ove vrednosti pola armature stavlja na oba kraja zida, a proračunom je dobijeno da armatura u stubovima, koji

postaju stubasta proširenja zidova, zadovoljava minimalne i dobijene proračunske vrednosti armature ivičnih elemenata. Minimalni koeficijenti armiranja vertikalnom i horizontalnom armaturom rebra su $\rho_{h,min} = \rho_{v,min} = 0,2 \%$ betonskog preseka.

Za delove zida iznad kritične oblasti, primenjuju se samo relevantna pravila data u EC2 [4] za vertikalnu, horizontalnu i poprečnu armature. Međutim u delovima preseka gde su, za seizmičku proračunsku situaciju, dilatacije preseka ϵ_c veće od 0.002, treba obezbediti minimalni koeficijent armiranja vertikalnom armaturom od 0.005.

Visina kritične oblasti h_{cr} iznad osnove zida može se proceniti kao:

$$h_{cr} = \max(l_w, h_w/6) \quad (10)$$

ali:

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2l_w \\ h_s \text{ za } n \leq 6 \text{ spratova} \\ 2h_s \end{cases} \quad (11)$$

gde je h_s čista spratna visina, pri čemu je osnova definisana kao nivo temelja ili vrh podrumске etaže sa odgovarajućim dijafragmama i obimnim zidovima.

Nastavljanje zavarivanjem u kritičnim oblastima konstruktivnih elemenata nije dozvoljeno.

8.2 Dimenzionisanje i armiranje po Pravilniku BAB 87

Po pravilniku BAB87 [7] dimenzionisanje se vrši po graničnom stanju nosivosti uz maksimalno smanjenje aksijalne sile pritiska i maksimalno povećanje momenta savijanja. Naponi u zidovima za ukrućenje izazvani aksijalnom silom od totalnog eksploatacionog opterećenja se ograničavaju na 20 % čvrstoće betonske prizme (0.7 MB). Uz upotrebu interakcionih dijagrama definiše se minimalni koeficijent armiranja podužnom (vertikalnom) armaturom u seizmički aktivnim područjima $\mu_{min}=0.45 \%$ od površine horizontalnog preseka zida. Po trećina ove armature grupiše se na svakom kraju zida na dužini od 1/10 preseka. Minimalna površina podeone (horizontalne) armature je $\mu_{min} = 0.20 \%$ površine horizontalnog preseka. Lom zida treba da je duktilan, tj. treba da nastane usled plastifikacije armature, a ne usled drobljenja betona ili smicanja. Armaturu treba voditi iz temelja do prve sledeće etaže gde se može izvršiti prvo nastavljanje. Nastavljanje vertikalne armature se radi u srednjem delu zida preklapom, ili na krajevima zida zavarivanjem.

9. ZAKLJUČAK

Za razliku od pojedinih karakteristika AB zidova koji se tiču simetrije, neprekidnosti celom visinom zgrade itd. u kojima Evrokod i BAB daju približno slična uputstva, nesumnjivo da je Evrokod jasniji i precizniji što pokazuje svojim kvantitativnim zahtevima. Evrokod postavlja brojčane uslove, koji nedvosmisleno ostvaruju balans duktilnosti i nosivosti.

10. LITERATURA

- [1] Evrokod 1 EN 1991-1-1:2002 – Dejstva na konstrukcije, zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade
- [2] Evrokod 1 EN 1991-1-4:2004 – Dejstva na konstrukcije dejstva vetra
- [3] “Tehnički propisi ’86 knjiga 2”, Beograd, centar za radničko samoupravljanje, 1986.
- [4] Evrokod 2 EN 1992-1-1:2004 – Proračun betonskih konstrukcija
- [5] Evrokod 8 EN 1998-1:2004 – Proračun seizmički otpornih konstrukcija
- [6] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON, BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [7] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON, BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

Kratka biografija:



Saša Milivojević rođen u Zagrebu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – usmerenje konstrukcije odbranio je 2017. god.

**PROJEKAT ARMIRANOBETONSKE VIŠESPRATNE ZGRADE
PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA****THE PROJECT OF MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING
ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS**

Dejan Krsmanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U prvom delu rada prikazan je projekat armiranobetonske višespratne zgrade Po+Pr+4, a u drugom delu je analiziran uticaj torzionih efekata na seizmički odgovor konstrukcija zgrada prema evropskim standardima.

Abstract – The first part of the work consist the project of multi-storey reinforced concrete building, basement + ground floor + 4 stories, and the second part consist analysis of the impact of torsion effects on the seismic response of building structures.

Ključne reči: Armiranobetonska zgrada, Evropski standardi, Uticaj torzionih efekata

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonske višespratne zgrade Po+Pr+4, skeletnog tipa sa platnima za ukrućenje, prema evropskim standardima na osnovu zadatog arhitektonskog plana. Lokacija objekta jeste Novi Sad.

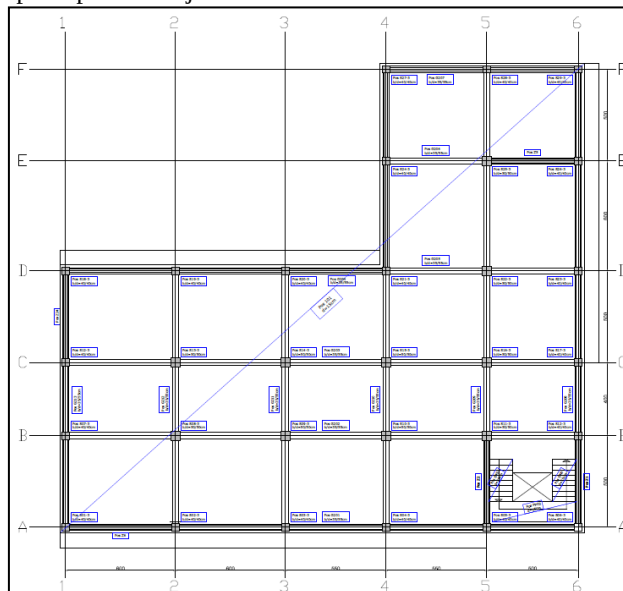
2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Prema projektnom zadatku projektovan je stambeno poslovni objekat. Objekat sadrži podrum, prizemlje, četiri sprata i ravan krov. Spratna visina podruma iznosi 3.20 m, prizemlja 3.60 m, dok je spratna visina ostalih spratova jednaka i iznosi 3.20 m. Sve etaže objekta povezane su vertikalnom komunikacijom, koja se sastoji od stepeništa i lifta. Podrum se sastoji od šest ostava i hodnika a povezan je sa stambeno poslovnim delom vertikalnom komunikacijom u vidu lifta i dvokrakog stepeništa. Prizemlje se sastoji od tri lokala, ulaza sa hodnikom, dve stambene jedinice, stepeništa i lifta. Ostali spratovi sadrže hodnik, lift, stepenište za sprat i sedam stanova. Svaki od stanova ima kupatilo, kuhinju, dnevnu sobu, spavaću sobu i terasu. Za vertikalnu komunikaciju predviđen je jedan lift i dvokrako stepenište koje je smešteno između dva zidna platna. Podne površine su obložene parketom ili keramičkim pločicama u zavisnosti od namene prostorije. U stanovima predviđen je parket kao završna podna obloga. U kuhinji, kupatilu i ulaznim hodnicima podovi su od keramičkih pločica. Svi podovi u lokalima u prizemlju objekta su od keramičkih pločica. Prozori i vrata u svim stanovima su od PVC stolarije.

NAPOMENA:

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

Pregradni zidovi se izvode od blokova i debljine su 25 cm i 12 cm i malterisani su krečnim malterom, gletovani a zatim bojeni disperznom bojom. Fasadni zidovi se sastoje se od zida od opeke debljine 25cm i demit fasade. Sa unutrašnje strane su takođe malterisani krečnim malterom, gletovani i obojeni. Za krovnu konstrukciju predviđen je ravan krov. Kako bi se obezbedilo efikasno odvođenje padavina, krovna površina se izvodi u nagibu 2%, koji je obezbeđen slojem za pad. Osnova tipskog sprata prikazana je na slici 1.



Slika 1. Osnova tipskog sprata

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem objekta je ukrućeni skeletni sistem. Rasponi greda su oko 6m u oba pravca. Stubovi su dimenzija 40/40 i 50/50 cm a međusobno su povezani gredama dimenzija 30/55 cm. Dimenzije stubova su usvojene iz uslova dozvoljenih napona koje propisuje Evrokod. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto-armiranih ploča u oba pravca, debljine 15 cm. Zidovi za ukrućenje su debljine 20cm i orijentisani su u dva međusobno upravna pravca. Stepenište je formirano kao dvokrako i sastoji se od dve kose ploče i ploče međupodesta. Formirano je od nivoa garaže do nivoa IV sprata. Debljina kosih ploča i ploče međupodesta je usvojena kao i debljina međuspratne konstrukcije 15 cm. Širina stepenišnog kraka i širina međupodesta iznosi 120cm. Dimenzije stepenika su sledeće: podrum 30/17.5 cm; prizemlje 28/18.5 cm; ostali spratovi 30/17 cm. Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine 30 cm sa temeljnim gredama,

dimenzija $b/d = 50/100$ cm i $b/d = 60/100$ cm. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 15 cm i sloj lakog betona debljine 7 cm. Preko sloja lakog betona postavlja se hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 4 cm. Uticaj tla se u proračun uvodi putem idealizacije tla usvajanjem Vinklerovog modela tla, kojim se tlo tretira kao elastična podloga [4] [5] [6] [7]. Zidovi u podrumu su armirano betonski i služe za prijem pritiska tla u stanju mirovanja a ujedno i dodatno ukružuju konstruktivni sistem. Izvedeni su po celom obimu podrumskog dela konstrukcije. Debljine su 20 cm. Na spoljašnjem delu zidova izvodi se sloj hidroizolacije koja je zaštićena zidom od pune opeke, debljine 12 cm. Klasa betona svih elemenata glavnog nosećeg konstruktivnog sistema je C30/37, dok je kvalitet armature svih elemenata B500C. Dozvoljeni napon u tlu iznosi 250 kPa.

2.3. Analiza opterećenja

Konstrukcije armiranobetonskih višespratnih zgrada je neophodno projektovati tako da mogu da prihvate i temeljima prenesu uticaje od svih relevantnih opterećenja i njihovih kombinacija. Za zadatu armiranobetonsku konstrukciju stambene zgrade definisane su sledeće vrste opterećenja:

- stalno opterećenje
- korisno opterećenje
- opterećenje od snega
- opterećenje od vetra
- opterećenje od seizmike

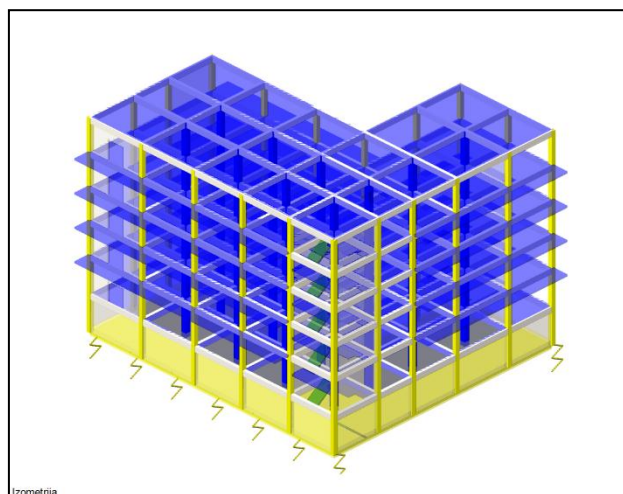
Stalna opterećenja su ona koja potiču od sopstvene težine konstruktivnih elemenata i nekonstruktivnih delova zgrade. Korisno opterećenje definisano je standardom Evrokod 1 EN 1991-1 1:2002 [1], na osnovu kategorije upotrebe prostorija u stambenim zgradama. Opterećenje snegom se računa prema evropskom standardu EN 1991-1-3:2003 [1] za krovove nagiba između 0° i 30° i aplicira se na konstrukciju u vidu jednakopodeljenog površinskog opterećenja. Opterećenje vetrom računa se prema evrokod standardu EN 1991-1-4:2005 [1] i nanosi se na konstrukciju kao površinsko opterećenje, nakon čega se konvertuje u linijsko opterećenje. Seizmičko opterećenje se izračunava pomoću softvera Tower 6.0 koji nudi opciju seizmičkog proračuna prema Evrokod standardu EN 1998-1:2004 [3] primenom multimodalne spektralne analize. Ulazni podaci kojima se raspolaže su sledeći:

- Objekat se nalazi na tlu C kategorije
- Odnos a/a_g jednak je 0,2
- Koeficijent prigušenja jednak je 0,05

2.4. Modeliranje konstrukcije

Konstrukcija je modelirana kao prostorni model u programskom paketu Tower 6.0 tako što su u modelu definisane mehaničke i geometrijske karakteristike elemenata konstrukcije. Model se sastoji iz linijskih (grede, stubovi) i površinskih (ploče, zidovi) konačnih elemenata. Stubovima i gredinim elementima redukovana je torziona krutost na 10%. Takođe prema pravilniku gredama i zidnim platnima smanjujemo i savojnu krutost na 50%. Opterećenja su aplicirana na model kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, posebno za svaki

slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je mreža konačnih elemenata veličine 0.5 m. U softveru je omogućeno modeliranje interakcije konstrukcije i podloge putem Vinklerovog modela tla. Usvojena je vrednost koeficijenta posteljice 20000 kN/m^3 . Pomoću softvera izvršena je modalna analiza na osnovu koje su dobijene dinamičke karakteristike konstrukcije (svojstvene vrednosti i oblici oscilovanja) koje služe za proračun seizmičkih sila koje deluju na konstrukciju. Seizmički proračun urađen je multimodalnom spektralnom analizom. Proračun konstrukcije izvršen je prema linearnoj teoriji elastičnosti tj. prema teoriji prvog reda. Linearnom teorijom pretpostavlja se materijalna i geometrijska linearnost problema. Proračunom konstrukcije saglasno linearnoj teoriji elastičnosti dobijaju se rezultati koji uglavnom odgovaraju ponašanju armiranobetonske konstrukcije u graničnom stanju upotrebljivosti (eksploataciji), kada su elementi daleko od svog kapaciteta nosivosti, i nelinearne karakteristike ponašanja betona i čelika nisu izražene. Linearna teorija elastičnosti je dominantna u praksi iz razloga što daje dovoljno tačne rezultate, pod uslovom da se pravilno proceni krutost elemenata konstrukcije i korektno isprojektuju detalji (na ovaj način se „veštački“ obuhvata neelastičan rad materijala ili pojava prslina). Trodimenzionalni model konstrukcije prikazan je na slici 2.



Slika 2. 3D model konstrukcije

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

U softverskom paketu Tower 6 izvršeno je dimenzionisanje odabranih ploča: temeljne ploče, ploče prizemlja i ploče tipskog sprata. Ploče prenose opterećenje u dva pravca, te su s toga armirane proračunskom armaturom u dva pravca i vođeno je računa o pravilima za armiranje. Projektnim zadatkom predviđeno je da se dimenzioniše po jedan ram u oba pravca, i to ram H3 za X pravac i ram V5 za Y pravac. Dimenzionisanje i armiranje je izvršeno saglasno evropskom pravilniku [1] [2] [3], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija. Za sve elemente konstrukcije predviđena je marka betona C30/37, dok su svi elementi armirani rebrastom armaturom B500C.

2.5. Proračunske kontrole

Prema pravilniku [2] [3] neophodno je bilo uraditi sledeće kontrole konstrukcije:

- Kontrola normalizovane vrednosti aksijalnih sila u stubovima
- Kontrola normalizovane vrednosti aksijalnih sila u zidovima
- Kontrola napona u tlu
- Kontrola relativnog spratnog pomeranja

Nakon analize zaključeno je da konstrukcija zadovoljava uslove svih prethodno nabrojanih kontrola.

3. UTICAJ TORZIONIH EFEKATA NA SEIZMIČKI ODGOVOR KONSTRUKCIJA ZGRADA SAGLASNO EC8

3.1 Uvod

Poslednja oblast master rada predstavlja teorijski deo koji obrađuje temu uticaja torzionih efekata na seizmički odgovor konstrukcija zgrada saglasno EC8. Prema EC8 [3] pored otpornosti i krutosti konstrukcije u dva pravca zahteva se torziona otpornost i krutost konstrukcije. Horizontalno seizmičko kretanje je fenomen u dva pravca, pa konstrukcija zgrade mora da bude sposobna da se odupre horizontalnim dejstvima u bilo kom pravcu. Da bi zadovoljili ovaj zahtev raspoređujemo noseće elemente u osnovi međusobno ortogonalno, obezbeđujući slične karakteristike otpornosti i krutosti u oba glavna pravca. Izbor karakteristika krutosti konstrukcije treba da ograniči nastanak prekomernih pomeranja, koja mogu da dovedu do nestabilnosti usled efekata drugog reda ili do prevelikih oštećenja.

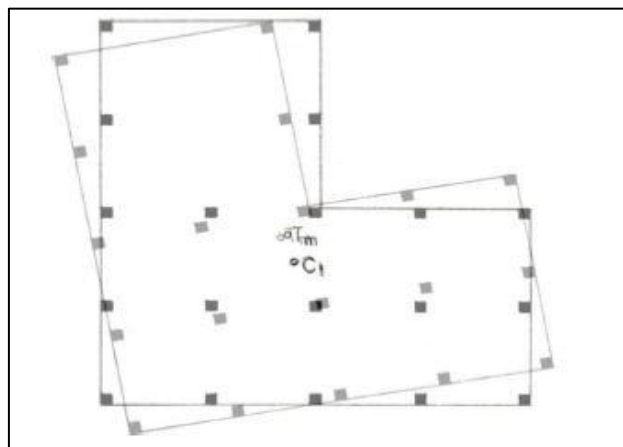
Osim bočne (fleksione) otpornosti i krutosti, konstrukcije zgrade treba da poseduju i adekvatnu torzionu otpornost i krutost sa ciljem da se smanji nastajanje torzionih pomerenja usled kojih dolazi do neravnomernog naprezanja, različitih konstrukcijskih elemenata. U tom smislu su u jasnoj prednosti konfiguracije u kojima su glavni noseći elementi, koji se suprotstavljaju seizmičkim dejstvima, raspoređeni bliže obimu zgrade.

Zašto je bitno obezbediti takav oblik osnove zgrade i raspored konstrukcijskih elemenata? Odgovor na ovo pitanje je da upravo pravilnim izborom dispozicije konstrukcije a ujedno i pravilnim rasporedom konstrukcijskih elemenata sprečavamo pojavu velikog ekscentriciteta centra mase i centra krutosti, što za posledicu usled dejstva seizmičkih sila ima pojavu velikog momenta torzije koji deluje na našu konstrukciju, što dalje povlači za sobom kao posledicu velika pomeranja i uticaje, naročito u obodnim elementima konstrukcije (nepravilna dispozicija → veliki ekscentricitet → veliki moment torzije → velika pomeranja i uticaji).

Kod izbora zgrade u osnovi prednost je uvek na strani sažetih i simetričnih osnova. Dugačke, razudene, nesimetrične i nepravilne osnove treba izbegavati. Simetrija u osnovi zgrade je mera u pravcu postizanja jednostavnosti konstrukcije, ali i mera kojom se primarno doprinosi postizanju translacionog pomeranja tavanica (naspram rotacionog).

U odnosu na nesimetrične (kakav je i konkretan slučaj konstrukcije čiji je projekat obrađen u predhodnim poglavljima) ovakve zgrade se odlikuju povećanom seizmičkom otpornošću. Za nesimetrične osnove vrlo teško je obezbediti poklapanje centra mase i centra

krutosti, što za posledicu ima torziranje zgrade u osnovi. Uticaji izazvani ovim torziranjem mogu biti vrlo značajni i, čak, kod obodnih elemenata, prevazići uticaje translacionog pomeranja [7]. Na slici 3 prikazan je primer torziranja zgrade u osnovi.



Slika 3. Torziranje zgrade u osnovi

Prema Evrokodu 8 [3] definisani su kriterijumi regularnosti konstrukcije dopunjujući načelne koji se odnose na simetričnost, uniformnost...

Pri tome konstrukcija i dalje može biti projektovana kao neregularna, ali uz uslov zadovoljenja strožijih uslova (na primer, manje vrednosti faktora ponašanja) i/ili nemogućnost korišćenja pojednostavljenih metoda proračuna (prostorni nasuprot ravanskom modelu; modalna analiza nasuprot metodi bočnih sila)

U narednom delu biće analizirano više različitih modela konkretne konstrukcije sa različitim rasporedima zidova za ukrućenje. Ideja je da se pokaže koliko utiče promena ekscentriciteta centra mase i centra krutosti, usled različitih rasporeda zidova za ukrućenje na pojavu torzionih efekata.

Plan je da se analiziraju sledeće zavisnosti i prikažu uporedni dijagrami promene kao rezultat analize:

- Ponašanje konstrukcije u zavisnosti od promene ekscentriciteta (rastojanja od centra mase do centra krutosti) u X – pravcu.
- Ponašanje konstrukcije u zavisnosti od promene ekscentriciteta (rastojanja od centra mase do centra krutosti) u Y – pravcu.
- Ponašanje konstrukcije u zavisnosti od promene položaja zidova za ukrućenje a da pritom ekscentricitet (rastojanje od centra mase do centra krutosti) ne bude bitno promenjen.

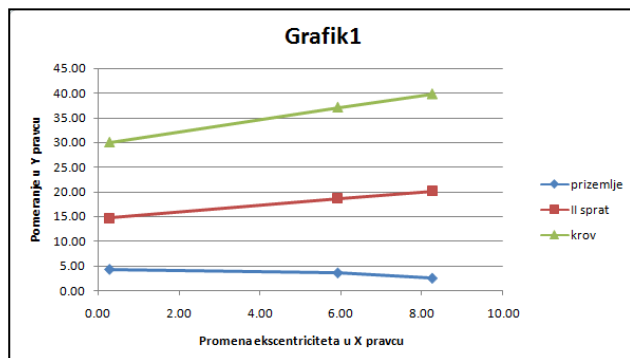
Kao merodavani parametri za ponašanje konstrukcije usled torzionih efekata biće analizirani:

- Pomeranje etaža konstrukcije u dva međusobno ortogonalna pravca (X i Y pravac)
- Analiziranje perioda oscilovanja konstrukcije za najuticajnije tonove
- Oblici oscilovanja konstrukcije dobijeni primenom multimodalne spektralne analize

3.1 Ponašanje konstrukcije u zavisnosti od promene ekscentriciteta u X odnosno Y pravcu

Analizirana su po tri modela konstrukcije za X pravac, odnosno Y pravac, sa različitim ekscentricitetom centra mase i centra krutosti, što je postignuto promenom položaja zidova za ukrućenje.

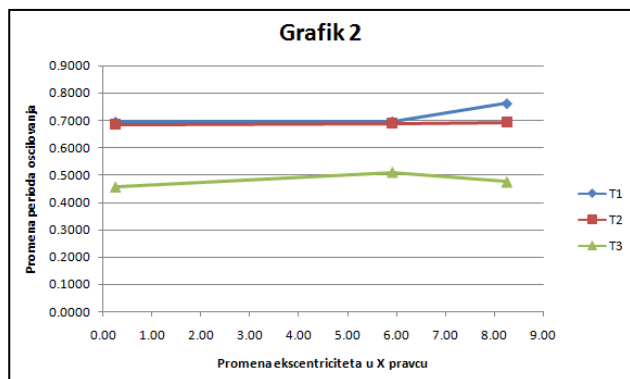
Na sledećem grafiku (slika 4) prikazana je promena pomeranja pojedinih etaža konstrukcije u zavisnosti od promene ekscentriciteta.



Slika 4. Grafik 1

Na osnovu grafika1 (slika 4), analiziranjem pomeranja vidimo da se pomeranje konstrukcije po etažama povećava sa povećanjem ekscentriciteta što je bilo za očekivati.

Razlog tome jeste to što se samim povećavanjem ekscentriciteta, povećava i moment torzije koji deluje na našu konstrukciju, pa otuda i veća pomeranja.



Slika 5. Grafik 2

Na grafiku 2 (slika 5), možemo primetiti blagi porast perioda oscilovanja trećeg tona koji se javlja kao torziranje zgrade u osnovi.

Međutim taj porast nije značajan što znači da se efekti torzije nisu puno povećali. Razlog tome je potvrda teorije da se torziranje zgrade u osnovi može prihvatiti zidovima jednog pravca.

U konkretnom primeru ekscentricitet je povećan u X pravcu tako što je obodni zid Y pravca premešten bliže sredini osnove konstrukcije, ali su zidovi drugog pravca ostali pozicionirani po obodu konstrukcije pa je njima sprečeno u velikoj meri torziranje zgrade u osnovi.

4. ZAKLJUČAK

Zaključak teorijskog tela bio bi potvrda teorija koje su postavljene na početku ovog poglavlja. Analizom svih ovih modela, čiji su rezultati grafički prikazani dolazimo do sledećih zaključaka:

- Zidovi orijentisani u X i Y pravcu sprečavaju translatorno pomeranje konstrukcije objekta ali nisu garancija da neće biti torziranja osnove zgrade i njenih nepovoljnih efekata u slučaju seizmičkog opterećenja. Pored postojanja zidova X i Y pravca vrlo je bitan njihov raspored kako bi se sprečilo torziranje zgrade u osnovi.
- Zidovi za ukućenje, tačnije njihov položaj treba biti što udaljeniji od centra krutosti konstrukcije kako bi se suprotstavili što efikasnije torzionom momentu (idealna položaj jeste obodni deo konstrukcije)
- Zidovi jednog pravca ako su dobro orijentisani mogu da spreče torziranje osnove zgrade što je pokazano na primerima gde je analizirano ponašanje konstrukcije usled promene escentriciteta u X, odnosno Y pravcu.
- Sprečavanje neželjenih torzionih efekata usled seizmičkog opterećenja na našu konstrukciju zavisi kako od broja seizmičkih zidova tako i od njihovog rasporeda koji je vrlo bitan.
- Čak i manji ekscentriciteti sa nepovoljnim rasporedom seizmičkih zidova mogu da izazovu velike torzione efekte a samim tim veća pomeranja i veće uticaje, naročito u vertikalnim elementima koji se nalaze po obimu konstrukcije.

5. LITERATURA

- [1] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije, Beograd, 2009.
- [2] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija, Beograd, 2009.
- [3] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija, Beograd, 2009.
- [4] Dr. Zoran Brujić: "Materijal sa predavanja iz predmeta Betonske konstrukcije", Novi Sad 2015.
- [5] Živorad Radosavljević, Dejan Bajić: "Armirani beton 3"- Građevinska knjiga, Beograd 2008.
- [6] S. Stefanović: Fundiranje, Naučna knjiga, Beograd 1989.
- [7] M. Čaušević: Dinamika konstrukcija, Tehnička knjiga, Zagreb 2010.

Kratka biografija:



Dejan Krsmanović rođen je u Novom Pazaru 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Seizmička analiza konstrukcija odbranio je 2017.god.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE STAMBENE ZGRADE Su+P+5 PREMADOMAĆEM PRAVILNIKU I ANALIZA EFEKATA TEORIJE DRUGOG REDA

CONSTRUCTION PROJECT OF RESIDENTIAL BUILDING B+GF+5 ACCORDING TO DOMESTIC STANDARDS AND SECOND ORDER EFFECTS ANALYSIS

Aleksandar Barjaktarović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad sadrži projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske zgrade spratnosti Su+P+5 po domaćim standardima te analizu izvijanja stubova i uticaja efekata teorije drugog reda. U okviru projekta konstrukcije prikazani su: analiza dejstava na konstrukciju, statički i dinamički proračun, dimenzionisanje, kao i plan armiranja karakterističnih konstruktivnih elemenata. Proračun konstrukcije urađen je u softverskom paketu Tower 6.

Abstract – The paper contains the construction project of reinforced concrete multi-storey building with flooring B+GF+5 according to domestic standards, second order effects analysis and analysis deflection of pillar. The construction project contains: actions on structures analysis, static and dynamic analysis, dimensioning and rebar detailing plan for characteristic structural elements. The structural analysis has been made using software package Tower 6.

Ključne reči: Armiranobetonska zgrada, efekti drugog reda, izvijanje, pečurkasta tavanica

1. UVOD

U radu je prikazan proračun AB stambene zgrade spratnosti Su+P+5, u Novom Sadu.

Analiza dejstava, statički i dinamički proračun, dimenzionisanje i detalji armature su urađeni u skladu sa domaćim standardom (PBAB). Proračun je sproveden u softverskom paketu za strukturalnu analizu Tower 6 zasnovanom na metodi konačnih elemenata. Analizirana je vitkost stuba, kao izdvojenog elementa iz konstrukcije, da bi se utvrdilo, na osnovu propisanih kriterijuma, da li je potrebno uzeti u obzir uticaje drugog reda. Veličina momenta savijanja drugog reda određena je metodama koje propisuje domaći standard: metodom dopunske ekscentričnosti.

2. TEHNIČKI OPIS

2.1 Arhitektonsko rešenje

Osnova objekta je pravougaona, dimenzija 35,20 m u podužnom pravcu i 17,00 m u poprečnom pravcu.

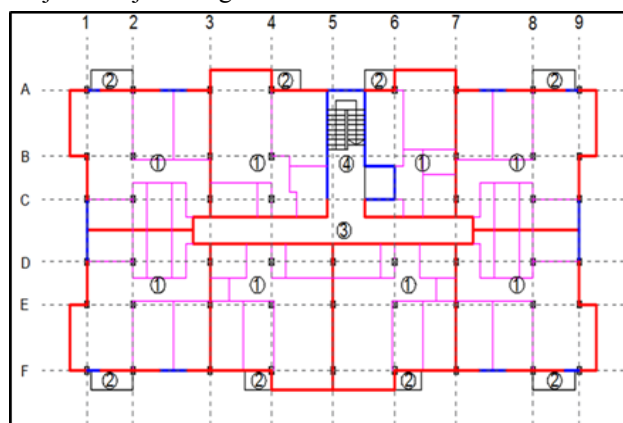
Na svim spratovima iznad prizemlja sa sve četiri fasadne strane, predviđeni su erkeri, istureni 1,20 m van osnove objekta. Suteran je namenjen kao parking prostor, a u prizemlju objekta se nalaze lokali.

NAPOMENA:

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

Na ostalim etažama predviđeni su stanovi različitih struktura i hodnik kojim se pristupa stanovima (slika 1.). Vertikalna komunikacija u objektu je obezbeđena dvokrakim stepeništem i liftom.

Spratna visina suterena i svih tipskih spratova je 2.90 m, a visina prizemlja iznosi 4,20 m. Fasadni zidovi su izvedeni od termo blokova debljine 25 cm, obloženi sa spoljne strane stiroporom debljine 10 cm. Zidovi između zasebnih lokala i stambenih jedinica takođe su izvedeni od termo blokova debljine 25 cm, a u samim stanovima pregradni zidovi su debljine 12 cm. Na objektu je predviđen ravan krov sa nagibom krovnih ravni od 2 %. Plafon 5-tog sprata je istovremeno i krovna ploča. Krov je predviđen kao neprohodan, ali je zbog mogućih sanacija i održavanja ostavljena mogućnost za izlazak na krov.



Slika 1. Dispozicija tipskog sprata

2.2 Konstruktivni sistem objekta

Konstruktivni sistem objekta je AB skeletna konstrukcija ukrućena zidnim platnima. Međuspratne konstrukcije su projektovane kao pune AB ploče, debljine 16 cm, direktno oslonjene na stubove i seizmička platna i u prizemlju na zidove suterena.

Krovnu konstrukciju takođe predstavlja puna AB ploča debljine $d = 16\text{cm}$, sa istim oslonačkim konturama kao i tavanične konstrukcije. Stubovi su postavljeni u dva ortogonalna pravca sa dimenzijama 40x30 i 50x40 cm, zavisno od veličine normalnih napona koji se javljaju u njima (suteran i prizemlje – 50x40 cm, ostale tipske etaže – 30x40 cm)

Debljina svih zidova za ukrućenje je 20 cm. Pri njihovom raspoređivanju imalo se u vidu da se njima prenose seizmičke sile ali i momenti torzije u osnovi zgrade, kao i nepogodnost postavljanja na fasadi. Zidovi suterena, debljine 20 cm, raspoređeni su po obodu zgrade i projektovani za prihvatanje bočnog pritiska tla.

Temeljnu konstrukciju čini AB ploča debljine 50 cm. Temeljna ploča je prepuštena u odnosu na spoljašnju ivicu objekta za 1.2 m zbog izjednačavanja napona u tlu. Stepenište je konstruisano kao dvokrako, sastoji se od dve kose ploče i podesta debljine $d = 14$ cm. Svi konstruktivni elementi u objektu se betoniraju betonom kvaliteta MB35, a armiranje istih se predviđa rebrastom armaturom kvaliteta B500B.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja urađena je prema domaćim standardima, a obuhvata stalno, korisno, opterećenje vetrom, opterećenje snegom i seizmičko dejstvo.

3.1 Stalno opterećenje

Stalna opterećenja su ona opterećenja koja deluju na konstrukciju tokom celog eksploatacionog veka konstrukcije. U stalno opterećenje ulazi sopstvena težina svih elemenata konstrukcije, slojeva podova, plafona i zidova. Stalno opterećenje je naneto kao površinsko opterećenje na međuspratne tavanice, dok je opterećenje od zidova $d=25$ cm naneto kao linijsko opterećenje, a od zidova $d=12$ cm kao razmazano površinsko opterećenje.

Intenzitet opterećenja tavanica jednak je i iznosi $1,50 \text{ kN/m}^2$ za sve prostorije, plus dodatnih $1,50 \text{ kN/m}^2$ od pregradnih zidova. Ravan neprohodni krov opterećen je sa $3,70 \text{ kN/m}^2$. Stepenišna ploča je opterećena sa $1,50 \text{ kN/m}^2$. Linijsko opterećenje od zidova iznosi $7,50 \text{ kN/m}^2$ za fasadni zid i $7,20 \text{ kN/m}^2$ za zidove između stanova.

3.2 Korisno opterećenje

Prema preporukama iz domaćih standarda, korisno opterećenje za sve prostorije i terase iznosi $2,0 \text{ kN/m}^2$. Za zajednički hodnik iznosi $3,0 \text{ kN/m}^2$. Stepenišna ploča opterećena je korisnim opterećenjem od $3,0 \text{ kN/m}^2$, neprohodan krov sa $1,0 \text{ kN/m}^2$, a temeljna ploča koja služi za parkiranje vozila sa $5,00 \text{ kN/m}^2$.

3.3 Opterećenje snegom

Opterećenje snegom se usvaja intenziteta $1,0 \text{ kN/m}^2$ po površini krovne ploče.

3.4 Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom je određeno prema domaćem standardu. Modelirana su 4 slučaja opterećenja vetrom, svaki slučaj odgovara jednom od 4 pravca duvanja vetra koji su upravni na fasadu objekta. Prilikom modeliranja, određeno je kao površinsko pa je pretvoreno u linijsko opterećenje i raspoređeno da deluje na fasadne stubove.

3.5 Seizmičko opterećenje

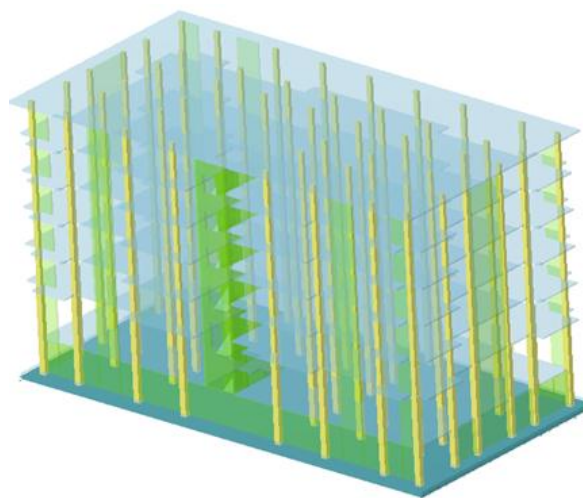
Seizmički proračun je izvršen multimodalnom analizom u softverskom paketu Tower 6.0. Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, konstrukcija spada u I vrstu, a kategorija tla u II. Koeficijent prigušenja iznosi 0.05.

Tabela 1. Faktori opterećenja za proračun masa

Br.	Naziv	Koeficijent
1	Stalno opterećenje (g)	1,00
2	Korisno opterećenje	0,50
3	Sneg	1,00
4	Tlo	1,00
5	Vetar u X+ pravcu	0,00
6	Vetar u X- pravcu	0,00
7	Vetar u Y+ pravcu	0,00
8	Vetar u Y- pravcu	0,00

4. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija je modelirana u softverskom paketu Tower 6.0. Svi uticaji u konstrukciji određeni su na osnovu proračunskog modela koji dovoljno realno predstavlja stvarnu konstrukciju i njeno ponašanje pod dejstvima. Ovim programom omogućeno je prostorno modeliranje konstrukcije površinskim i linijskim elementima. Među-spratne tavanice, temeljna i krovna ploča kao i AB platna i zidovi suterena su modelirani kao površinski elementi, dok su stubovi modelirani kao linijski elementi. Mehaničke karakteristike kao što su računski čvrstoća betona na pritisak pri savijanju, modul elastičnosti, Poisson-ov koeficijent ili koeficijent temperaturnog širenja su određeni kvalitetom betona, tj. njegovom markom. Izgled modela prikazan je na slici 2.



Slika 2. Izgled proračunskog modela

5. DINAMIČKA ANALIZA

5.1 Modalna analiza

Modalna analiza služi za proračun svojstvenih vrednosti i oblika vibracija konstrukcije. Krutost tavanica u svojim ravnima obezbeđuje damase i momenti inercije svakog sprata mogu biti koncentrisane u centrima masa tavanica. Stalna opterećenja i opterećenje snegom uzimaju se u punom iznosu, dok se vrednost korisnog opterećenja redukuje odgovarajućim faktorom jer se smatra da neće biti u punom iznosu prisutno za vreme zemljotresa. Prva tri perioda oscilovanja konstrukcije, dobijena modalnom analizom, prikazani su u tabeli 2.

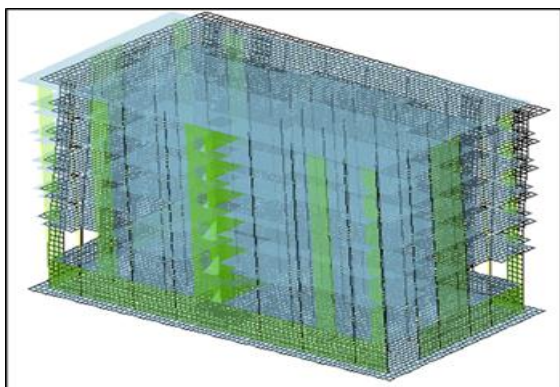
Tabela 2. Vrednosti perioda oscilovanja

	T [s]	f [Hz]
1	0,8674	1,1528
2	0,7982	1,2528
3	0,5971	1,6749

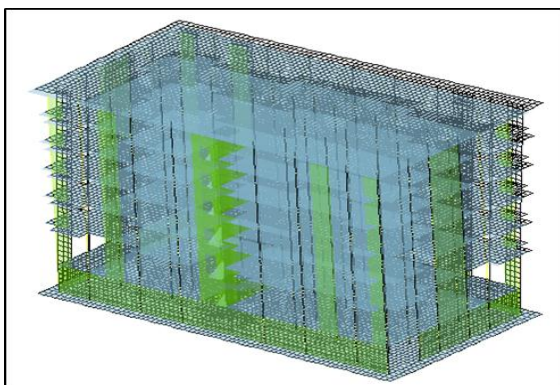
Na slikama 3, 4 i 5 prikazana su prva tri tona oscilovanja konstrukcije.

6. DIMENZIONISANJE

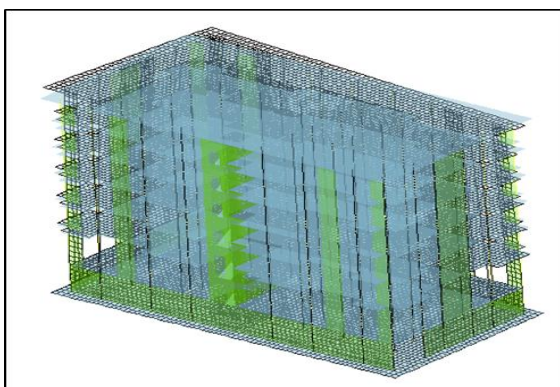
Dimenzionisanje svih elemenata izvršeno je pomoću programa Tower 6 koji ima opciju dimenzionisanja prema Pravilniku [3, 4], na osnovu graničnog stanja nosivosti za uticaje proizašle iz merodavnih kombinacija graničnih (uvećanih parcijalnim koeficijentima) opterećenja.



Slika 3. Forma oscilovanja u prvom tonu



Slika 4. Forma oscilovanja u drugom tonu



Slika 5. Forma oscilovanja u trećem tonu

7. PRORAČUNSKE KONTROLE

Proračunske kontrole i rezultati su prikazani izrazima (1), (2), (3) i (4).

Kontrola dozvoljenog napona u tlu:

$$\sigma_{tla} = 133,99 \text{ [MPa]} \leq \sigma_{a,dop} = 190 \text{ [MPa]} \quad (1)$$

Kontrola dozvoljenog napona u stubovima:

$$\sigma = 8,25 \leq \sigma_{dop} = 9,18 \text{ [MPa]} \quad (\text{za MB35}) \quad (2)$$

Kontrola dozvoljenog napona u zidovima:

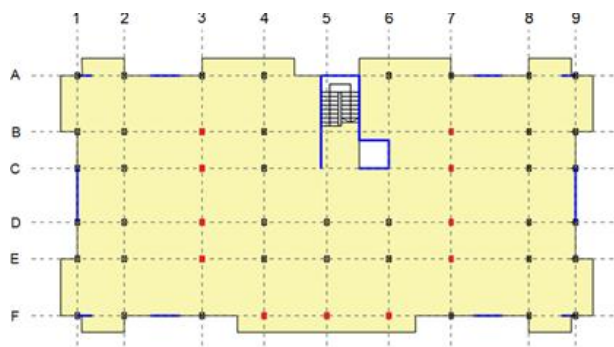
$$\sigma_o = 1,88 \text{ MPa} \leq \sigma_{o,dop} = 4,9 \text{ MPa} \quad (3)$$

Kontrola horizontalnog pomeranja vrha zgrade:

$$f_{max} = 17,87 \text{ [mm]} \leq f_{dop} = 31,00 \text{ [mm]} \quad (4)$$

7.1 Kontrola ploča na probijanje:

Pošto je međuspratna tavanica direktno oslonjena na stubove, potrebno je obuhvatiti proračunom mogućnost probijanja ploče na mestima oslanjanja. Na mestima koja su obeležena crvenom bojom na slici 7. potrebna je dodatna armatura zbog osiguranja od proboja ploče.

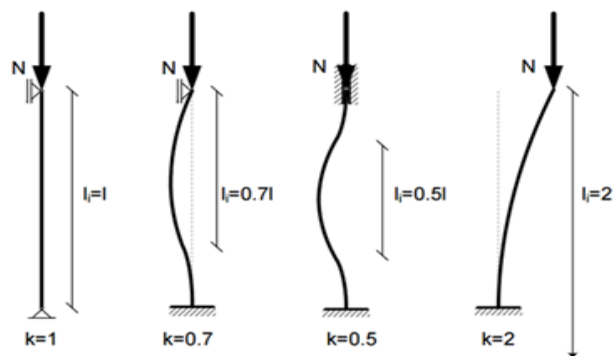


Slika 7. Kritični položaji proboja tipske ploče

8. ANALIZA EFEKATA TEORIJE DRUGOG REDA

Aksijalne sile pritiska i momenti savijanja izazivaju deformaciju stuba.

Zavisno od osetljivosti na uticaje izazvane deformacijom (izvijanje), stubovi se mogu klasifikovati na kratke, kod kojih ovi efekti mogu biti zanemareni u proračunu i vitke, kod kojih to nije slučaj.



Slika 8. Koeficijenti izvijanja dužine stuba

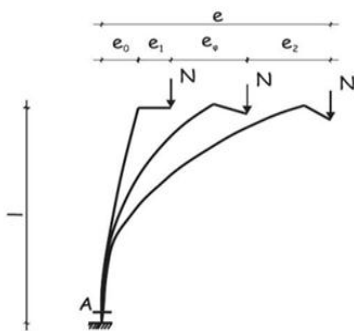
Dužina izvijanja jeste razmak između nultih tačaka momenata savijanja drugog reda, odnosno tačaka infleksije i ona je osnovni parametar osetljivosti elementa na efekte izvijanja. Kod vitkih stubova, njihove sopstvene deformacije, iako relativno male, povećavaju početni ekscentricitet sile pritiska duž štapa i javljaju se uticaji drugog reda – dodatni momenti savijanja.

Budući da su stubovi opterećeni velikim aksijalnim silama, prirast momenata izazvan deformacijom (ugibom) može biti značajan, a njegovo zanemarenje može za posledicu imati podbačaj u količini potrebne podužne armature.

Horizontalno nepomerljive konstrukcije omogućavaju da se deformacije usled efekata drugog reda realizuju između tačaka oslanjanja stubova, čime je dozvoljena njihova analiza kao izdvojenih elemenata. Ukoliko konstrukcija ne može biti klasifikovana kao nepomerljiva, analiza efekata drugog reda na nivou cele konstrukcije ostaje kao jedina alternativa.

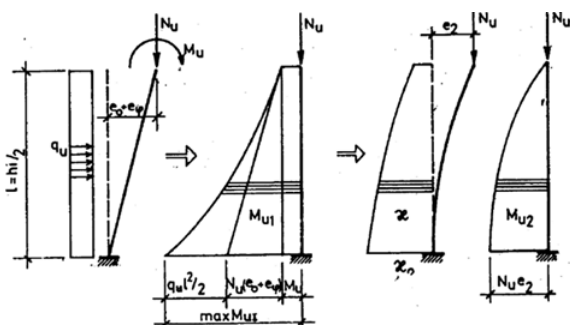
Metode analize uticaja drugog reda za nepomerljive konstrukcije prema domaćim standardima su:

- Metoda dopunske ekscentričnosti: koristi se za umereno vitke stubove $\lambda \leq 75$. Približan postupak određivanja ukupnog ekscentriciteta odgovarajuće aksijalne sile kroz zbir pojedinačnih ekscentriciteta.



Slika 9. Parcijalni ekscentriciteti aksijalne sile

- Metoda model-stub: koristi se za umereno i izrazito vitke stubove. Ovaj metod se koncipira na bazi poznavanja veze momenat savijanja - normalna sila - krivina preseka za dati presek i armaturu.



Slika 10. Model – stub postupak

Metode analize uticaja drugog reda prema evropskim standardima su:

Opšta metoda: nelinearna analiza, uključuje geometrijsku nelinearnost, tako da je potreban odgovarajući softver.

Metoda nominalne krutosti: u ovoj metodi prvo se odredi nominalna krutost, a zatim se faktor uvećanja momenta kojim množimo momenat prvog reda da bismo dobili momenat drugog reda.

Nominalna krivina: procenjuje se granično pomeranje, a zatim, na osnovu toga, momenat drugog reda koji se dodaje na momenat prvog reda.

Proračunom po metodi dopunske ekscentričnosti i metode model – stub dobijeni su približno slični rezultati u pogledu potrebne količine podužne armature.

- Metoda dopunske ekscentričnosti: $A_a = 6,90 \text{ cm}^2$
- Metoda model – stub: $A_a = 7,40 \text{ cm}^2$.

Dominantan kriterijum u ovom proračunu jeste minimalni procenat armiranja za vitke stubove, koji propisuje domaći pravilnik za $\lambda_1 = 73,04$; $\min A_a = 21,22 \text{ cm}^2$.

Treba primetiti kako je ovaj kriterijum relativno strog, pogotovo kada se analiziraju stubovi izrazite vitkosti, gde se minimalni procenat armiranja kreće u granicama 1,10 – 2,40.

Nezavisno od toga što je kroz ovu analizu merodavan minimalni koeficijent armiranja, primetno je da se usled efekata drugog reda povećavaju sile u presecima konstrukcije, gde zanemarenje istih može dovesti do pogrešnog dimenzionisanja elemenata.

9. ZAKLJUČAK

Pažljivim i analitičkim inženjerskim pristupom, prilikom projektovanja konstrukcije, može se uticati na njihovu osetljivost na efekte teorije drugog reda. Za vitke pritisnute elemente, deformacija elementa ili konstrukcije ne može biti zanemarena, jer se usled navedenih deformacija kao posledica javljaju značajno uvećani uticaji. Shodno tome, ovakvi elementi se analiziraju na način koji uključuje geometrijsko nelinearno ponašanje.

Kontrola osetljivosti konstrukcije na efekte drugog reda je obavezna još u početnim fazama projektovanja konstrukcije, a ne nakon dimenzionisanja konstrukcije. Zbog toga su nam od velikog značaja propisani izrazi i dijagrami pomoću kojih je moguće proceniti koeficijent osetljivosti u funkciji krutosti konstrukcije. Na ovaj način, kroz adekvatno projektovanje, možemo da izbegnemo nepovoljne efekte drugog reda koji izazivaju povećanje sila u presecima konstrukcije.

10. LITERATURA

- [1] Službeni list SFRJ: „Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata”; Službeni list SFRJ br. 15/90.
- [2] Službeni list SFRJ: „Pravilnik o tehničkim normativima za za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima”; Službeni list SFRJ br. 31/81, 49/82, 29/83, 21/88 i 52/90.
- [3] Grupa autora: „Beton i armirani beton, knjiga 1 – Osnove proračuna i konstruisanje”, Univerzitetska štampa Beograd, Beograd, 2000.
- [4] Grupa autora: „Beton i armirani beton, knjiga 2 – Prilozi”, Univerzitetska štampa Beograd, Beograd, 2000.
- [5] Živorad Radosavljević, Dejan Bajić: „Armirani beton 3”, Građevinska knjiga, Beograd, 2008.
- [6] Đorđe Lađinović: „Analiza konstrukcija zgrada na seizmičko dejstvo”, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 1989.
- [7] Zoran Brujić: „Materijal sa predavanja iz predmeta Betonske konstrukcije”.
- [8] Đorđe Lađinović, Radomir Folić: „Analiza uticaja teorije drugog reda kod konstrukcija zgrada pri dejstvu zemljotresa”.
- [9] Zoran Brujić: „Granična nosivost vitkih dvoosno savijanih AB stubova”, Novi Sad, 2008.
- [10] EN 1992-1-1:2004 Evrokod 2; Proračun betonskih konstrukcija. Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade. Beograd, 2006.
- [11] EN 1998-1:2004 Evrokod 8; Proračun seizmički otpornih konstrukcija. Deo 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade. Beograd, 2009.

Kratka biografija:



Aleksandar Barjaktarović rođen je u Zrenjaninu 1989. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Seizmičke analize konstrukcija odbranio je 2017. godine.

PROJEKAT AB VIŠESPRATNE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE PREMA EVROKODU I POREĐENJE SA DOMAĆIM STANDARDIMA

PROJECT OF RC MULTI-STOREY RESIDENTIAL-COMMERCIAL BUILDING ACCORDING TO EUROCODE AND COMPARASION WITH NATIONAL STANDARDS

Slobodan Džinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela. U prvom je prikazan projekat konstrukcije AB stambeno – poslovne zgrade, spratnosti Po + Pr + 6 u Novom Sadu, sproveden prema evropskim propisima, dok drugi deo predstavlja uporedna analiza projektovanja prema domaćim i evropskim propisima na primeru gorepomenutog objekta.

Abstract – The thesis consists of two parts. The first shows structural analysis of reinforced concret, residential – commercial building, basement + ground floor + 6, in Novi Sad, conducted in accordance with European regulations, while the second part presents a comparative structural analysis in national and European regulations on the aforementioned object.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, statički proračun, dimenzionisanje konstrukcije, uporedna analiza propisa.

1. UVOD

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje stambeno – poslovne zgrade, spratnosti podrum + prizemlje + 6 spratova, u skladu sa zadatim arhitektonskim rešenjem, uključujući i krovnu terasu na vrhu. Objekat se fundira preko temeljne ploče i lociran je u Novom Sadu i u skladu sa tim su usvajani i parametri relevantni za proračun. Noseću konstrukciju čini skeletni sistem, formiran od međuspratnih ploča monolitno spojenih sa gredama, stubovima i seizmičkim platnima. Na kraju rada dati su planovi pozicija i planovi armiranja za nekoliko karakterističnih elemenata. U istraživačkom delu rada sprovedena je uporedna analiza odredbi i načina projektovanja prema domaćim propisima i odgovarajućim Evrokodovima, na primeru razmatranog objekta.

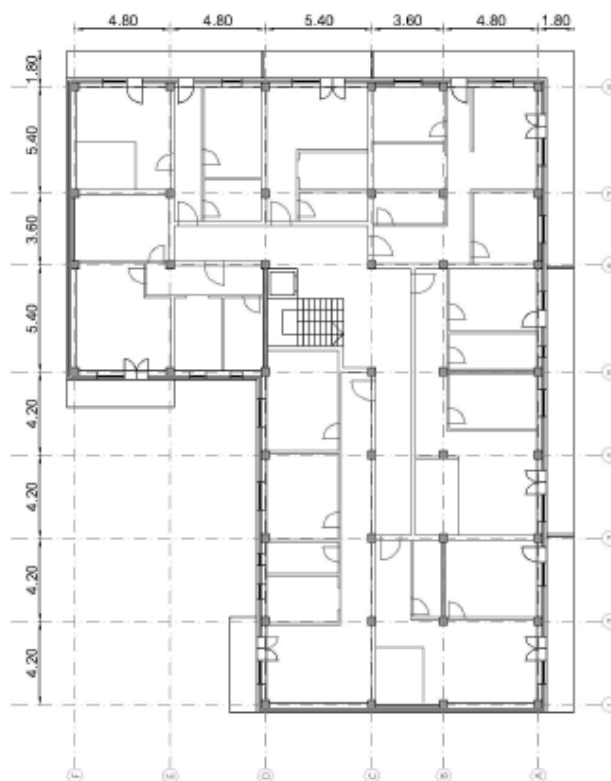
2. PROJEKAT OBJEKTA

2.1. Arhitektonsko rešenje

Zgrada se sastoji iz dva dela, poslovnog koji se nalazi u prizemlju i stambenog na spratovima iznad. Podrum je zajednički i predviđeno je skladištenje robe u njemu. Krov je projektovan kao ravan prohodan, te se može urediti na više načina. Spratna visina prizemlja je 3.36 m, za spratove iznad 2.96 m, dok za podrumsku etažu iznosi nešto manje, odnosno 2.63 m. Za vertikalnu komunikaciju u objektu predviđeni su dvokrako stepenište i lift, sa predviđenim izlaskom i na krovnu terasu.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Prikaz arhitektonskog rešenja tipskog sprata

2.2. Konstruktivni sistem

Konstruktivni sistem objekta predstavlja ukrućeni skeletni sistem. Armiranobetonski skelet ukrućen je seizmičkim platnima, odnosno duktilnim zidovima u oba pravca. Na taj način su značajno smanjena horizontalna pomeranja bez značajnijeg povećanja težine same konstrukcije.

Međuspratne tavanice isprojektovane su kao kontinualne krstasto armirane ploče oba pravca, linijski oslonjene na grede. Osovinski rasponi kreću se od 3,60 m do 5,40 m u oba pravca. Po obodu objekta ploče su ispuštene za 22 cm radi oslanjanja fasadne obloge.

Stepenište formiraju dve kose ploče, širine 1,2 m i horizontalna ploča međupodesta, na sredini spratne visine. Kose ploče su elastično uklještene samo na dve strane, što ih čini pločama koje nose u jednom pravcu.

Gredni nosači se betoniraju zajedno sa pločama tako da njihov predviđeni pravougaoni presek prelazi u „T“ po načinu primanja uticaja. Dimenzije poprečnog preseka 35/50 cm usvojene su im na osnovu najvećeg raspona na objektu, kako bi bile armirane optimalnim procentom armature.

Stubovi su u zavisnosti od svog položaja na objektu, predviđeni promenljivog ili konstantnog poprečnog preseka. Zidovi za ukrućenje su postavljeni simetrično u odnosu na težište objekta kako bi se u što većoj meri izbegli nepoželjni torzioni efekti pri dejstvu horizontalnih opterećenja.

Materijal izabran za sve horizontalne elemente i prema kojem je sproveden proračun konstrukcije, je beton C25/30, dok je za sve vertikalne elemente izabrana marka betona C30/37. Za potrebe armiranja usvojen je čelik klase B500C.

2.3. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje čine sopstvena težina konstruktivnih elemenata i sopstvena težina nekonstruktivnih elemenata (dodatno stalno opterećenje). Sopstvena težina konstruktivnih elemenata se automatski proračunava i aplicira preko korišćenog softvera a dodatno stalno opterećenje se ručno računa, korišćenjem podataka definisanih u Evrokod 1 EN 1991-1-1:2002.

Korisna opterećenja su usvojena u skladu sa standardom Evrokod 1 EN 1991-1-1:2002, na osnovu kategorija za predviđenu namenu prostorija.

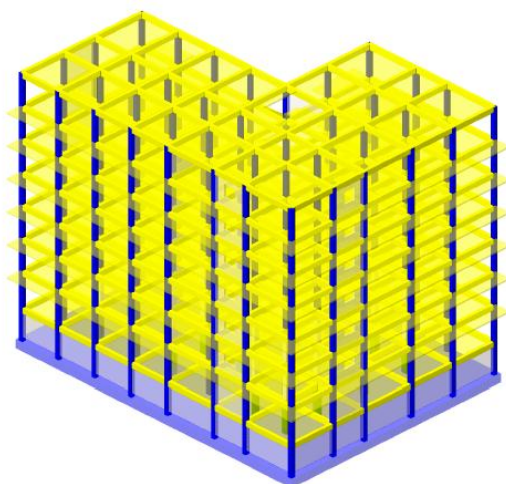
Opterećenje snegom izračunato je takođe prema evropskim standardu, EN 1991-1-3:2003 za ravne krovove i na kraju usvojeno 1 kN/m², iz objektivnih razloga za dato geografsko područje.

Opterećenje vetrom je dobijeno korišćenjem evropskog standarda EN 1991-1-1:2005. Na konstrukciju je nanoseno kao površinsko pa zatim konvertovano u linijsko.

Seizmičko opterećenje je izračunato i automatski na objekat aplicirano preko korišćenog softvera, Tower 6.0, koji nudi opciju seizmičkog proračuna prema Evrokod 8 EN 1998-1:2004, multimodalnom spektralnom analizom.

2.4. Statički i dinamički proračun

Za potrebe proračuna, konstrukcija je prostorno modelirana u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana preko serije elastičnih opruga, po Vinklervom modelu. Pri analizi horizontalnih dejstava, kao i modalnoj analizi, pretpostavljeno je da su međuspratne tavanice apsolutno krute u svojoj ravni. Dimenzije generisanih konačnih elemenata su 0.5x0.5 m.



Slika 2. Prikaz 3D modela za proračun

Za proračun koeficijenata učešća masa u modalnoj analizi korišćen je Evrokod 0 – EN 1990:2002. Dobijeni periodi oscilovanja konstrukcije prikazani su u narednoj tabeli.

Tabela 1. Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.0453	0.9567
2	0.8816	1.1342
3	0.7828	1.2774
4	0.2567	3.8949
5	0.2189	4.5689
6	0.2003	4.9915
7	0.1338	7.4743
8	0.1153	8.6745
9	0.1076	9.2971
10	0.0960	10.4115
11	0.0851	11.7551
12	0.0804	12.4359

Nakon sprovedene modalne analize zgrade, pristupa se definisanju parametara za proračun seizmičkih sila. Iskorišćena je opcija koju nudi programski paket, za proračun seizmičkog opterećenja prema evropskim standardima, korišćenjem multimodalne spektralne analize, koja spada u grupu linearno-elastičnih analiza. Kompletan seizmički proračun sproveden je u skladu sa evropskim standardom EN 1998-1:2004 koji sadrži opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade.

Usvojena je srednja klasa duktilnosti objekta – DCM i na osnovu nje i pomenutog pravilnika dobijena je vrednost faktora ponašanja $q = 3.9$. Od ostalih ulaznih podataka, na osnovu vrste objekta i njegove lokacije usvojeni su kategorija tla C, kategorija značaja II i odnos $ag/g = 0.2$.

2.5. Proračunske kontrole

Prema pravilniku EN 1998-1:2004 obavezno je za primarne seizmičke elemente (grede, stubovi i platna) prekontrolisati normalne napone i uporediti ih sa dopuštenim. Zbog ispravnog korišćenja terminologije, evropski standardi umesto termina „napon u stubu“ koriste termin „normalizovana aksijalna sila u stubu“ i on predstavlja bezdimenzionalnu vrednost. Kontrola normalizovane aksijalne sile se sprovodi za proračunske situacije prema graničnom stanju nosivosti, što znači da se koriste parcijalni koeficijenti sigurnosti kako za opterećenja, tako i za materijale – beton i čelik.

Kontrola relativnih spratnih pomeranja sprovedena je na osnovu uticaja od eksploatacionih opterećenja, bez korišćenja parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Kriterijum je ispunjen s obzirom da su proračunom dobijena pomeranja manja od pravilnikom propisanih.

2.6. Dimenzionisanje

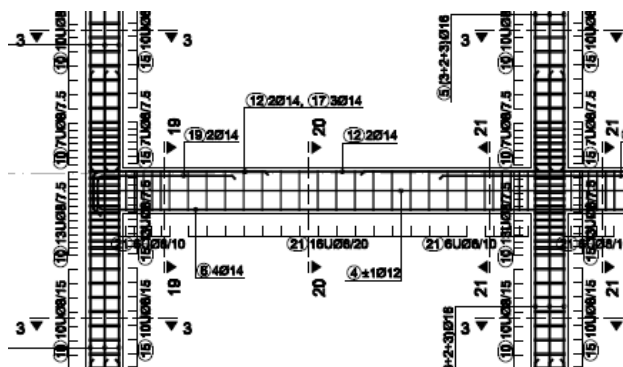
Armiranobetonski elementi zgrade se dimenzionišu prema graničnom stanju nosivosti, na maksimalne statičke uticaje dobijene preko korišćenog softverskog paketa. Nosivosti na savijanje i smicanje su računati po odredbama evropskog pravilnika EN 1992-1-1:2004. Sa na taj način dobijenim rezultatima dimenzionisanja za sve primarne seizmičke elemente sprovodi se oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost, definisanih pravilnikom takođe evropskih normi, EN 1998-1:2004. Na taj način obezbeđuje se princip projektovanja zgrada metodom programiranog ponašanja i samim time izbegava prelazak konstrukcije u mehanizam pri dejstvu zemljotresa.

Zaštitni slojevi betona do armature su usvojeni na osnovu pravilnikom definisanih klasa izloženosti za pojedine elemente. Pri čemu je za sve elemente prepoznata XC klasa izloženosti, samo u različitom stepenu. Dobijene su sledeće debljine zaštitnih slojeva:

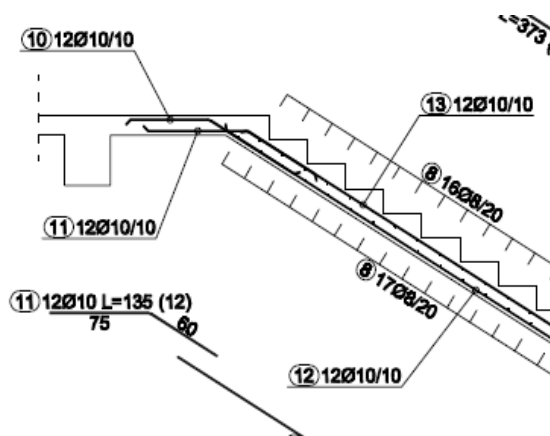
- Temeljna ploča.....35 mm
- Međuspratne i kose ploče.....25 mm
- Stubovi i grede30 mm
- Zidovi za ukrućenje.....25 mm

Od ploča dimenzionisane su temeljna ploča, ploča prizemlja i ploča I sprata – tipska ploča. Za dimenzionisanje ramova izabrana su dva karakteristična unutrašnja – ram u osi 7 i ram u osi B. Pored ploča i ramova, izvršeno je i dimenzionisanje seizmičkog platna u sklopu rama u osi B, kao i dva stepeništa – stepenište prizemlja i tipsko stepenište, za spratove iznad.

Na osnovu rezultata dobijenih dimenzionisanjem, usvojena je armatura i napravljeni planovi armiranja za sve gore navedene elemente u skladu sa pravilima armiranja prema evropskim standardima.



Slika 3. Detalj plana armiranja rama u osi 7



Slika 4. Detalj plana armiranja stepeništa prizemlja

2.7. Oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost

Nakon sprovedenog dimenzionisanja, evropski standardi zahtevaju dokazivanje proračunom dobijene nosivosti primarnih seizmičkih elemenata – greda, stubova i platana, kao i oblikovanje detalja za lokalnu duktilnost. Sve kontrole i proračuni zasnovani su na EN 1998-1:2004 i svode se na to da se obezbedi koncept programiranog ponašanja objekta, odnosno da se spreči eventualno formiranje plastičnih zglobova u stubovima. U cilju toga analizirani su spoljašnji i unutrašnji čvor grede i stuba, kao

i duktilni zid u osi B. Na osnovu sprovedenih kontrola, koje se prvenstveno odnose na usvojenu armaturu, zaključeno je da su sve odredbe propisa zadovoljene.

3. POREĐENJE PROPISA

U sklopu istraživačkog dela rada, izvršena je uporedna analiza projektovanja prema trenutno važećim propisima u našoj zemlji i u prethodnom delu rada korišćenim Evrokodovima. Za potrebe poređenja i analize gore projektovana zgrada je proračunata i dimenzionisana i po domaćim propisima, odnosno pravilniku BAB 87.

3.1. Analiza opterećenja

Oba standarda predviđaju apliciranje istih pet grupa eksploatacionih opterećenja: stalno, korisno, sneg, vetar i seizmičko. Stalno opterećenje će biti identično, pošto se sastoji od sopstvenih težina konstruktivnih i nekonstruktivnih elemenata. Vetar nikada nije merodavan za ovu vrstu armiranobetonskih konstrukcija a sneg je u oba slučaja usvojen na isti, realno potreban, način. Predmet analize biće usvajanje korisnog i proračun seizmičkog opterećenja.

Korisno opterećenje se usvaja prema odredbama svakog pravilnika posebno u zavisnosti od predviđene namene prostorije. U samim predloženim vrednostima nema većih razlika već je glavna razlika u tome što Evrokod korisno opterećenje deli u više kategorija i podkategorija a nudi i mogućnost umanjenja nekih predloženih vrednosti uz obrazloženje male verovatnoće delovanja svih kategorija opterećenja u punom iznosu istovremeno.

Kod seizmičke analize prema pomenutim propisima, glavnu razliku čini predviđena metoda za proračun. Domaći propisi podrazumevaju statički ekvivalentnu metodu za proračun seizmičkih sila, koja uzima u obzir samo prvi ton oscilovanja. Nedostatak doprinosa ostalih tonova pokušava da kompenzuje koncentracijom 15% ukupne seizmičke sile u nivou najviše tavanice. Kao takva nije pogodna za objekte veće spratnosti. Evropski propisi predviđaju upotrebu multimodalne spektralne analize. Kako joj i sam naziv govori, ona uzima u obzir više tonova oscilovanja, zapravo svih relevantnih. Iako dovoljno tačna, ni ona nije bez mane, njen glavni nedostatak je što se ukupni uticaji dobijaju sabiranjem pojedinačnih doprinosa po tonovima, najčešće preko SRSS pravila. Rezultat se dobija kao kvadratni koren iz sume kvadrata, što je uvek pozitivna vrednost, te se ne može uvek sa sigurnošću tvrditi koja strana elementa je zategnuta.

U oba slučaja, pre seizmičkog proračuna, neophodno je izvršiti modalnu analizu, kako bi se odredile svojstvene vrednosti konstrukcije. Dobijeni rezultati su prikazani narednom tabelom.

Tabela 2. Poređenje perioda oscilovanja konstrukcije

Ton oscilovanja	Period oscilovanja [s]	
	BAB 87	EC 8
I	0,9179	1,0453
II	0,7659	0,8816
III	0,6694	0,7828

Na osnovu dobijenih vrednosti može se izvesti zaključak da su periodi oscilovanja nešto duži po evropskim standardima. Takvim rezultatima je doprinelo i to što je objekat po Evrokodu projektovan za srednju klasu duktilnosti – DCM.

3.2. Modeliranje konstrukcije

Evrokod, za razliku od domaćih propisa, propisuje smanjenje savojne i torzione krutosti kod grednih nosača, kao i savojne krutosti kod stubova i seizmičkih zidova, kako bi se uzela u obzir isprskalost poprečnog preseka usled apliciranih opterećenja. Domaći propisi, bazirani na Pravilniku BAB 87 predviđaju samo smanjenje torzione krutosti kod greda. To je između ostalog rezultovalo većim pomeranjima i dužim periodima oscilovanja konstrukcije, kod modela projektovanog po Evrokodu.

3.3. Statički proračun

Statički proračun konstrukcije prema evropskim standardima generalno daje manje momente savijanja i normalne sile, pri kombinacijama merodavnim za dimenzionisanje. Uzrok tome treba tražiti u manjim parcijalnim koeficijentima sigurnosti kao i u realnijem kombinovanju opterećenja u odnosu na domaće propise. Situaciju dodatno komplikuje različit način proračuna seizmičkih sila, te veće seizmičko opterećenje prema evropskim standardima.

3.4. Dimenzionisanje elemenata

Određivanje debljine zaštitnog sloja betona do armature se donekle razlikuje. Pravilnik BAB 87 propisuje nešto manje vrednosti izuzev za temeljnu ploču. Usvojene vrednosti za potrebe uporedne analize, date su u narednoj tabeli.

Tabela 3. Poređenje debljina zaštitnih slojeva

Konstruktivni element	Zaštitni sloj [cm]	
	BAB 87	EC 8
Temeljna ploča	4,0	3,5
Međuspratne ploče	1,5	2,5
Seizmički zidovi	1,5	2,5
Grede i stubovi	2,0	3,0

Radi poređenja dobijene proračunski potrebne armature, izvršeno je dimenzionisanje istih karakterističnih konstruktivnih elemenata i po domaćim propisima. Na osnovu dobijenih rezultata može se izvesti zaključak da je u tipskoj ploči, kao i u gredama proračunski potrebna armatura nešto veća prema domaćim propisima. Za stubove je pak u oba slučaja proračunom dobijena armatura manja od po oba standarda propisane minimalne a sa sigurnošću bi se moglo tvrditi da bi isti rezultat bio i za seizmičke zidove.

3.5. Oblikovanje detalja

Ideja oba pravilnika je da obezbede adekvatnu seizmičku otpornost objekta, odnosno da namerno oslabe određena mesta u odnosu na druga, kako bi se na njima javila oštećenja koja je kasnije lakše sanirati.

Evrokod za razliku od domaćih standarda, mnogo detaljnije pristupa ovom problemu, te propisuje seriju kontrola koje moraju biti zadovoljene kako bi se objekat mogao smatrati seizmički otpornim. Te odredbe se najviše odnose na primarne seizmičke elemente.

4. ZAKLJUČAK

U zaključku rada napravljen je rezime i prokomentarisani prethodno dobijeni rezultati, kroz analizu sličnosti i razlika pri projektovanju po oba standarda.

Po pitanju opterećenja nema značajnijih razlika izuzev kod seizmičkog opterećenja, gde se usled različite metode proračuna dobijaju različite vrednosti seizmičkih sila. Iako nije bez mane multimodalna analiza, predviđena evropskim standardima, daje dosta tačnije rezultate, što posebno dolazi do izražaja sa porastom visine objekata koji su predmet analize.

Prolaskom kroz faze dimenzionisanja i armiranja najviše dolazi do izražaja razlika u pristupu definisanju i oblikovanju detalja globalne i lokalne duktilnosti. Evrokod, iako na prvi pogled nešto komplikovaniji u ovoj fazi, isključuje mogućnost formiranja plastičnih zglobova u stubovima i brojne negativne posledice koje bi to moglo izazvati, dok domaći standardi nemaju odredbe koje bi to mogle garantovati.

Posmatrajući ukupan utrošak armature, nakon njenog usvajanja, primećuje se da je potrebna veća količina prema domaćem standardu. Razlog tome može biti donekle i to što je prema Evrokodu predviđen čelik za armiranje sa boljim mehaničkim karakteristikama.

Uporednom analizom na ovom nivou, nije moguće ipak doneti merodavan zaključak koji od ova dva standarda je bolji. Bez obzira na navedene prednosti Evrokoda, nikako se ne može reći da su domaći standardi loši. U prilog tome govore brojni objekti visokogradnje, koji već decenijama odolevaju svim opterećenjima.

5. LITERATURA

- [1] Evrokod 0: Osnove proračuna konstrukcija
Beograd, Februar 2006.
- [2] Evrokod 1: Dejstva na konstrukcije
Deo 1-1: Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja na zgrade
Deo 1-3: Dejstva snega
Deo 1-4: Dejstva vetra
Beograd, Novembar 2009.
- [3] Evrokod 2: Proračun betonskih konstrukcija
Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade
Beograd, Februar 2006.
- [4] Evrokod 8: Proračun seizmički otpornih konstrukcija
Deo 1-1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade
Beograd, Novembar 2009.
- [5] Grupa autora, Beton i armirani beton prema BAB 87
Univerzitetska štampa, Beograd 2000.

Kratka biografija:



Slobodan Džinović rođen je u Šapcu 1991. god. Nakon završetka gimnazije upisuje osnovne akademske studije, na FTN-u u Novom Sadu, odsek za Građevinarstvo. U Oktobru 2015. godine odbranio diplomski rad iz predmeta Betonske konstrukcije i upisao master studije na istom departmanu, smer Konstrukcije. Master rad iz oblasti Seizmička analiza konstrukcija odbranio u julu 2017.

**REKONSTRUKCIJA ZEMLJANE BRANE „PROTO NERO“
NA HILANDARU U GRCKOJ****THE RECONSTRUCTION OF THE EARTHEN DAM "PROTO NERO"
AT HILANDAR IN GREECE**

Stefan Janković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Brana „Proto Nero“ izgrađena je sa namerom da se stvori veštačka akumulacija, jezero, koja bi imala ulogu kako za navodnjavanje, tako i za snabdevanje Manastira vodom tokom sušnih perioda. Nakon rušenja brane, izazvanog prelivanjem, rekonstrukcija je postala neizbežna. Ovim radom je kompletno rekonstruisan evakuacioni organ, za slučaj nailaska 1000-godišnjeg poplavnog talasa. Predložena su rešenja za sanaciju kosina i tela brane kako bi se smanjila filtracija kroz telo brane. Detaljnom analizom dostupnih podataka izvršen je proračun predloženih rešenja sanacije brane.

Ključne reči: Brana, preliv, filtracija, hidraulička analiza

Abstract – Dam named Proto Nero has been constructed with intention to create the artificial water body (lake) which in return would be used both for irrigation and water supply of the Monastery during the summer season. After dam collapse due to prohibited overflow its reconstruction became inevitable. With this master work, complete reconstruction of the dam has been included all together with proposed solutions relating to slopes' construction in order to achieve sufficient reduction of the filtration through the dam. Also the spillway has been fully reconstructed as well. Based on available data on this matter and hydraulic calculation that has been used during detailed analysis the above mentioned remediation took its place.

Key words: Dam, spillway, filtration, hydraulic analysis

1. UVOD

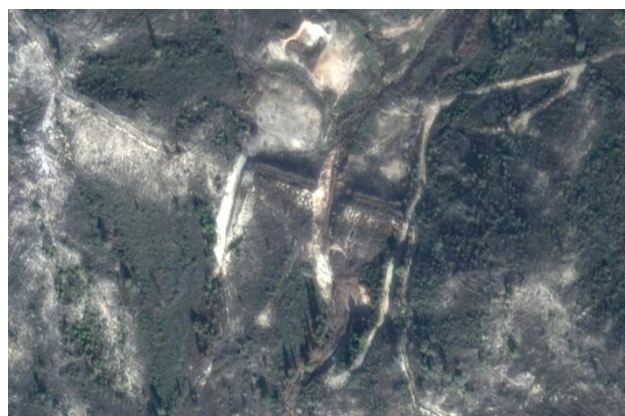
Problem snabdevanja manastira vodom je veoma izražen, prvenstveno zbog mediteranske klime koja je karakteristična po tome da leti skoro i nema padavina, dok su zimski periodi praćeni pljuskovima i vetrovima. Da bi se rešio problem snabdevanja vodom manastira na Hilandaru, pristupilo se izgradnji zemljane brane "Proto Nero", koja je locirana u podnožju istoimenog brega Proto Nero, na terenu nadmorskih visina od 200-300m.n.m. Izgradnja brane je počela 2007. godine. Brana je neprelivna, gravitaciona, nasuta, homogena zemljana brana. Na brani nije projektovan ni jedan vid drenažnog sistema za snižavanje filtracije kroz telo brane. Na osnovu konstruktivnih dimenzija i veličine, brana pripada grupi niskih zemljanih brana.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Srdjan Kolaković.

2. OPIS POSTOJEĆEG STANJA

Prilikom obilaska brane evidentirana su velika oštećenja, kako na telu brane usled probijanja kao posledica prelivanja, kruni brane usled sleganja, ulivne građevine temeljnog ispusta tako i na evakuacionom organu sa brzotokom, koji je potrebno kompletno rekonstruisati.



Slika 1. Pregledna karta



Slika 2. Telo brane nakon rušenja

Do prelivanja brane je došlo usled začepjenja evakuacionog organa, što je rezultiralo urušavanjem brane. Preliv je u lošem stanju, iz razloga što su evidentirana oštećenja na spojevima zida sa dnom, kao i rastinje koje je počelo izbijati iz dna, kao i na spojevima dna i zidova preliva, što ako se ne sanira može rezultirati pojavom uzgona i urušavanja evakuacionog organa, a samim tim može doći do ugrožavanja celokupnog objekta. Na nizvodnoj kosini nije izvedena drenaža dok uzvodna kosina nije obložena betonskom podlogom, što bi znatno uticalo na filtraciju kroz telo brane.



Slika 3. Trenutno stanje evakuacionog organa

Brzotok je potrebno kompletno rekonstruisati, i izvršiti oblaganje dna i zidova brzotoka betonskom oblogom, što nije urađeno Glavnim projektom brane "Proto Nero". U ovom radu je dat proračun preliva sa brzotokom i skokom, proračun visine zida, kao i predlog slapišta sa kamenim nabačajem.



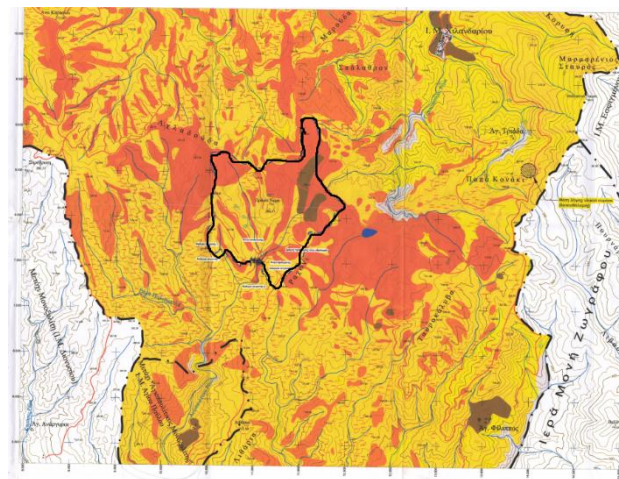
Slika 4. Trenutno stanje brzotoka

2.1 Onovne karakteristike brane

Dužina brane u kruni iznosi $L=131.60\text{m}$, širina krune brane je $b=6\text{m}$, a visina brane je $h=9\text{m}$. Nagibi kosina brane su $m_1=m_2=3.0$. Na kruni, ka uzvodnoj kosini nije izgrađen armirano-betonski zid (valobran).

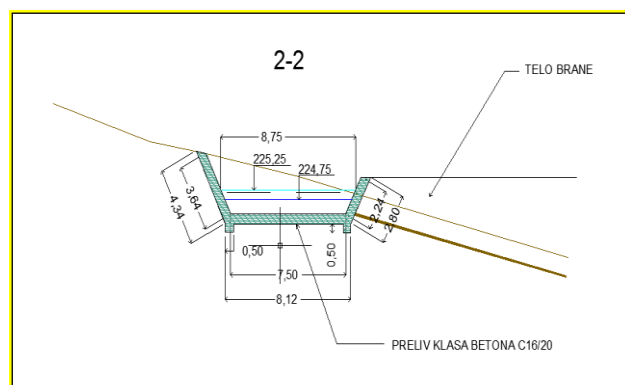
Nailaskom poplavnog talasa $Q_{0.1\%}=20.62\text{m}^3/\text{s}$ na akumulaciju isti se transformiše, prema proračunu transformacije, u talas sa maksimalnim intenzitetom $Q=9.60\text{m}^3/\text{s}$, u vremenu od 4h i 20min. Radi pražnjenja akumulacije izgrađen je temeljni ispust $\varnothing 400\text{mm}$. Potpuno pražnjenje akumulacije pri normalnom nivou

uspore od 224.0m do 217.0m, moguće je za 0.9 dana. Površina slivnog područja je $F=1.503\text{km}^2$.

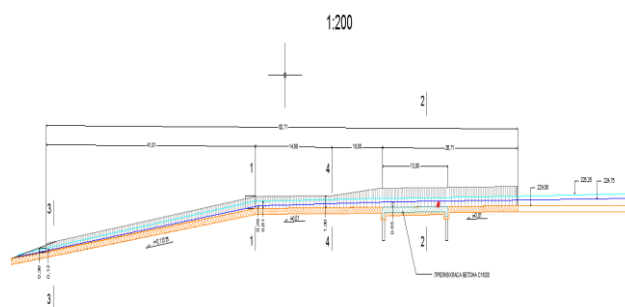


Slika 5. Situacija sa slivnim područjem $F=1.503\text{km}^2$

Rekonstrukcijom preliva, na osnovu hidrauličkog proračuna dobijeni su sledeći parametri preliva. Širina preliva je, $b=7.50\text{m}$, visina zida preliva je $h=1.30\text{m}$. Kod brzotoka imamo dva pada, prvi $i_1=1\%$, $L=51.69\text{m}$ i drugi $i_2=11.375\%$, $L=41.01\text{m}$.



Slika 6. Novoprojektovani poprečni presek preliva



Slika 7. Novoprojektovani podužni presek preliva

Na osnovu konstruktivnih elemenata brane, hidroloških i hidrauličkih parametara i geometrijskih karakteristika uzvodne doline, akumulacija poprima sledeće elemente:

- Ukupna zapremina akumulacije pri normalnom nivou na koti 224,00 m.n.m iznosi $40.823,00\text{m}^3$
- Ukupna zapremina akumulacije pri $Q_{1\%}$ vodi na koti 225,25 m.n.m iznosi $63.294,00\text{m}^3$
- Ukupna zapremina akumulacije pri $Q_{0.1\%}$ vodi na koti 225,90 m.n.m iznosi $74.232,00\text{m}^3$

- Kota normalnog nivoa uspora je: 224,00 m.n.m
- Kota nivoa 100-godišnje vode je: 225,25 m.n.m
- Kota nivoa 1000-godišnje vode je: 225,90 m.n.m
- Kota praga preliwa je: 224,00 m.n.m
- Površina normalnog nivoa uspora je 1,42 ha
- Površina normalnog nivoa uspora za $Q_{1\%}$ je: 1,92 ha
- Površina normalnog nivoa uspora za $Q_{0.1\%}$ je: 2,10 ha
- Intenzitet transformisanog poplavnog talasa $Q_{0.1\%}=9,60 \text{ m}^3/\text{s}$
- Dužina zemljane brane u kruni $L=131,60\text{m}$
- Visina zemljane brane $H=9,0\text{m}$
- Kubatura zemljane brane $V_b=27.456,00 \text{ m}^3$
- Dodatna količina materijala za telo brane $V=6203,08 \text{ m}^3$
- Površina uzvodne kosine $P=2725 \text{ m}^2$
- Površina nizvodne kosine $P=2505 \text{ m}^2$

Површина-запремина акумулације		
кота (m)	површина (m ²)	запремина (m ³)
217	0	0
218	424.93	424.93
219	1188.31	1613.24
220	2852.72	4465.96
221	4587.7	9053.66
222	7051.37	16105.03
223	10540.83	26645.86
224	14177.14	40823
225	17902.83	58725.83
226	21758.91	80484.74

Slika 8. Površina-zapremina akumulacije

кота (m.n.m)	запремина (m ³)
217	0
218	424.93
219	1606.24
220	4458.96
221	9046.66
222	16098.03
223	26638.86
224	40816
225	58718.83
226	80484.74

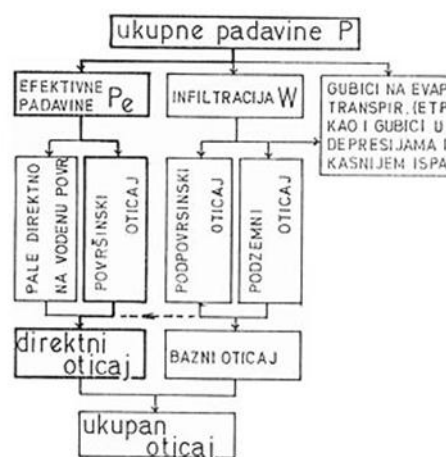
Slika 9. Zapremina akumulacije pri različitim nivoima



Slika 10. V-H kriva akumulacije „Proto Nero“

3. KRITIČKA ANALIZA MERODAVNOG PROJEKTOG POPLAVNOG TALASA

Postupak konstrukcije merodavnog računskog hidrograma šematski je prikazan na sledećoj slici.



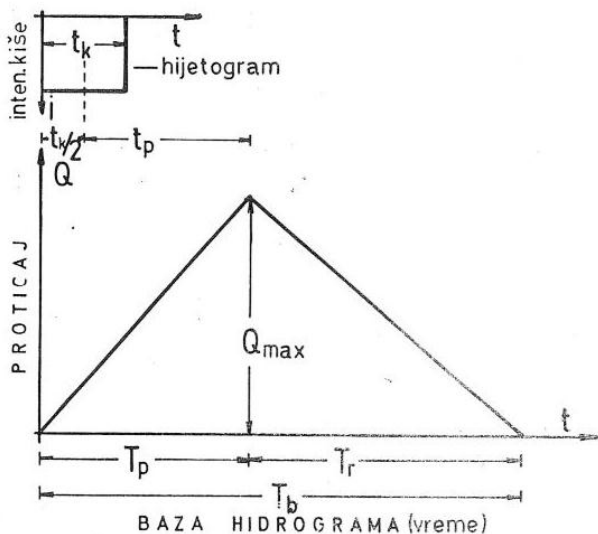
Slika 11. Šematski prikaz konstrukcije merodavnog računskog hidrograma. Model padavine-oticaaj

Za potrebe ovog rada korišćen je metod USBR-a, koji je u hidrotehničkoj praksi poznat kao SCS (Soil Conservation Service) metod. On ne uzima u obzir promenu intenziteta infiltracije tokom trajanja padavina i za transformaciju bruto padavina u efektivne ima svoje prednosti kako u jednostavnosti tako i u mogućnosti relativno tačne procene gubitaka uz poznavanje hidropedoloških karakteristika tla, vegetacionog pokrivača kao i načina obrade tla.

Tipovi zemljišta su sledeći:

- Duboka zemljišta pretežno sastavljena od peskovitih zemljišta sa vrlo malo gline i ilovače, duboki i propusni les.
- Plića zemljišta, nešto kompaktniji les u odnosu na prethodni tip.
- Plitka tla sa dosta primesa gline i koloida.
- Pretežno glinasta tla, vrlo plitka. Nepropusni horizont je blisko površinski.

Merodavna kiša podrazumeva kišu određenog (usvojenog) povratnog perioda, trajanja koje izaziva najveći vršni proticaj. Za trajanje merodavne kiše u praksi je često bilo odabrano trajanje jednako vremenu koncentracije $T=T_c$, a kod malih slivova (ispod 50km^2) trećina istog. $T=T_c/3$. Nakon izbora merodavne kiše neophodno je uvažiti da od bruto padavina samo određen procenat (tzv. neto padavine) napaja sliv direktnim oticajem, jer se ostatak gubi usled isparavanja, zadržavanja u površinskim udubljenjima ili ga upija zemljište odnosno infiltracijom prelazi u resurs podzemnih voda. Postoji više metoda koje daju vezu bruto-neto padavine, a u slučaju sliva "Proto Nero", neto padavine su određene SCS metodom.



Slika 12. Osnovni elementi trougaonog hidrograma

$$T_p = \frac{T_k}{2} + t_p : T_r = K \quad T_p : T_b = T_p + T_r$$

Metoda sintetičkog hidrograma pretpostavlja da se sliv ponaša kao linearan-stacionaran sistem. Kišu tretira kao uniformnu (i po prostoru i po vremenu), što je mnogo verovatnije kod pljuskova kratkog trajanja, odnosno manjih slivnih površina a hidrogram kao trougaoni. Trajanje kiše T_k , definiše se u zavisnosti od vremena koncentracije sliva T_c .

3.1 Hidrološki proračun velikih voda

$$F_s = 1.503\text{km}^2$$

$$P_b = 126\text{mm}$$

$$P_e = 48.98\text{mm}$$

$$L = 1200\text{m}$$

$$L_c = 630\text{m}$$

$$T_k = 1\text{h}$$

$$T_c = T_k = 1\text{h}$$

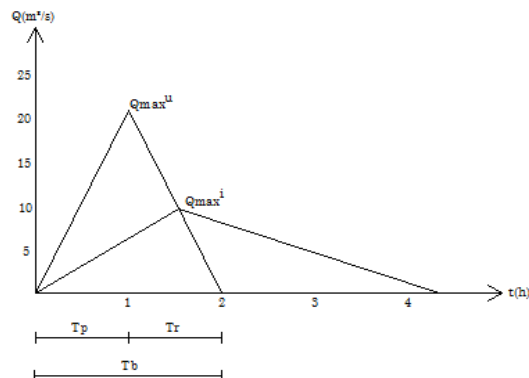
$$T_p = 0.5\text{h}$$

$$T_p = 1\text{h}$$

$$T_r = 1\text{h}$$

$$Q_{ul}^{max} = 20.62\text{m}^3/\text{s}, T_b = 2\text{h}$$

$$Q_{iz}^{max} = 9.60\text{m}^3/\text{s}, T_b^{izl} = 4\text{h}20\text{min}$$



Slika 13. Računski hidrogram

4. ZAKLJUČAK

Osnovni razlog dobrog funkcionisanja hidrotehničkih objekata, je pored uslova da bude dobro isprojektovan i njihovo održavanje. Preliv je ovim radom kompletno saniran, a da bi svoju funkciju obavljao kao po projektu, mora se redovno vršiti održavanje. Uzvodna kosina brane, je obložena betonskim pločama, i na taj način se postiže smanjene filtracione vode kroz telo brane, i na taj način smanjuje se mogućnost pojave unutrašnje erozije i destrukcije tela brane. Na nizvodnoj kosini predviđena je drenaža koja se postavlja na geotekstil. Na taj način utičemo na provirne vode, koje bi ako ne postoji drenažni sistem brane, izvirale duž nizvodne kosine, i ispiranjem materijala iz tela brane dovele do oštećenja tela brane. Rigoli postavljeni na nizvodnoj kosini, na kontaktu kosine sa dolinom, odvođe atmosferske vode kontrolisano na plato u najnižem delu terena sa nivoodne strane. Na kruni brane je projektovana saobraćajnica, predviđena za laki saobraćaj.

5. LITERATURA

- [1] Срђан Колаковић, Докторска дисертација, „Критика објеката за евакуацију великих вода у Војводини и предлози за будућа решења“ Универзитет у Новом Саду, Грађевински факултет Суботица, 1993.
- [2] Главни пројекат бране „Прото Неро“ 2007.
- [3] Љубодраг М. Савић „Увод у хидротехничке грађевине“ Грађевински факултет Београд, 2003.
- [4] Главни пројекат санације бране „Месић“, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2013.

Kratka biografija:

Stefan Janković rođen je u Loznici 21. novembra 1990. godine. Bachelor rad na temu "Hidraulička analiza vodosnabdevanja naselja Vajska" odbranio je 2015.godine na Fakultetu Tehničkih Nauka. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Hidrotehnički objekti je odbranio 2017.godine na katedri za hidrotehniku.

**ANALIZA SISTEMA ZA ODVOĐENJE ATMOSFERSKIH VODA NASELJA ŠIMANOVCI
SYSTEM ANALYSIS FOR DRAINING ATMOSPHERIC WATER OF ŠIMANOVCI AREA**Dragan Duvnjak, Matija Stipić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad definiše kako i na koji način se može pristupiti kreiranju dinamičkih simulacionih modela za odvodnjavanje, primenom softverskog paketa „Storm water management model“. U ovom radu kreirani su modeli za odvođenje atmosferskih voda naselja Šimanovci, izvršena je analiza ovih sistema, a dobijeni rezultati su predstavljeni grafički.

Abstract – This paper defines dynamic simulation models design approach and procedures for draining using "Storm Water Management Model" software package. Models are created for atmospheric water draining of Šimanovci area. System analysis is performed and results are shown both in graphical and diagrams.

Ključne reči: Storm water management model, Šimanovci, Analysis, Atmospheric water.

1. UVOD

Storm water management model, skraćeno SWMM je program koji je razvila strana agencija za zaštitu životne sredine u saradnji sa firmom Camp Dresser & McKee [1]. On radi u okviru Windows operativnog sistema, a korisnicima omogućava da uđu u problem rešavanja odvođenja atmosferskih voda sa urbanih površina. Ovaj program može da se koristi za projektovanje i dimenzionisanje atmosferske kanalizacije radi odbrane od poplava.

Kanalizacioni sistem može biti kombinovani ili separatan. U većini slučajeva imamo prisutan kombinovani sistem kanisanja, zbog jeftinije izgradnje i lakšeg održavanja.

U naselju Šimanovci prisutan je separatan sistem kanisanja, dakle izgrađena je posebna mreža otvorenih kanala koji rade na prikupljanju i odvođenju isključivo atmosferske vode.

Cilj ovog rada jeste izanalizirati sistem za odvođenje atmosferskih voda naselja Šimanovci, uz pomoć programa SWMM, doći do određenih rezultata u ovom programu, a zatim sprovesti i neke od hidrotehničkih mera, kako bi se poboljšalo odvođenje atmosferskih voda. Iz tog razloga su kreirana tri dinamička simulaciona modela, sva tri sa različitim vrednostima parametara.

2. STUDIJA SLUČAJA ŠIMANOVCI**2.1. Naselje Šimanovci i plan generalne regulacije**

Ovo naselje pripada opštini Pećinci. Udaljenost od državnog i gravitirajućeg centra Beograda je oko 40 km.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc dr Matija Stipić.

Naselje je smešteno južno od autoputa E-70 Beograd-Zagreb. Tačan položaj dat je na Slici 1. Kroz ovo naselje prolazi i regionalni put R-103 koji ga povezuje sa naseljem Pećinci.



Slika 1. Geografski položaj naselja Šimanovci

Granica područja koja je obuhvaćena planom generalne regulacije, obuhvata prostor od (oko) 750 ha, a to je ujedno i površina koja je postala predmet ovog rada, ona je prikazana na Slici 2.



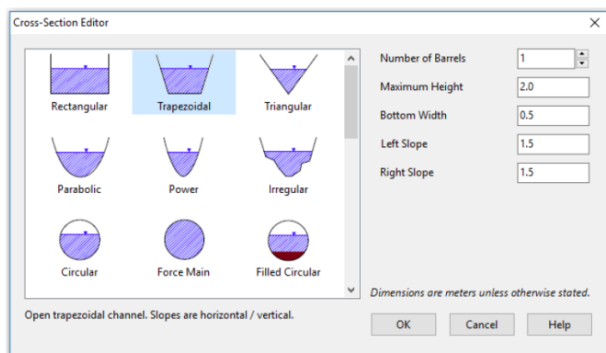
Slika 2. Plan generalne regulacije naselja Šimanovci

Naselje se nalazi na relativno ravnom terenu sa apsolutnim kotama od 77-79 mnm. Cela teritorija opštine Pećinci nalazi se u pojasu umereno kontinentalne klime sa tipičnim ekstremnim karakteristikama: žarka leta-oštre zime, dosta padavina raspoređenih u jesenjem i zimskom periodu i česte pojave magle [2].

Najveći uticaj na povećanje i ubrzan razvoj naselja u neočekivanom obimu i pravcu proističe iz geosabračajne pogodnosti.

3. Outfall node (Mesto uliva vode u recipijent), 4. Subcatchments (Slivne površine).

Preko objekta „Conduits“ se podešavaju vrednosti parametri kao što su: položaj, dužina, oblik, dimenzije i nagib kosina kanala u ovom slučaju, jer se radi o kanalima trapeznog poprečnog preseka. Položaj i dužina kanala dobija se spajem Čvorova (program automatski prepoznaje koja dužina je u pitanju), a zatim se podešavaju vrednosti parametara kao što su oblik, dimenzije i nagibi kosina poprečnih preseka upotrebom „Cross-Selection Editor“, kao što je prikazano na Slici 6.



Slika 6. Podešavanje oblika i dimenzija kanala preko „Cross-Selection Editor“

Kod samog kanala podešava se hrapavost (Roughness), preko Maningovog koeficijenta hrapavosti za otvorenu kanalsku mrežu. Ove vrednosti su usvojene prema [5], Izvor: ASCE (1982). Gravity Sewer Design and Construction, ASCE Manual of Practice No. 60, New York, NY.

Tabela 1. Maningov koeficijent hrapavosti kanala

Channel Type	Manning n
Lined Channels	
- Asphalt	0.013 - 0.017
- Brick	0.012 - 0.018
- Concrete	0.011 - 0.020
- Rubble or riprap	0.020 - 0.035
- Vegetal	0.030 - 0.40
Excavated or dredged	
- Earth, straight and uniform	0.020 - 0.030
- Earth, winding, fairly uniform	0.025 - 0.040
- Rock	0.030 - 0.045
- Unmaintained	0.050 - 0.140
Natural channels (minor streams, top width at flood stage < 100 ft)	
- Fairly regular section	0.030 - 0.070
- Irregular section with pools	0.040 - 0.100

Preko objekata „Subcatchments“ se podešavaju sledeće vrednosti parametara: Width, Slope, Percent of impervious area, N-Imperv, N-Perv, Dstore-Imperv, Dstore-Perv.

Program SWMM ima potrebu da idealizuje stvari. On svaku slivnu površinu (Slika 7), koja je nepravilnog oblika, u hidrauličkom proračunu „posmatra“ kao da je pravougaona. Od nas traži da unesemo njenu širinu, koja se određuje na tri načina.

1. Ako se slivna površina nalazi sa samo jedne strane kanala.

$$Width=L \quad (1)$$

L je dužina kanala

2. Ako se slivna površina nalazi sa obe strane kanala. Površine su indentične po obliku i dimenziji.

$$Width=2 \times L \quad (2)$$

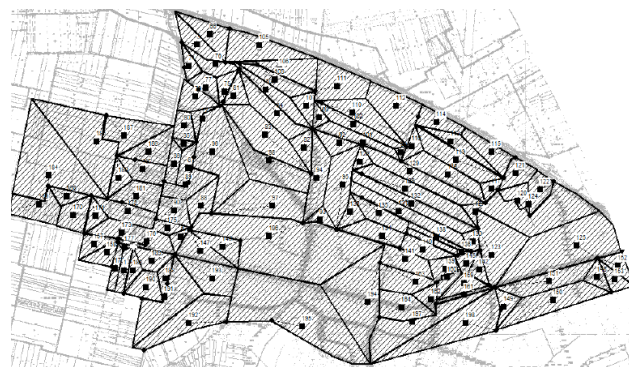
3. Ako se slivna površina nalazi sa obe strane kanala. Površine nisu indentične po obliku i dimenziji.

$$Width= L+2 \times L \times (1-Z) \quad (3)$$

$$Z = \frac{Am}{A} \quad (4)$$

Am je veća površina (ha)

A je ukupna površina sa obe strane kanala (ha)



Slika 7. Slivne površine

Tabela 2. Podešavanje procenta nepropusnosti površina

Land Use	Percent Impervious Area
Commercial	56
Industrial	76
High density residential	51
Medium density residential	38
Low density residential	19
Institutional	34
Agricultural	2
Forest	1.9
Open Urban Land	11

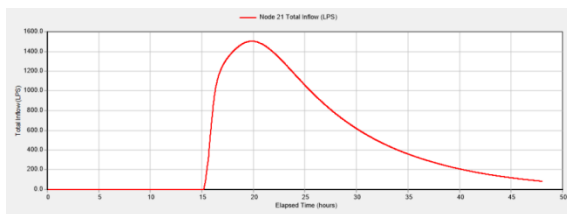
3.4. Detaljniji opis kreiranih modela

Model za nulto i postojeće stanje međusobno se razlikuju po koeficijentima oticanja slivnih površina. Na osnovu Plana generalne regulacije naselja Šimanovci, usvojene su ove vrednosti posebno za nulto i posebno za postojeće stanje. Za postojeće stanje su veće vrednosti ovih koeficijenata, zato što je veći procenat nepropusnih površina, usled većeg stepena izgrađenosti naselja. Oba modela su uspešno kreirana, puštena u rad sa zadatom merodavnom kišom, a rezultati predstavljeni grafički.

4. REZULTATI

4.1. Nulto stanje

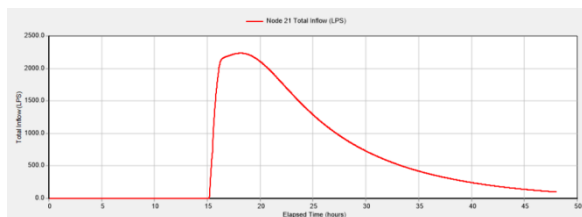
S obzirom da za nulto stanje naselje nije bilo u većoj meri izgrađeno, sa slivnih površina se slivala manja količina vode. Nivo vode u kanalima je bio optimalan, postojala je zaštitna dubina od 0,90 m prosečno, doticaj vode u recipijent „Kučalov“ je išao do 1.500 l/s (Slika 8).



Slika 8. Doticaj vode u recipijent „Kupalov“

4.2. Postojeće stanje

S obzirom da je naselje sada u većoj meri izgrađeno, sa slivnih površina se sliva veća količina vode. Više ne postoji zaštitna dubina 0,90 m, sada iznosi 0,75 m prosečno, doticaj vode u recipijent „Kupalov“ ide i do 2.300 l/s (Slika 9). Dakle doticaj se povećao, za 800 l/s je veći.

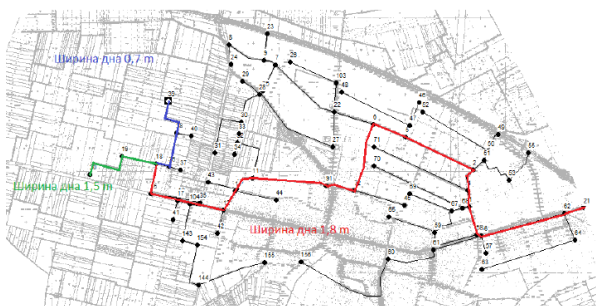


Slika 9. Doticaj vode u recipijent „Kupalov“

Sledi rekonstrukcija.

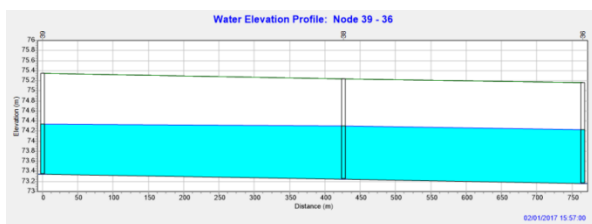
4.3. Rekonstrukcija

Da bi se vratili sistem na prvobitno stanje, da bez obzira na veći stepen izgrađenosti, zaštitna dubina nastavi da bude u proseku 0,90 m, neophodno je bilo proširiti „kičmu“ ovog sistema, to je i urađeno na način kako je prikazano na Slici 10.



Slika 10. Rekonstrukcija

Na ovakav način doticaj vode u recipijent se znatno poveća (ide i do 3.200 l/s), zaštitna dubina je optimalna (Slika 11).



Slika 11. Optimalni nivo vode u kanalu

5. ZAKLJUČAK

„Storm water management model“ je odličan računarski program, jednostavan je za korišćenje, a uz prikupljene podatke o postojećem sistemu za odvodnjavanje i mesta u kom se sistem nalazi, otvara mogućnost detaljne analize.

Kada se pokrene simulacija kreiranog modela, hidraulički proračun se obavlja automatski i to velikom brzinom. Rezultati su dostupni odmah nakon 30 sec. Program može da isprati kako se nivo vode u kanalima penje i spušta tokom vremena, te da li uopšte dolazi do preliivanja atmosfere vode u kanalima.

Uspešno je izvršena analiza i rekonstrukcija postojećeg sistema, a na osnovu standarda DIN EN 752 potvrđeno je da neće doći do plavljenja usled kiše sa desetogodišnjim povratnim periodom.

6. LITERATURA

- [1] Storm water management model, Reference manual, Volume I Hydrology (Revised), january 2016,
- [2] Plan generalne regulacije naselja Šimanovci do 2020. Godine, Tekstualni i Grafički deo, avgust 2005. Godine,
- [3] Glavni projekat odvodnjavanja, sistem za odvodnjavanje „Galovica“, investitor V.R.O. „Galovica“ – Zemun. Projekat izrađen od strane „ENERGOPROJEKT“ iz Beograda od 1990. godine,
- [4] Pisana predavanja iz predmeta Komunalna hidrotehnika za studente IV godine odseka za hidrotehniku, Predmetni nastavnik doc dr Matija Stipić, dipl.inž.građ.hidro., Novi Sad, 2016. godina.
- [5] Storm Water Management Model, User's Manual Version 5.1 by Lewis A. Rossman, Environmental Scientist, Emeritus, U.S. Environmental Protection Agency, September 2015.

Kratka biografija:



Dragan Duvnjak rođen je u Našicama, R. Hrvatska 1986. god.

Matija Stipić rođen je u Somboru 1964. god. Doktorirao je Fakultetu tehničkih nauka 2009. god., ima zvanje docenta. Oblast interesovanje su hidraulika i komunalna hidrotehnika

**ANALIZA KVALITETA OTISKA INK JET ŠTAMPE NA
TEKSTILNIM MATERIJALIMA****THE QUALITY OF INK JET PRINTING ON TEXTILE FABRICS**

Maja Otašević, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi analiyom kvaliteta otiska ink jet štampe na tekstilnim materijalima, pri čemu su otisci izrađeni pomoću Epson SureColor F2000 digitalne mašine za štampu. Žutoća, belina, optička gustina, preklapanje, CIE Lab i spektralna kriva su kontrolisane pomoću Techkon SpectroDens spektrofotometra, dok je analiza reprodukcije linija i slovnih znakova rađena preko ImageJ programa. Testirano je pet različitih pamučnih materijala na dve temperature 40°C i 95°C, na tri pranja.

Ključne reči: Digitalna štampa, ink jet, tekstil, štampa na tekstilu, kontrola kvaliteta digitalne štampe

Abstract – The quality of ink jet printing on textile fabrics were investigated in this paper. Samples are printed with Epson SureColor F2000 digital printing machine. Yellowness, whiteness, optical density, overlap, CIE Lab and spectral curve are measured with Techkon SpectroDens spectrophotometer, while analysis of reproduction of lines and characters is done with ImageJ software. Five different cotton fabrics were tested at two temperatures 40 °C and 95 °C, and three washes.

Key words: Digital printing, ink jet, textile, textile printing, quality control of digital print

1. UVOD

Digitalna štampa za izradu otiska ne zahteva izradu štamparske forme. Latentna (nevidljiva) slika na podlogu za štampu se prenosi pomoću međuprenosača ili direktno. Ink Jet tehnika štampe odlikuje se upotrebom mlaznica koje pomoću toplote ili električnog naboja stvaraju kapi boje koje se deponuju direktno na podlogu za štampu.

Jedinica za štampu nije u direktnom kontaktu sa podlogom za štampanje, što omogućava ovoj tehnici štampe da se koristi na različitim vrstama podloge nezaavisno od njenog reljefa ili strukture, kao i na različitim dimenzijama podloge [1,2].

Prednost Ink Jet štampe je brzina i mogućnost promene podataka bez uticaja na tiraž, a samim tim i na konačnu cenu proizvoda [3].

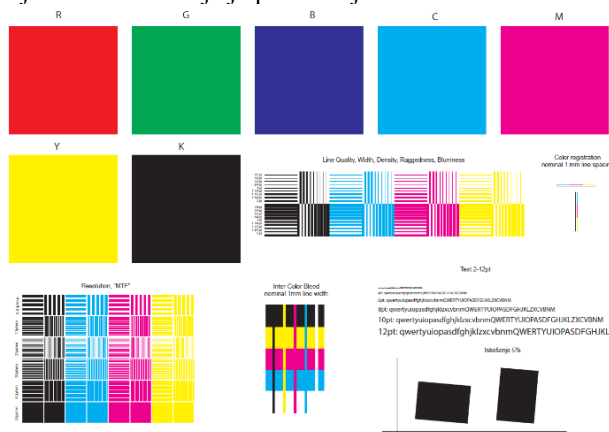
Sa porastom broja materijala, raste i broj faktora koji utiču na kvalitet otiska. Iz tog razloga postavljen je cilj rada, a to je da se ispita uticaj tekstilne podloge za štampu istog sirovinskog sastava, ali različite teksture.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Za izradu ovog eksperimenta, pripremljena je odgovarajuća test karta koja je predstavljena na slici 1.



Slika 1. Test karta korišćena u eksperimentu

Kao uzorci za testiranje korišćeni su tekstilni materijali, I odabrano je pet različitih pamučnih materijala: keper, pamučni saten, šifon, puplin i flanel. Otisak na uzorcima štampan je pomoću Epson SureColor F2000 (slika 2) digitalne mašine za štampu na tekstilu. Ova mašina omogućuje šestobojnu štampu pomoću 8 kanala za štampu sa po 360 mlaznica [4].



Slika 2. Grafički sistem Epson SureColor F2000

Odštampani uzorci su podvrgnuti uticaju tri procesa pranjima u mašini za veš tako da je pet uzoraka oprano na temperaturi od 40°C, a drugih pet na 95°C. Nakon svakog pranja, kao i nakon štampe, sprovedena su spektrofotometrijska mjerenja te se kasnije izračunavala promjena boje uslijed količine pranja i temperature pranja.

Radene su dve metode kontrole digitalnog otiska na tekstilu. Prva metoda podrazumeva korišćenje Techkon SpectroDens spektrofotometra (slika 3) za merenje optičke gustine, preklapanja boja, spektralne krive i CIE Lab vrednosti kao i razlike boja ΔE^* , a druga metoda podrazumeva merenje reprodukcije linija i reprodukcije slovnih znakova pomoću ImageJ softvera preko digitalizovanih otisaka.

Podešavanja Techkon SpectroDensa su bila sledeća: merna geometrija 0/45°, standardni posmatrač 2°, standardno osvetljenje D50 i tolerancija greške 0,3 [5].



Slika 3. Techkon SpectroDens spektrofotometar

Digitalizacija uzoraka rađena je pomoću Canon CanoScan 5600F (slika 4) skenera.



Slika 4. Canon CanoScan 5600F skener

3. REZULTATI MERENJA

Belina i žutoća materijala merena je na po pet uzoraka prani pranih na 40°C i 95°C. Svaki uzorak meren je pet puta nakon čega je izračunata srednja vrednost dobijenih rezultata. Izmerene vrednosti prikazane su tabeli 1.

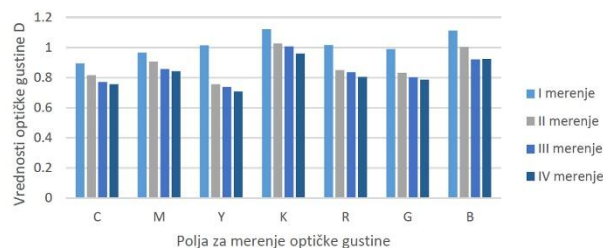
Tabela 1. Vrednosti beline i žutoće nakon trećeg pranja

Srednje vrednosti beline i žutoće						
t	Merenje	Keper	Pamučni saten	Beli šifon	Beli puplin	Flanel
95°C	Wci	103.096	99.516	87.968	99.738	101.25
	Y1925	-11.77	-10.704	-8.128	-14.192	-12.916
40°C	Wci	101.904	98.4	85.692	99.142	98.146
	Y1925	-11.162	-10.154	-7.804	-12.402	-10.652

Optička gustina merena je kod pet uzorka na poljima za cijan (C), magentu (M), žutu (Y), crnu (K), crvenu (R), zelenu (G) i plavu (B) boju, za obe testirane temperature. Svako polje mereno je pet puta nakon čega je izračunata srednja vrednost dobijenih rezultata. Zbog velikog broja rezultata prikazane su vrednosti merenja za materijale keper i flanel pranih na 40°C i 95°C, njihove vrednosti prikazane su na grafiku na slikama ispod.

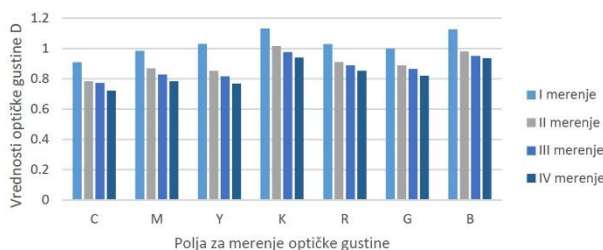
Na osnovu prikazanih rezultata zaključujemo da je najveći pad optičke gustine nakon prvog pranja, a u naredna dva pranja optička gustina se smanjuje minimalno u odnosu na prvi pad. Najveći pad optičke gustine vidi se kod flanela i šifona, a najmanji kod kepera. Materijali prani na temperaturi od 95°C pokazuju veći pad optičke gustine u odnosu na materijale prane na 40°C, ali gledajući temperaturu na kojoj je materijal tretiran i dužinu trajanja pranja razlika nije toliko drastična kao što je očekivano.

Rezultati merenja vrednosti optičke gustine za keper (95°C)



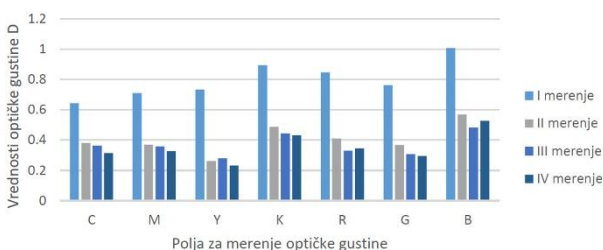
Slika 5. Grafički prikaz rezultata optičke gustine za uzorke odštampane na keperu (pranje 95°C)

Rezultati merenja vrednosti optičke gustine za keper (40°C)



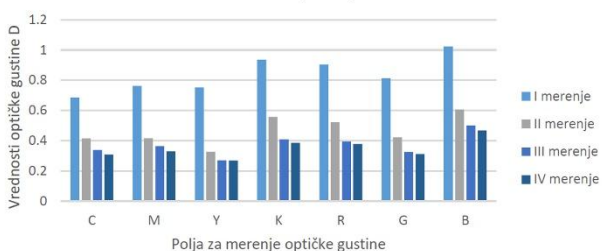
Slika 6. Grafički prikaz rezultata optičke gustine za uzorke odštampane na keperu (pranje 40°C)

Rezultati merenja vrednosti optičke gustine za flanel (95°C)



Slika 7. Grafički prikaz rezultata optičke gustine za uzorke odštampane na flanelu (pranje 95°C)

Rezultati merenja vrednosti optičke gustine za flanel (40°C)



Slika 8. Grafički prikaz rezultata optičke gustine za uzorke odštampane na flanelu (pranje 40°C)

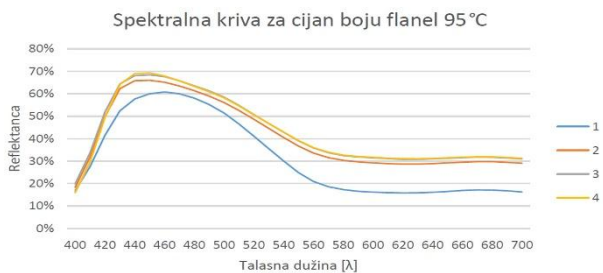
U ovom ispitivanju, takođe su merene i vrednosti spektralne krive za talasne dužine od 400 do 700 nm, za CMYK i RGB boje. Svako polje mereno je pet puta nakon čega je proračunata srednja vrednost. Grafike spektralnih krivi za cijan boju na keperu i flanelu prani na 40°C i 95°C možete videti na slikama 9, 10, 11 i 12.



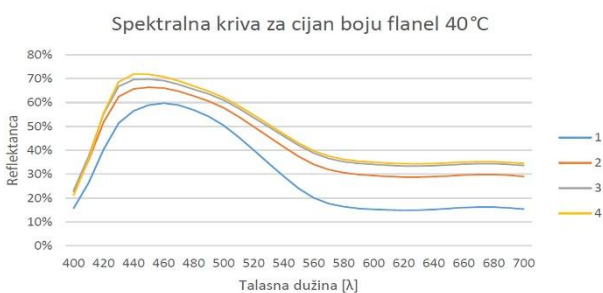
Slika 9. Grafički prikaz spektralnih krivih za cijan boju keper (pranje 95°C)



Slika 10. Grafički prikaz spektralnih krivih za cijan boju keper (pranje 40°C)



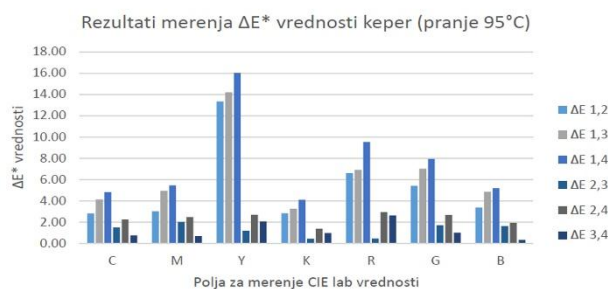
Slika 11. Grafički prikaz spektralnih krivih za cijan boju flanel (pranje 95°C)



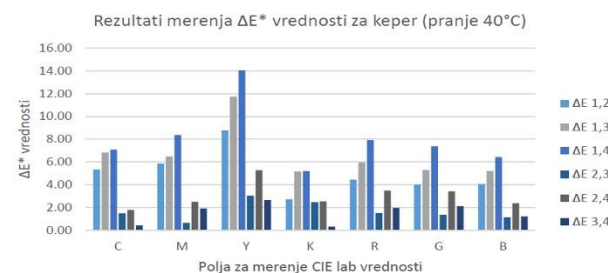
Slika 12. Grafički prikaz spektralnih krivih za cijan boju flanel (pranje 40°C)

Najveći rast vrednosti spektralnih krivih se vidi kod šifon i flanel materijala tretiranih na obe temperature od 95°C i 40°C i to nakon prvog pranja, dok se vrednosti nakon sledećih pranja postepeno povećavaju. Kod kepera, pamučnog saten i puplina u pogledu sva četiri uzorka kriva nema većih odstupanja, već se vrednosti minimalno povećavaju sa brojem pranja, ali su i dalje sve vrednosti u skladu da izmerenom bojom.

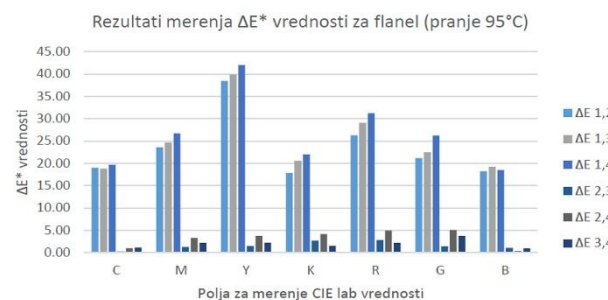
CIE Lab vrednosti merene su na polju punog tona. Svako polje mereno je po pet puta i na osnovu merenja je utvrđena razlika boje između uzoraka odštampanih na različitim materijalima. Grafici za ΔE^* vrednosti na keperu i flanelu prani na 40°C i 95°C mogu se videti na slikama 13, 14, 15 i 16.



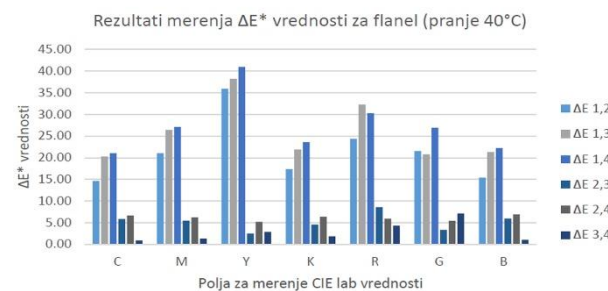
Slika 13. Grafički prikaz rezultata merenja ΔE^* vrednosti za keper (pranje 95°C)



Slika 14. Grafički prikaz rezultata merenja ΔE^* vrednosti za keper (pranje 40°C)



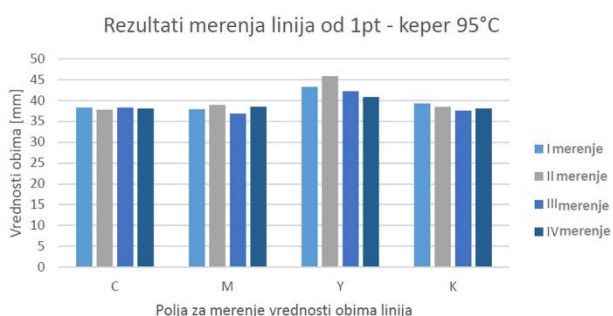
Slika 15. Grafički prikaz rezultata merenja ΔE^* vrednosti za flanel (pranje 95°C)



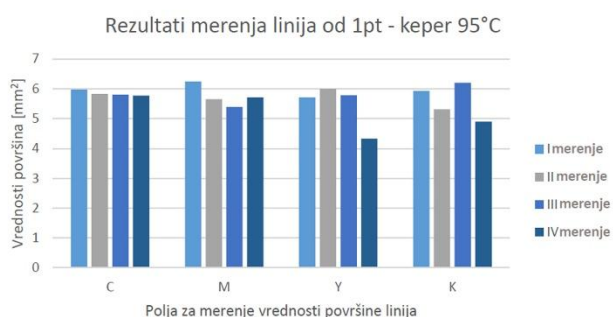
Slika 16. Grafički prikaz rezultata merenja ΔE^* vrednosti za flanel (pranje 40°C)

U tabelama i graficima iznad prikazane su ΔE vrednosti za sve materijale posebno u toku četiri merenja na temperaturama 40°C i 95°C. Iz njih se može zaključiti da nakon svakog pranja ΔE raste za sve uzorke. Najveći rast ΔE kod većine boja zapaža šifon na obe testirane temperature i puplin prani na 40°C, a najmanji rast ima flanel, keper i pamučni saten prani na 95°C. Najveće vrednosti ΔE kod svih boja ima flanel, a najniže keper i pamučni saten. Prikazane su vrednosti ΔE između 2 i 3, 2 i 4 i 3 i 4, na kojima se uočava konstantan pad vrednosti sa brojem pranja. Najveća razlika između pranja vidi se kod puplina 40°C, a najmanja kod flanela na obe temperature.

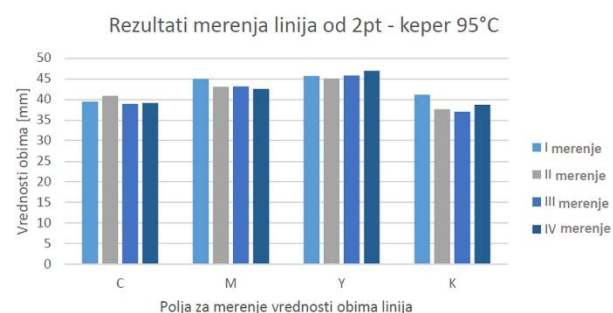
Što se tiče reprodukcije linija i slovnih znakova jasno se vidi na prikazanim podacima na slikama 17, 18, 19 i 20 da tekstura kao i gramatura podloge na kojoj se štampa utiče na reprodukciju. To je naročito vidno kod žute boje gde je dosta teško pravilno selektovati odštampanu liniju ili slovni znak.



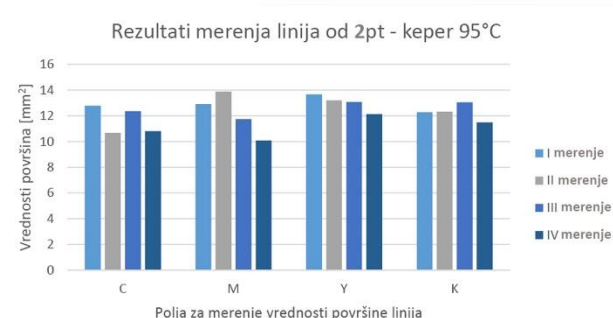
Slika 17. Grafički prikaz rezultata merenja obima linije od 1 pt za keper (pranje 95°C)



Slika 18. Grafički prikaz rezultata merenja površine linije od 1 pt za keper (pranje 95°C)



Slika 19. Grafički prikaz rezultata merenja obima linije od 2 pt za keper (pranje 95°C)



Slika 20. Grafički prikaz rezultata merenja površine linije od 2 pt za keper (pranje 95°C)

Takođe kod slovnih znakova dešava se anomalija u vidu spajanja više slovnih znakova i nemogućnosti da se selektuje pojedinačni slovni znak. Prikazani su rezultati merenja obima i površine za linije 1 pt i 2 pt na keperu pranom na 95°C.

4. ZAKLJUČAK

Kao što je već rečeno digitalna štampa pronalazi sve veću primenu u grafičkoj industriji, naročito za manje tiraže, personalizaciju, ali i za izradu probnih otisaka za druge tehnike štampe. Štampa na tekstilnim podlogama standardnom tehnikom sito štampe i dalje je dobro i ekonomično rešenje kada je reč o izradi većeg tiraža. Međutim ukoliko je potrebno izraditi jedan ili nekoliko primeraka na tekstilnoj podlozi sito štampa postaje skupa tehnika za korišćenje. Zbog toga se digitalna Ink Jet štampa sve više primenjuje za štampu na tekstilnim podlogama.

Prednost ove tehnologije jeste kao prvo u procesu koji ne zahteva upotrebu štamparske forme, a kao drugo bezkontaktnoj tehnologiji između podloge na kojoj se štampa i štamparskog sistema, što omogućava štampu na različitim podlogama širokog spektra dimenzija.

Upravo zbog toga veoma je važno ispitati kako i na koji način podloga za štampu utiče na kvalitet dobijenog otiska.

Poređenjem rezultata u ekperimentalnom delu može se zaključiti da postoje odstupanja kod testiranih uzoraka, naročito kod razlike boja.

Za preciznije i tačnije rezultate merenja kao i donesen zaključke potrebno je uvrstiti više parametara kao i veći broj različitih tekstura materijala istog ili sličnog sirovinskog sastava, kao i način tkanja materijala i mikroskopski izgled teksture materijala, a pogodno bi bilo i da se kontrolišu jos neke vrednosti koje se koriste za kontrolu kvaliteta.

5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Pavlović, Ž., Kašiković, N. "Tehnike štampe – praktikum za vežbe", Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka izdavaštvo, 2011.
- [2] Novaković, D., Kašiković, N. "Digitalna štampa", Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka izdavaštvo, 2013.
- [3] Novaković, D., Pavlović, Ž., Karlović, I., Pešterac, Č. "Reprodukciona tehnika - priručnik za vežbe Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka izdavaštvo, 2009.

Podaci za kontakt:

Maja Otašević, maki.cv.maja@gmail.com
 Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
 MSc Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

UTICAJ SVOJSTAVA PAPIRA NA KVALITET OTISKA U INK JET ŠTAMPI**INFLUENCE OF PAPER ATTRIBUTES TO PRINT QUALITY IN INK JET PRINTING**

Jovana Ješić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Personalizovani proizvodi, kratki rokovi isporuke i smanjen obim štampe za posledicu imaju povećan broj digitalno štampanih proizvoda. Povećana upotreba digitalne štampe prouzrokuje zahteve za standardizacijom i kontrolom kvaliteta proizvoda. Cilj rada je utvrditi kako različiti papiri utiču na kvalitet i uniformnost digitalne štampe. Na 15 komercijalno dostupnih papira vršena je štampa Ink Jet tehnikom, procesnim CMYK bojama za proveru kolorimetrijskih vrednosti i generisanim mernim poljem za utvrđivanje površinske uniformnosti otiska.*

Glavne reči: *Ink Jet, optičke osobine papira, kvalitet štampe, površinska uniformnost*

Abstract – *Personalized production, short delivery time and small volume production are all reasons for more digital printing products. The increased use of digital printing requires standardization and quality control of printed products. The purpose of this research is to confirm how different types of paper influence print quality of digital printing. Ink Jet printing has been applied to 15 different types of commercial paper with CMYK process colors and colorimetric and print mottle measurements have been done on generated fields.*

Key words: *Ink Jet, optical properties of paper, print quality, print mottle*

1. UVOD

Digitalna štampa klasifikuje se kao tehnika kojoj nije potreban fizički prenosilac informacija, odnosno štamparska forma, od digitalnog oblika do podloge. Njen nastanak i razvoj usko je povezan sa razvojem digitalnog signala i računara [1]. Danas su najzastupljenije vrste digitalne tehnike štampe elektrofotografija i Ink Jet. Pored ove dve dominantne tehnike u upotrebi su još i jonografija, mag-netografija, termografija, fotografski postupak i X-grafija. Može se reći da je Ink Jet tehnika prava direktna digitalna štampa, jer se boja direktno iz mlaznica izbacuje na podlogu za štampanje. Ink Jet tehnika može se podeliti na dve vrste štampe: kontinualni Ink Jet i kap po zahtevu [1].

Što se tiče kvaliteta digitalne štampe on u današnje vreme može ispuniti velike zahteve u rangu ofset štampe [2].

Kvalitet štampe otisaka dobijenih Ink Jet tehnikom, ali i generalno digitalnom štampom nije standardizovan u potpunosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent.

Kao jedna od najvažnijih atributa javlja se površinska uniformnost [3]. Uniformnost otiska u velikoj meri zavisi od same štamparske podloge. Optičke osobine, belina i žutoća značajno utiču na ton boje, a samim tim i na percepciju boje. Poseban značaj treba dati i strukturi i vrsti premaza papira jer Ink Jet sistemi koriste boje male viskoznosti, pa je struktura papira presudna za kvalitet dobijenog otiska.

U ovom radu su prvobitno ispitane karakteristike papira, površinska hrapavost i optičke osobine papira. Nakon štampanja uzoraka Ink Jet tehnikom generisanom test kartom vršena su kolorimetrijska merenja CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti, i proračun razlike u boji ΔE . Na potom digitalizovanim uzorcima vršena je provera površinske uniformnosti otiska.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Imajući u vidu da optičke i površinske karakteristike papira imaju veliki uticaj na kvalitet štampe papiri su podvrgnuti merenjima beline i žutoće, a potom i površinske hrapavosti. Za potrebe merenja hrapavosti površine papira upotrebljen je uređaj TR 200. Uređaj radi na takvom principu pri kome merna igla prelazi preko površine koja se ispituje, i pri kretanju meri određene karakteristike površine. Uređaj daje informaciju o veličini Ra (prosečna hrapavost).

Belina i žutoća papira merene su pomoću uređaja Techkon SpektroDens Premium. SpektroDens Premium računa indeks beline prema CIE standardu, a indeks žutoće prema američkom standardu ASTM D 1925. Pored merenja optičkih osobina papira uređaj SpectroDens korišćen je i za određivanje $L^*a^*b^*$ vrednosti štampanih polja.

Papiri koji su korišćeni u ovom eksperimentu su papiri koji su u komercijalnoj upotrebi, pogodni za Ink Jet tehniku štampe. Nazivi kao i njihove osnovne karakteristike date su u tabeli 1. Dakle uzorci su se razlikovali u pogledu materijala od kojeg su proizvedeni, i to reciklažni materijal, prirodni materijali i sintetički materijali. Što se tiče površinskog premaza papiri se razlikuju od mat, preko polusjajnih, visokosjajnih pa do uzoraka koji nisu imali površinski premaz.

Štampanje uzoraka vršeno je na štampaču Canon Pixma MP230, prikazanom na slici 1. U pitanju je termalni Ink Jet štampač koji pripada vrsti Ink Jet štampe koja se naziva kap po zahtevu.

Test karta generisanja je u cilju provere kolorimetrijskih osobina štampanog otiska, kao i površinske uniformnosti štampe. Na test karti generisana su polja cijana, magente, žute i crne boje, kao i crvena, zelena i plava polja. Generisano je polje veličine 16 x 16 cm koje je štampano procesnim bojama u sledećem odnosu: C:65, M:50, Y:50, K:50, prema preporuci Fogre za ispitivanje površinske uniformnosti. Test karta prikazana je na slici 2.

Tabela 1. Osnovne karakteristike korišćenih papira

UZORCI PAPIRA	gramatura	način izrade papira	Površ. premaz
1. Nautilus Superwhite	250 g/m ²	reciklaža	X
2. Nautilus Superwhite	160 g/m ²	reciklaža	X
3. Nautilus Superwhite	70 g/m ²	reciklaža	X
4. Nautilus Universal	250 g/m ²	reciklaža	X
5. Nautilus Universal	160 g/m ²	reciklaža	X
6. Nautilus Universal	70 g/m ²	reciklaža	X
7. HP mat	220 g/m ²	prirodni materijali	√
8. HP semi gloss	220 g/m ²	prirodni materijali	√
9. HP high glossy	220 g/m ²	prirodni materijali	√
10. Fabriano	200 g/m ²	prirodni materijali	X
11. Fabriano	220 g/m ²	prirodni materijali	X
12. Agfa OM Synaps	170 g/m ²	sintetički postupak	√
13. Perfect Proof Semi Matte Lite	155 g/m ²	prirodni materijali	√
14. Perfect Proof Semi Matte	185 g/m ²	prirodni materijali	√
15. Perfect Proof PhotoGloss	175 g/m ²	prirodni materijali	√



Slika 1. Canon Pixma MP230

Da bi se izvršila neophodna merenja površinske uniformnosti otiska, odštampane uzorke je potrebno prevesti u digitalni zapis. Za prevođenje štampanih uzoraka u digitalni oblik korišćen je ravni skener Epson Perfection V370 dat na slici 3. Uzorci su skenirani pri rezoluciji od 1200 spi, dok je minimalna zahtevana rezolucija 600 spi [3].

Digitalizovani uzorci su potom obrađeni u softverima Adobe Photoshop i MATLAB. Odgovarajuće polje generisano za proveru površinske uniformnosti kropovano je u veličini od 7000x7000 pixela, a potom obrađeno u MATLAB softveru sa kodom na principu GLCM matrice. GLCM (engl. Gray Level Co-occurrence Matrix) je često upotrebljavana metoda analize površine i predstavlja se kao matrica prostorne zavisnosti nivoa sive, odnosno matrica

pomoću koje se predstavlja učestalost kombinacija parova piksela određenih vrednosti u prostoru i odnos njihove razdaljine pojavljivanja na slici. Ovaj kod generisan je od strane Uppuluri-ja i daje podatke o uniformnosti površine preko velikog broja podataka.



Slika 2. Generisana test karta



Slika 3. Prikaz skenera Epson Perfection V370 Photo Scanner

Za potrebe ovog rada izdvojeni su podaci o entropiji površine. Entropija je mera neregularnosti nekog sistema, i služi za procenu uređenosti piksela u slici [3].

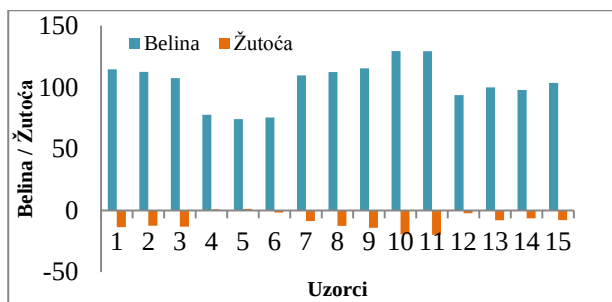
GLCM metoda predstavlja jednu od najpouzdanijih i najboljih pokazatelja uniformnosti, dok parametar entropije najviše odgovara ljudskom vizuelnom sistemu.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Kao što je već pomenuto vršena su merenja beline i žutoće papira, potom površinska hrapavost papira. Nakon štampe uzoraka izvršene su kolorimetrijske analize kao i definisanje razlike u boji između uzoraka. Digitalizacija uzoraka omogućila je softversku analizu površinske uniformnosti štampe.

Merenje beline i žutoće papira vršeno je metodikom od 5 merenja za svaki uzorak. Srednje vrednosti su izračunate radi lakšeg komentarisanja rezultata.

Na slici 4 grafički su prikazani rezultati beline i žutoćena kome se jasno vidi međusobna zavisnost ovih parametara.



Slika 4. Grafik odnosa beline i žutoće

Visoke vrednosti beline ukazuju na veliku belinu papira, dok pozitivne vrednosti žutoće ukazuju na to da papiri poseduju žut ton. Sa grafika se vidi da najveće vrednosti beline imaju 10. i 11. uzorak, koji ujedno imaju najmanje vrednosti žutoće, dok najmanju vrednost beline, a najveću žutoće poseduju 4. ,5. i 6. uzorak. Površinska hrapavost merena je dva puta u uzdužnom i dva puta u poprečnom smeru, pri čemu su korišćene različite vrednosti Cut off, kao što je prikazano u tabeli 2.

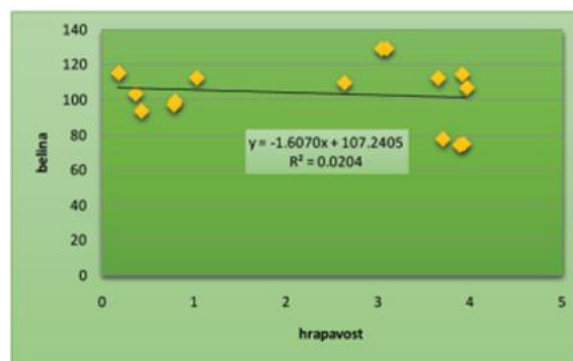
Tabela 2. Površinska hrapavost uzoraka

uzorak	Cut off (mm)	srednja vrednost Ra (µm)
1.	2.5	3.911
2.	2.5	3.654
3.	2.5	3.962
4.	2.5	3.706
5.	2.5	3.882
6.	2.5	3.921
7.	2.5	2.632
8.	0.8	1.027
9.	0.8	0.170
10.	2.5	3.037
11.	2.5	3.093
12.	0.8	0.422
13.	0.8	0.786
14.	0.8	0.776
15.	0.8	0.353

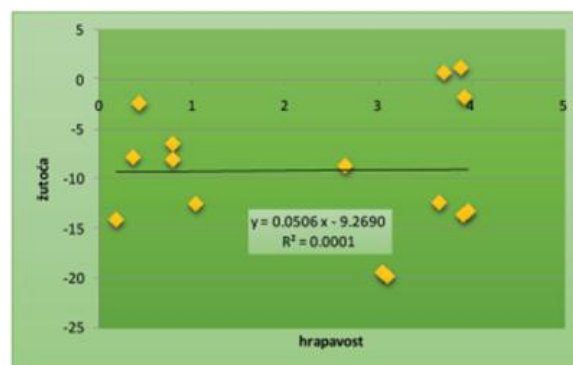
Ispitane su i uzajamne zavisnosti osobina papira, beline papira i hrapavosti, kao i žutoće papira i hrapavosti.

Sa grafika na slikama 5. i 6. jasno se vidi da ove veličine nisu uzajamno zavisne, što se preciznije i može videti preko koeficijenata determinacije koji imaju male vrednosti.

Površinska uniformnost štampe analizirana je preko metode GLCM matrice i pomoću softvera MATLAB. Kropovana merna polja su u MATLAB kodu prvobitno prevedena u crno bele slike (greyscale) što znači da su eliminisane vrednosti zasićenja i hromatičnosti slika, dok je vrednost svetline zadržana. Na monohromatskim otiscima se najbolje definiše površinska uniformnost.

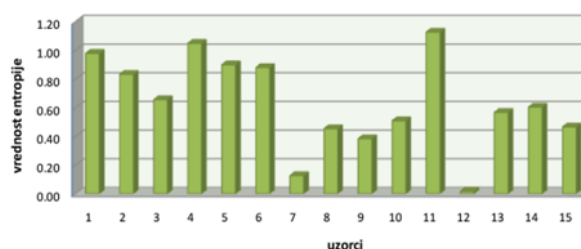


Slika 5. Odnos beline i hrapavosti



Slika 6. Odnos žutoće i hrapavosti

Definisana veličina GLCM matrice je 7 x 7 polja, a imajući u vidu da su slike veličine 7000 x 7000 px, svaka slika se deli na polja od 1000 x 1000 px. Za svako polje se računa srednja vrednost entropije a uglovi prostiranja su podešeni na 0°, 45°, 90° i 135°. Na kraju se računa srednja vrednost entropije svih polja GLCM matrice (mean vrednost). Na slici 7. grafički su prikazane vrednosti entropije.



Slika 7. Grafički prikaz rezultata entropije

Imajući u vidu da vrednosti entropije treba da budu što manje da bi se utvrdilo da je površinska uniformnost velika, uzorak sa najuniformnijim otiskom je 12. a nakon njega uzorak 7. Najlošiju uniformnost imaju prvih 6 uzoraka i 11. uzorak. To su nepremazni papiri pa se time i dokazuje da premazni papiri obezbeđuju kvalitetniji otisak Ink Jet štampe. Pri merenju L*a*b* vrednosti dobijene su vrednosti svetline i hromatičnosti merenih polja. Na osnovu ovih vrednosti potom je izračunata razlika u boji između svih uzoraka prema formuli (1).

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

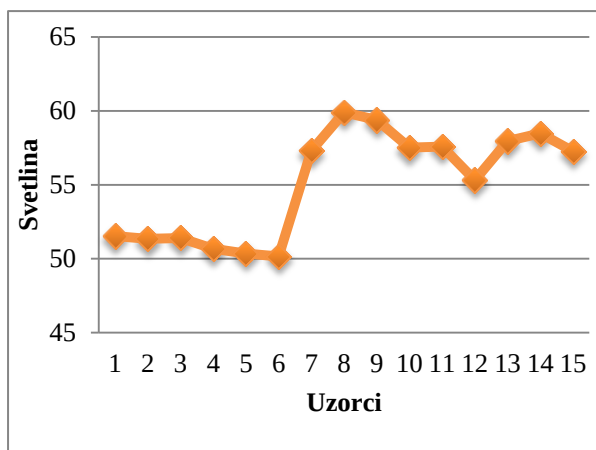
cijan	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.52	0.93	5.40	6.11	6.60	17.89	17.18	16.64	10.87	10.58	19.46	19.92	20.61	12.42
2		0.65	4.98	5.70	6.22	17.53	16.90	16.36	10.57	10.30	19.07	19.53	20.23	12.11
3			4.48	5.18	5.67	17.59	16.97	16.46	10.45	10.20	19.15	19.49	20.18	12.12
4				0.80	1.54	16.20	16.09	15.76	9.14	9.11	17.60	17.43	18.08	11.09
5					0.80	16.50	16.48	16.18	9.51	9.52	17.85	17.59	18.23	11.50
6						17.11	17.11	16.84	10.07	10.11	18.46	18.09	18.72	12.14
7							3.30	3.41	8.73	8.88	2.96	3.50	4.15	6.01
8								0.96	7.58	7.61	6.14	5.49	5.89	5.02
9									7.47	7.45	6.12	6.10	6.57	4.74
10										0.53	11.13	9.98	10.53	3.02
11											11.30	10.28	10.84	3.01
12												4.38	4.94	8.43
13													0.80	7.95
14														8.59

Slika 10. Razlika u cijan boji između svih uzoraka.

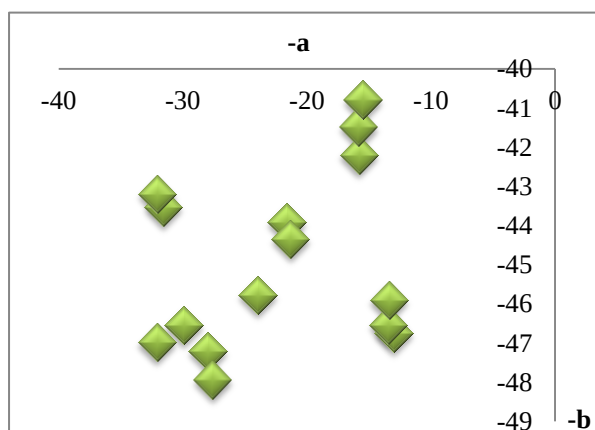
Gde su ΔL^* - razlika u svetlini između dva merena stimulusa, Δa^* - razlika na crveno/zelenoj osi, Δb^* - razlika na žuto/plavoj osi.

Zbog ograničenog prostora biće prikazani parametri samo za cijan boju, pri čemu su i ostale boje posedovale sličan trend u rezultatima.

Na slici 8 je prikaz svetline cijana za sve uzorke, a na slici 9 vrednosti hromatičnosti.



Slika 8. Grafički prikaz svetline cijana kod svih uzoraka



Slika 9. Grafički prikaz hromatičnosti cijana kod svih uzoraka

Sa grafika na slici 8 može se zaključiti da papiri istog proizvođača imaju približne vrednosti u svetlini, dok se kod hromatičnosti na slici 9 vide manje varijacije u vrednostima hromatičnosti.

Ipak po tim vrednostima svi uzorci ostaju u granicama cijana.

Na slici 10. prikazani su rezultati proračuna razlike u boji između svih uzoraka za cijan boju. Rezultati su predstavljeni bojama radi lakšeg komentarisanja rezultata i to prema tabeli 3. Može se primetiti da postoje velike razlike u boji između uzoraka. Manje ili zanemarljive razlike postoje kod uzoraka istog porekla, tj istog proizvođača.

Tabela 3. Legenda za prikaz razlike u boji

između 0 i 1	preciznost instrumenta/ zanemariva razlika
između 1 i 3	razlika je vidljiva, i dalje mala razlika
između 3 i 6	razlika u boji je vidljiva, očigledna
između 6 i 12	razlika u boji je dobro vidljiva
preko 12	izuzetna razlika u boji

4. ZAKLJUČAK

Cilj eksperimenta bio je da se dokaže uticaj podloge, odnosno papira na kvalitet i uniformnost štampe. Pri tome su ispitane osobine papira, a potom i odštampani otisak. Najveću uniformnost štampe pokazali su uzorci dobijeni iz sintetičkih i prirodnih materijala, i to sa posebnim premazima. Isti ti uzorci poseduju velike indekse beline, ali i malu površinsku hrapavost. Pri upoređivanju CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti između različitih uzoraka primećuju se velike razlike u boji kod papira različitog sastava.

Papiri koji su istog sastava i površinskih premaza imaju najmanju razliku u boji. Ono što se može zaključiti jeste da je površinska uniformnost Ink Jet štampe veća kod papira sa premazom. Takođe, ukoliko je potrebno dobiti štampane otiske istog kvaliteta i boje, najbolje je koristiti papire istog sastava, površinskih i optičkih osobina

5. LITERATURA

- [1] Kipphan, H. (2001) Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. ISBN3-540-67326-1. New York, Springer.
- [2] Novaković, D., Kašiković, N. (2013) Digitalna štampa. Novi Sad, FTN izdavaštvo
- [3] Kašiković, N., Novaković, D., Jurič, I. (2016) Digitalna štampa: praktikum za vežbe. Novi Sad, FTN izdavaštvo

Podaci za kontakt:

Jovana Ješić, jo_vana92@hotmail.com
Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
MsC Ivana Jurič, rilovska@uns.ac.rs

ADSORPCIONI TRETMAN OTPADNOG SREDSTVA ZA VLAŽENJE**ADSORPTION TREATMENT OF THE WASTE FOUNTAIN SOLUTION**

Anka Petrović, Savka Adamović, Miljana Prica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj rada je ispitivanje kinetike adsorpcije cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje primenom aktivnog uglja, zeolita i cementa, kao adsorbenata. Za opisivanje mehanizma i reakcionih puteva odvijanja adsorpcije cinka u ispitivanim adsorpcionim sistemima primenjeni su: reakcioni i difuzioni modeli adsorpcije. Takođe, definisane su i upoređene efikasnosti ispitivanih adsorbenata u cilju bezbednog odlaganja tretiranog otpadnog sredstva za vlaženje ofset štampe u životnu sredinu.

Abstract – The goal of the paper is to examine the kinetics of adsorption of zinc from waste fountain solution by using activated carbon, zeolite and cement, as an adsorbents. To describe the mechanisms and reaction pathways unwinding adsorption of zinc in the investigated adsorption system were applied: reaction and diffusion adsorption models. Also, efficiency of the tested adsorbents were defined and compared for the purpose of safe disposal of treated waste off-set fountain solution in environment.

Ključne reči: Ofset štampa, sredstvo za vlaženje, tečni otpad, cink, adsorpcija

1. UVOD

Ofset štampa je indirektna ravna štampa u kojoj cilindar, nosilac gumenog omotača, preuzima grafičku boju sa štamparske forme i prenosi je na podlogu delujući kao posrednik između štamparke forme i podloge za štampu [1]. Obradom štamparke forme, neštampajući elementi postaju hidrofilni i odbojni prema grafičkoj boji, a štampajući elementi hidrofobni i lako prihvatljivi za grafičku boju [2]. Da bi se napravila razlika između štampajućih i neštampajućih elementa, na štamparsku formu je potrebno naneti tanak sloj sredstva za vlaženje, čiji je sastav jedan je od ključnih elemenata potrebnih za kvalitetnu i stabilnu reprodukciju u tehnici ofset štampe. Sredstvo za vlaženje se raspoređuje na hidrofilnim neštampajućim elementima, dok se hidrofobna grafička boja raspoređuje na štampajućim elementima štamparske forme. Sredstvo za vlaženje cirkuliše kroz celokupni sistem i prilikom povratka u uređaj za kondicioniranje sa sobom nosi nečistoće od papira, ostataka boje i drugih nečistoća [3]. Usled interakcije u sistemu štamparska forma/sredstvo za vlaženje/grafička boja/podloga, nastaje otpadno sredstvo za vlaženje. Dobra ofset štamparska boja mora podneti bar 20% emulgovanog sredstva za vlaženje, a da se ne promene njene reološke osobine. Ovo umereno mešanje boje i vode dovodi do poboljšanja prenošenja štamparke boje [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Savka Adamović, docent.

Dakle, generisano otpadno sredstvo za vlaženje ofset štampe može da sadrži metale koji migriraju iz pigmenata i siktativa grafičke boje.

Poznato je da se metali usled antropogenih procesa (rudarstvo, industrijski procesi, transport, itd.) kontaminiraju životnu sredinu i imaju negativne efekte na zdravlje ljudi [4]. Zato je neophodno ukloniti metalne jone iz otpadnih voda pre ispuštanja u životnu sredinu, jer postoji mogućnost njihovog ulaska u lanac ishrane [5]. Zadatak prečišćavanja je da ukloni zagađenje iz otpadne vode do te mere da otpadna voda može da se ispušta u recipijent bez štetnih posledica ili da može ponovo da se upotrebi [6]. Adsorpcija je dobro poznata i efikasna metoda koja se komercijalno primenjuje za prečišćavanje otpadnih voda i ima istaknuto mesto kao tretman za smanjenje koncentracije neorganskih i organskih polutanata iz industrijskih efluenta.

Utvrđeno je da je adsorpcija superiorna u odnosu na druge tehnike za prečišćavanje otpadnih voda jer je odlikuju: niski početni troškovi, jednostavan dizajn eksperimenta, jednostavan rad i otpornost na toksične supstance, kompatibilnost sa životnom sredinom, netoksičnost i hemijska stabilnost, visok afinitet prema različitim rastvorenim supstancama neorganskog i organskog porekla, velika efikasnost uklanjanja adsorbata koji su prisutni u niskim koncentracijama i laka regeneracija i ponovna upotreba adsorbenta [7].

U skladu sa navedenim, neophodno je ukloniti metale iz otpadnog sredstva za vlaženje ofset štampe u cilju bezbednog odlaganja tretiranog otpadnog sredstva za vlaženje u životnu sredinu. Za tretman otpadnog sredstva za vlaženje odabrana je adsorpcija sa aktivnim ugljem, zeolitom i cementom, kao adsorbentima. Definirani su: efikasnost i mehanizam tretmana adsorpcije, kao i efikasnost primenjenih adsorbenata.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Za analizu kinetike i efikasnosti procesa adsorpcije cinka ispitano je šest adsorpcionih sistema:

- model rastvor sa tačno definisanom koncentracijom cinka i aktivni ugalj;
- model rastvor sa tačno definisanom koncentracijom cinka i zeolit;
- model rastvor sa tačno definisanom koncentracijom cinka i cement;
- cink iz otpadnog sredstva za vlaženje i aktivni ugalj;
- cink iz otpadnog sredstva za vlaženje i zeolit;
- cink iz otpadnog sredstva za vlaženje i cement.

U cilju opisivanja mehanizma i reakcionih puteva prema kome se odvija adsorpcija cinka u ispitivanim adsorpcionim sistemima primenjeni su: reakcioni modeli adsorpcije (Lagergren-ov model pseudo-prvog reda i model pseudo-

drugog) i Weber-Morris-ov difuzioni model adsorpcije. Takođe, definisane su i upoređene efikasnosti ispitivanih adsorbenata, aktivnog uglja, zeolita i cementa.

Otpadno sredstvo za vlaženje generisano je tokom procesa tabačne ofset štampe plakata sa procesnim grafičkim bojama (cijan, magenta, žuta i crna). Koncentracije metala (bakra, cinka, nikla, kadmijuma, hroma i olova) u otpadnom sredstvu za vlaženje određene su primenom atomske adsorpcione spektroskopske (AAS) metode, na spektrofotometru PerkinElmer Aanalyst 700 (USA) prema standardnoj EPA 7000B metodi [8]. Model rastvor sa masenom koncentracijom cinka od 11,29 mg L⁻¹, pripremljen je rastvaranjem 0,0322 g soli ZnSO₄ 7H₂O u 1L dejonizovane vode.

Za adsorbente upotrebljeni su: aktivnog uglja Norit w35, zeolit i cement, koji su komercijalnog porekla. Specifične površine adsorbenata određene su primenom Brauner-Emmett-Teller (BET) metode. Zapremine mezopora i makropora primenjenih adsorbenata određene su Barret-Joyner-Halenda (BJH) metodom i t-test metodom, redom. Strukturne karakteristike adsorbenata (specifična površina, zapremine mezo- i mikropora) prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Strukturne karakteristike adsorbenata aktivnog uglja Norit w35, zeolita i cementa

Parametar	Norit w35	Zeolit	Cement
BET (m ² g ⁻¹)	1180	26,7	3,15
BJH ukupna zapremina pora (cm ³ g ⁻¹)	0,89	0,012	-
Mikropore t-test (cm ³ g ⁻¹)	0,23	0,078	0,007

2.1. Ispitivanje kinetike adsorpcije cinka u model rastvoru i otpadnom sredstvu za vlaženje

U plastične kivete zapremine 45 mL, na analitičkoj vagi odmerene su određene mase za svaki adsorbent od 0,0125, 0,0250 i 0,10 g. Mase odgovaraju dozama adsorbenta od: 0,50, 1,0 i 4,0 g L⁻¹, redom. Potom je u kivete dodata odgovarajuća zapremina od 25 mL model rastvor sa masenom koncentracijom cinka od 11,29 mg L⁻¹. U sledećem koraku, uzorci su podvrgnuti kontinualnom mešanju na magnetnoj mešalici (IKA KS v130 B, Nemačka) u vremenskim periodima od: 15, 30, 45, 60, 120 i 240 minuta. Nakon toga, odvojeni supernatanti (filtrirani kroz kvantitativan filter papir), zakišeljani su sa 2 do 3 kapi 70% azotne kiseline. Sadržaji cinka u pripremljenim supernatantima određeni su AAS tehnikom prema standardnoj EPA 7000B metodi [8]. Nakon utvrđivanja vremenskog perioda potrebnog da model sistem sa odgovarajućim adsorbentom dostigne stanje adsorpcione ravnoteže, adsorpcioni modeli su određeni na osnovu promene početne koncentracije cinka u ispitivanim sistemima sa konstantnim odnosom masa adsorbenta i zapremine ispitivanog model rastvora ili otpadnog sredstva za vlaženje.

2.2. Određivanje efikasnosti adsorpcije cinka

Efikasnosti uklanjanja cinka iz šest adsorpciona sistema izračunate su u funkciji operativnog vremena prema jednačini (1):

$$E = \frac{C_o - C_t}{C_o} \cdot 100 \quad (1)$$

gde su:

E - efikasnost uklanjanja (%) cinka iz odgovarajućeg adsorpcionog sistema,

C_o - inicijalna koncentracija cinka (11,29 mg L⁻¹) i

C_t - koncentracija cinka (mg L⁻¹) u odgovarajućem adsorpcionom sistemu u određenom operativnom vremenu, t.

2.3. Kinetički modeli adsorpcije

Na šest ispitivanih adsorpcionih sistema primenjeni su: reakcioni modeli adsorpcije (Lagergren-ov model pseudo-prvog reda i model pseudo-drugog) i Weber-Morris-ov difuzioni model adsorpcije.

Za obradu eksperimentalnih podataka primenom odgovarajućeg kinetičkog modela adsorpcije upotrebljen je program Origin6.1 (OriginLab Corporation, SAD). Na sve tačke konstruisanih grafika, koje predstavljaju eksperimentalno dobijene vrednosti, primenjeno je linearno „fitovanje“, s obzirom na činjenicu da je svaki od upotrebljenih modela adsorpcije dat u formi linearne jednačine (y=A+Bx) (tabela 2). Primenom odgovarajućih parametara fitovanja, koje softver automatski pruža, izračunate su vrednosti nagiba (B) i odsečka (A). Iz nagiba i odsečka odgovarajućih zavisnosti izračunati su karakteristični parametri za svaki kinetički model adsorpcije. Na osnovu koeficijenta determinacije (R²), koji predstavlja meru slaganja eksperimentalnih podataka sa primenjenim kinetičkim modelom adsorpcije, odabran je kinetički model adsorpcije koji najbolje opisuje promenu koncentracije cinka iz model sistema i otpadnog sredstva za vlaženje na odgovarajućem adsorbentu.

Tabela 2. Parametri kinetičkih modela adsorpcije

Kinetički model adsorpcije	Linearna jednačina	Parametri zavisnosti
Pseudo-prvi	$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 \cdot t$	$\ln(q_e - q_t) = f(t)$
Pseudo-drugi	$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 \cdot q_e} + \frac{1}{q_e} \cdot t$	$\frac{t}{q_t} = f(t)$
Weber-Morris	$q_t = k_1 \cdot t^{1/2}$	$q_t = f(t^{1/2})$

3. REZULTATI I DISKUSIJA

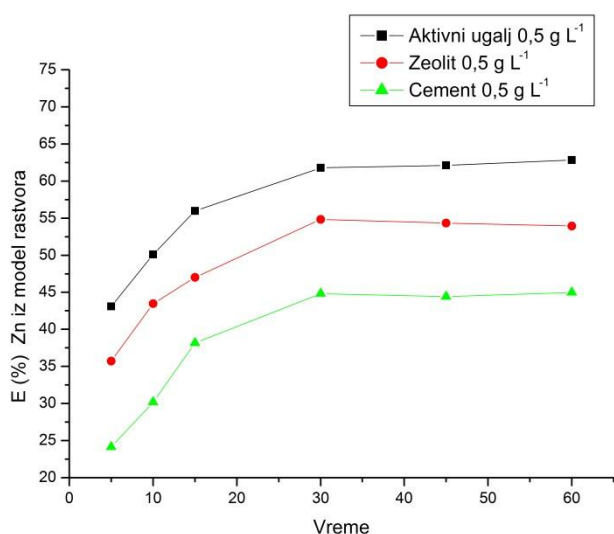
3.1. Ravnotežna doza i vreme adsorpcije

Za određivanje vremena uspostavljanja adsorpcione ravnoteže i doze za ispitivane adsorbente odabran je model rastvor zbog velikog organskog opterećenja (TOC od 29380 mg L⁻¹) otpadnog sredstva za vlaženje koje bi uticalo na pouzdanost rezultata adsorpcije cinka iz realnog grafičkog efluenta.

Dobijeni rezultati pokazuju da sa porastom doza aktivnog uglja, zeolita i cementa i vremena kontakta adsorbenta i adsorbata, raste i efikasnost uklanjanja cinka iz model rastvora.

U skladu sa zakonskim uredbama Republike Srbije [9], granična vrednost emisije cinka pre mešanja efluenta sa ostalim otpadnim vodama za pogon ofset štampe i za otpadne vode pre ispuštanja u kanalizaciju sistem iznosi 2 mg L⁻¹. Da bi koncentracija cinka u tretiranom otpadnom

sredstvu za vlaženje bila ispod 2 mg L^{-1} potrebna je efikasnost uklanjanja $> 82,3\%$. Za aktivni uglj i zeolit, efikasnosti adsorpcije $> 82\%$ se postižu primenom doza od $1,0 \text{ g L}^{-1}$, dok se kod cementa efikasnost postiže tek pri dozi od $4,0 \text{ g L}^{-1}$. Za sva tri adsorbenta utvrđeno ravnotežno vreme je 60 minuta.



Slika 1. Efikasnosti uklanjanja cinka iz model rastvora sa aktivnim ugljem, zeolitom i cementom (doze adsorbenata $0,5 \text{ g L}^{-1}$)

Posmatranjem uticaja vrste adsorbenta na efikasnost uklanjanja cinka iz model rastvora uočava se da efikasnost adsorbenata opada u nizu: aktivni uglj $>$ zeolit $>$ cement (slika 1). Za doze adsorbenata od $0,5 \text{ g L}^{-1}$ efikasnosti uklanjanja cinka iz model rastvora sa aktivnim ugljem u odnosu na zeolit su veće 1,2 puta, sa aktivnim ugljem u odnosu na cement su veće od 1,4 do 1,8 puta, dok su sa zeolitom u odnosu na cement veće od 1,2 do 1,5 puta. Sa povećanjem doze adsorbenta razlika u efikasnostima adsorpcije se smanjuje i uočava se samo tokom prvih 10 minuta adsorpcije. Takođe, najveća efikasnost aktivnog uglja je u skladu sa predhodno utvrđenim strukturnim karakteristikama adsorbenata (tabela 1). Aktivni uglj u odnosu na ostale adsorbente ima veću BET specifičnu površinu i zapremine mezo- i mikropora.

3.2. Kinetička studija adsorpcije cinka

Kada se posmatra mehanizam adsorpcije, kinetički modeli mogu da se podele u dve grupe: modeli koji su bazirani na reakciji između adsorbenta i adsorbata i modeli koji su zasnovani na difuziji adsorbata. U cilju definisanja mehanizma i reakcionih puteva prema kome se odvija adsorpcija cinka na aktivnom uglju, zeolitu i cementu urađeno je modelovanje eksperimentalnih podataka primenom: Lagergren-ovog modela pseudo-prvog reda i modela pseudo-drugog reda koji spadaju u reakciono-adsorpcione kinetičke modele, kao i Weber-Morris-ovog modela, koji je jedan od najčešće primenjenih difuzionokinetičkih modela adsorpcije metala [7].

Kod kinetičkog modela pseudo-drugog reda teorijska ($11,11 \text{ mg g}^{-1}$) i eksperimentalna ($11,15 \text{ mg g}^{-1}$) vrednost ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta (q_e) odlično se slažu, čime se potvrđuje opravdanost kinetičkog modela pseudo-drugog reda za opisivanje mehanizma adsorpcije cinka iz model rastvora na aktivnom uglju. Dakle,

vrednost koeficijenta determinacije ($R^2=0,998$) pravolinijske zavisnosti t/q_t od t , i bliskost teorijske i eksperimentalne q_e vrednosti izračunate iz modela pseudo-drugog reda ukazuju na činjenicu da hemijska veza ima značajan udeo u mehanizmu vezivanja cinka iz model rastvora na aktivnom uglju.

Primenom kinetičkih modela pseudo-prvog reda i pseudo-drugog reda uočeno je da oba modela opisuju mehanizam adsorpcije cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje na aktivnom uglju. Dakle, i fizička i hemijska adsorpcija su odgovorne za vezivanje cinka na aktivnom uglju što potvrđuju i vrednosti koeficijenta determinacije od 0,971 za pseudo-prvi i 0,975 za pseudo-drugi model adsorpcije.

Kinetički model pseudo-drugog reda opisuje adsorpciju cinka iz model rastvora sa zeolitom jer su bliske teorijska ($10,93 \text{ mg g}^{-1}$) i eksperimentalna ($10,33 \text{ mg g}^{-1}$) q_e vrednost kao i vrednost koeficijenta korelacije pravolinijske zavisnosti t/q_t od t koja iznosi 0,995. Prema modelu pseudo-drugog reda adsorpcija se zasniva na hemijskom vezivanju cinka iz model rastvora na zeolitu.

Model pseudo-prvog reda opisuje mehanizam adsorpcije cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje na zeolitu. Dakle, fizičko adsorpcija je odgovorna za vezivanje cinka na zeolitu što potvrđuju i vrednost koeficijenta determinacije od 0,970 i teorijska vrednost q_e od $5,84 \text{ mg g}^{-1}$ koja od eksperimentalne q_e vrednosti ($6,17 \text{ mg g}^{-1}$) odstupa 5,3%.

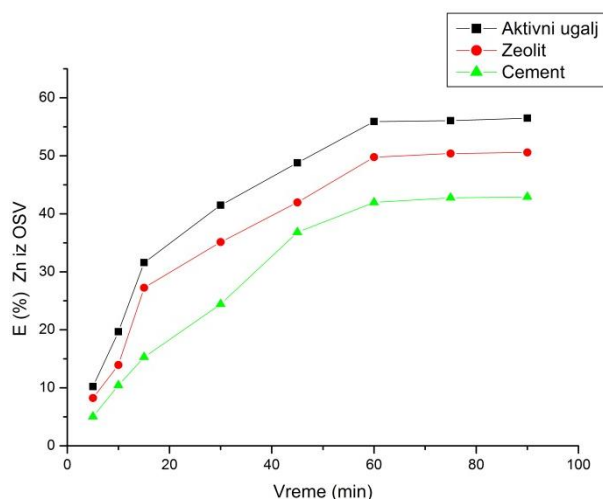
Opravdanost kinetičkog modela pseudo-drugog reda za opisivanje mehanizma adsorpcije cinka iz model rastvora na cementu, zasniva se na bliskosti teorijske ($11,97 \text{ mg g}^{-1}$) i eksperimentalne ($11,65 \text{ mg g}^{-1}$) q_e vrednosti i visokoj vrednosti koeficijenta korelacije pravolinijske zavisnosti t/q_t od t koja iznosi 0,975. Dakle, hemijska veza ima značajan udeo u mehanizmu vezivanja cinka iz model rastvora na cementu.

Mehanizam adsorpcije cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje na cementu opisuje model pseudo-prvog reda. Dakle, fizičko adsorpcija je odgovorna za vezivanje cinka na cementu što potvrđuju: vrednost koeficijenta determinacije od 0,960 i teorijska vrednost q_e od $5,59 \text{ mg g}^{-1}$ koja odstupa 6,4% od eksperimentalne q_e vrednosti ($5,23 \text{ mg g}^{-1}$).

Za Weber-Morris-ov kinetički model dobijeni rezultati pokazuju da je zavisnost q_t u funkciji $t^{1/2}$ multi-linearna i ne prolazi kroz koordinatni početak, što ukazuje da pored površinske hemijske adsorpcije i intra-čestična i film difuzija imaju uticaj na brzinu i mehanizam adsorpcije cinka u svakom od šest adsorpcionih sistema. Multi-linearnost pokazuje da se adsorpcija u svakom od šest adsorpcionih sistema odvija kroz dve različite faze. Konstanta brzine prve faze je veća u odnosu na konstantu brzine druge faze, što pokazuje da intra-čestična difuzija usporava, dok vrednost odsečka raste sa porastom vremena kontakta. Rezultati Weber-Morris-ovog kinetičkog modela adsorpcije pokazuju da je intra-čestična difuzija uključena u proces adsorpcije cinka u svakom od šest ispitivanih adsorpcionih sistema, ali nije korak koji određuje brzinu ukupnog procesa adsorpcije.

3.2. Efikasnost uklanjanja cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje

Efikasnosti uklanjanja cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje primenom aktivnog uglja, zeolita i cementa prikazane su na slici 2.



Slika 2. Efikasnosti uklanjanja cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje sa aktivnim ugljem, zeolitom i cementom

Posmatranjem uticaja vrste adsorbenta na efikasnost uklanjanja cinka iz otpadnog sredstvaza vlaženje uočava se da efikasnost adsorbenata opada u nizu: aktivni ugalj > zeolit > cement. Za doze adsorbenata od 1,0 g L⁻¹ efikasnosti uklanjanja cinka iz model rastvora sa aktivnim ugljem u odnosu na zeolit su veće od 1,2 do 1,4 puta. Za cement se uočava manja efikasnost uklanjanja u odnosu na aktivni ugalj (od 1,3 do 2,1 puta) i zeolit (od 1,2 do 1,8 puta) i ako je njegova doza 4 puta veća.

Dobijeni rezultati pokazuju da veliko organsko opterećenje otpadnog sredstva za vlaženje utiče na efikasnost adsorpcije cinka na primenjenim adsorbentima. Poređenjem efikasnosti adsorpcije cinka u realnom efluentu sa model rastvorom za iste operative uslove uočava se: smanjenje efikasnosti kod aktivnog uglja za 35%, kod zeolita za 40% i kod cementa za 49% usled prisustva organskih supstanci u otpadnom sredstvu za vlaženje.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja adsorpcije cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje primenom aktivnog uglja, zeolita i cementa, mogu se doneti sledeći zaključci:

- Porastom doza adsorbenata i vremena kontakta adsorbent/adsorbat, raste i efikasnost uklanjanja cinka iz model rastvora. Za aktivni ugalj i zeolit efikasnost adsorpcije veća od 82% se postiže primenom doza od 1,0 g L⁻¹ odgovarajućeg adsorbenta, dok se kod cementa efikasnost postiže tek pri dozi od 4,0 g L⁻¹.
- Modelovanjem eksperimentalnih podataka primenom Lagergrenovog modela pseudo-prvog reda i modela pseudo-drugog reda kao i Weber-Morris-ovog modela, uočava se da adsorpciju cinka iz model rastvora sa sva tri adsorbenta najbolje opisivanje Lagergren-ov model pseudo-drugog reda. Takođe, adsorpciju cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje primenom zeolita i cementa najbolje opisuje Lagergren-ov modela pseudo-prvog reda. Izuzetak je adsorpcioni sistem otpadno sredstvo za vlaženje i aktivni ugalj gde se uklanjanje cinka odvija mehanizmom i fizičke i hemijske adsorpcije, i u tom slučaju mogu se primeniti oba reakciona modela adsorpcije.

- Rezultati Weber-Morris-ovog kinetičkog modela adsorpcije pokazuju da je intra-čestična difuzija uključena u proces adsorpcije cinka u svakom od šest adsorpcionih sistema, ali nije korak koji određuje brzinu ukupnog procesa adsorpcije.
- Efikasnosti uklanjanja cinka iz otpadnog sredstva za vlaženje opada u nizu adsorbenata: aktivni ugalj > zeolit > cement. Najveća efikasnost je i očekivana kod aktivnog uglja koji u odnosu na ostale adsorbente ima veću BET specifičnu površinu i zapremine mezo- i mikropora. Generalno, efikasnosti upotrebljenih adsorbenata mogu se povećati sa povećanjem njihove doze.
- Veliko organsko opterećenje otpadnog sredstva za vlaženje utiče na efikasnost adsorpcije cinka na primenjenim adsorbentima. U realnom efluentu u odnosu na model rastvor uočava se: smanjenje efikasnosti adsorpcije kod aktivnog uglja za 35%, kod zeolita za 40% i kod cementa za 49% usled prisustva organskih supstanci u otpadnom sredstvu za vlaženje.

5. LITERATURA

- [1] D. Novaković, "Uvod u grafičke tehnologije", Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2008.
- [2] K. Bingold, "Tehnologija ravne štampe", Novi Sad, Zavod za izdavanje udžbenika – Novi Sad, 1992.
- [3] Ž. Pavlović, "Štamparske forme - skripta", Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2016.
- [4] Lj. Rajić, "Unapređivanje elektrokinetičke remedijacije sedimenta zagađenog teškim metalima", doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2010.
- [5] G.P. Rao, C. Lu, S. Fengsheng, "Sorption of divalent metal ions from aqueous solution by carbon nanotubes: A review", Separation and Purification Technology, Vol. 58, pp. 224-231, 2007.
- [6] J. Kiurski, S. Adamović, "Grafičko okruženje-praktikum", Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2010.
- [7] S. Adamović, "Elektrokoagulacioni i adsorpcioni tretmani efluenata u grafičkim procesima ofset štampe", doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- [8] EPA 7000B Method: Flame Atomic Absorption Spectrophotometry, Revision 2 February 2007.
- [9] Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje, "Sl. glasnik RS", br. 67/2011.

Adrese autora za kontakt:

Anka Petrović – anka.989@live.com

Doc. dr Savka Adamović – adamovicsavka@uns.ac.rs

Van. prof. dr Miljana Prica – miljana@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, Novi Sad

UTICAJ PROCESA TRLJANJA NA DUGOTRAJNOST OTISKA NA TKANINI**THE EFFECT OF RUBBING ONTO THE LONGEVITY OF PRINTS ON FABRIC**

Darko Vukosavljević, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Otisci dobijeni štampom na tekstilne materijale izlažu se različitim uticajima. Jedan od uticaja je i proces trljanja. Cilj ovog rada jeste utvrđivanje razlike na otisku nakon i između četiri serije trljanja, štampano pomoću tehnike Ink Jet štampe, flock i flekso folije na pamuku, poliesteru i viskozi.

Ključne reči: Trljanje, Ink Jet štampa, flock folija, flekso folija, tekstilni materijal

Abstract – Prints produced using printing on textile materials are exposed to different influences. One of the influences is the process of rubbing. The aim of this study is to determine the differences between the print after rubbing in four series. Specimens were printed using techniques of Ink Jet printing, flock and flexo film on cotton, polyester and viscose.

Key words: Rubbing, Ink Jet technique, flock film, flexo film, textile materials.

1. UVOD

Arheološka iskopavanja pokazuju da se štampa na tekstilu primenjivala još pre 5000 godina [1]. Prema podacima istraživanja iz 2015. godine obavljenog od strane "Fespa Print Census" dramatičan porast štampe se doživljava u tekstilnoj industriji za odeću, tekstil za dekoracije i ambalaže. Trenutna svetska proizvodnja štampanog tekstila je preko 34 miliona kvadratnih metara godišnje [2]. U zavisnosti od različitih zahteva (vremenskih, ekonomskih, kvalitativnih, kreatorskih i drugih) koriste se različite tehnike štampe. Svaka tehnika štampe ima različitu dugotrajnost i izdržljivost otiska na tkanini. Iz tog razloga u ovom radu je posmatrano koliko se otisak menja pod uslovima trljanja. Poređene su tri vrste štampe: Ink Jet, tehnika flock folijom i tehnika flekso folijom. Proces Ink Jet štampe na tekstilu je proces sličan stonom Ink Jet štampanju za papirne podloge. Ink Jet štampa je proces gde se željeni motiv štampa direktno na tekstilnu podlogu bez štamparske forme [3]. Ovo je na tržištu najsavremenija tehnologija štampe na tekstilu. Otisak je vrlo tanak, mekan na dodir i postojan. Boje koje se koriste su na vodenoj bazi, a bitno je istaći da Ink Jet štampa ne poznaje ograničenja u dizajniranju. Flock folija je vrsta termo transfera za štampu na tekstilu gde se folija termički prenosi na tekstil. Materijal od kojeg je načinjena flock folija je sličan plišu, pufnast je i na dodir ima mekanu, čojastu teksturu. Debljina folije je 0,75 mm zbog čega je otisak flekso folije izdignut u odnosu na tekstilnu

podlogu. Načinjena je od veoma otpornog i dugotrajnog materijala. Flock folija nije elastična, ali je izdržljiva i pere se na 60°C sa odećom izvrnutom na unutra. Flekso (poliuretan) folija je termotopiva folija koji se seče na kateru i koristi se za nesilikonski tekstil. Fleks folija se seče sa naličja kao slika u ogledalu i prenosi se zagrevanjem (termo presa). Posle transfera sa ex folije treba ukloniti zaštitnu foliju. Debljina folije je 50 mikrona. Veoma je otporna na istezanje i otisak dosta podseća na sito štampu. Cilj rada je utvrđivanje razlike na otisku nakon i između četiri serije trljanja, štampano pomoću Ink Jet štampe, flock i flekso folije na tri različita tekstilna materijala.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Tekstilni materijali korišćeni za eksperiment su pamuk, viskoza i poliester. Ink Jet štampa je izvršena na Kornit STORM II mašini, flock i flekso folije su katovane pomoću mašine Kater Topgraphic JK A3, pri čemu je transfer folija izvršen pomoću poluautomatske pegle CEM. Štampane su 4 različite boje tj. cijan, magenta, žuta i crna, što ukupno daje 36 različitih uzoraka za analizu. Svaki otisak je štampan sa većim i manjim poljima u punom tonu, veličine 7 x 12 cm. Test karta je veličine A4 formata. Odštampani uzorci su dalje testirani na uređaju za merenje TESTEX AATCC 8 (slika 1.) koji utvrđuje otpornost boje, odštampane na tekstilu, na trljanje. Praktičan držač uzorka za trljanje obezbeđuje brzo promenu uzorka i ponovljivost rezultata. Ovaj uređaj opremljen je sa elektronskim brojačem predviđen za trljanje do 999.999 puta. Pikaz uređaja je dat na slici 1.



Slika 1. Uređaj za merenje Testex AATCC 8

U eksperimentu su poređeni uzorci pre trljanja sa uzorcima nakon prvog, drugog, trećeg i četvrtog trljanja, a takođe poređeni su i uzorci između serija trljanja. Otisci odštampani tehnikom Ink Jet štampe trljani su u svakoj seriji po 100 puta, time su na kraju otisci izlagani trljanju od 400 puta. Otisci odštampani tehnikom flock i flekso folija trljani su u svakoj seriji po 1000 puta, time su na kraju otisci izlagani trljanju od 4000 puta. Izmerene

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent.

vrednosti dobijene su merenjem na odštampanim uzorcima korišćenjem Teachkon Spectro Dens refleksionog spektrofotometra pri osvetljenju od D65, standardnim uglom posmatranja od 10° i merne geometrije d/8. Za referentnu vrednost uzeta je srednja vrednost pet uzastopnih merenja i određene su CIE L*, a*, b* koordinate boje. Prikaz uređaja je dat na slici 2.



Slika 2. Uređaj Techkon SpectroDens

Instrumentalna merenja daju preciznije podatke o tome šta se dešava sa uzorcima pre i nakon izlaganja dejstvu trljanja, pa su pomoću rezultata koji su dobijeni pre i posle izlaganja ovom dejstvu, određene vrednosti za razliku boje.

Način na koji se predstavlja razlika boje je jednačina vrednosti ΔE^* (1) poznata kao apsolutna razlika boja. ΔL^* je razlika u svetlini, Δa^* razlika na crveno/zelenoj osi a Δb^* na žuto/plavoj osi Lab prostora boja.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta L^* = L^*1 - L^*2$$

$$\Delta a^* = a^*1 - a^*2$$

$$\Delta b^* = b^*1 - b^*2$$

gde se veličine L^*1 , a^*1 i b^*1 odnose na boju kojoj se meri odstupanje (u nastavku uzorak), a veličine L^*2 , a^*2 i b^*2 na referentnu boju (u nastavku standard). Prema konvenciji, pozitivne vrednosti pojedinih razlika (ΔL^* , Δa^* , Δb^*), znače da uzorak ima više te varijable nego standard.

Jednostavno ocenjivanje odstupanja boja, može se sprovesti na osnovu vrednosti kolorimetrijske razlike, prema sledećim kriterijumima [4]:

ΔE između 0 i 1 - generalno se razlika ne može primetiti,

ΔE između 1 i 2 - razlika je veoma mala, može je primetiti samo iskusno oko

ΔE između 2 i 3,5 - srednja razlika, može je primetiti neuvežbano oko

ΔE između 3,5 i 5 - krupna razlika

ΔE preko 5 - masivna razlika

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Izmerene su vrednosti $L^*a^*b^*$ i izračunate vrednosti razlike boje ΔE za sve uzorke nakon izlaganja dejstvu trljanja. U tabeli 1 je prikazana razlika boje ΔE za Ink Jet štampu na pamuku.

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 1. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja za cijan ispod 1, što znači da se ne mogu primetiti. Vrednosti razlika između trljanja za magentu su takođe ispod 1, što znači da se ne mogu primetiti. Vrednost razlike između trljanja za žutu između prvog i drugog trljanja je ispod 1 tako da se ne može uočiti, dok su vrednosti razlika između drugog

trećeg trljanja kao i vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja između 1 i 2 i to može primetiti samo iskusno oko. Vrednost razlike između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja je malo preko 1 i može je primetiti samo iskusno oko, dok je vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja ispod 1 i ne može se uočiti. Vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja je malo preko 1 i uočljiva je samo iskusnom oku.

Tabela 1. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na pamuku za Ink Jet štampu

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	0.32	0.60	0.84	1.92
2.-3. trljanje	0.51	0.31	1.37	0.66
3.-4. trljanje	0.42	0.08	1.84	1.08

U tabeli 2 je prikazana razlike boje ΔE za flog foliju na pamuku.

Tabela 2. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na pamuku za flog foliju

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	2.43	0.26	2.05	1.13
2.-3. trljanje	0.72	3.05	0.32	0.51
3.-4. trljanje	0.28	1.6	1.59	0.46

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 2. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja uglavnom male, svega par vrednosti razlika se može primetiti. Vrednosti razlike između trljanja za cijan između prvog i drugog trljanja je malo preko 2, što znači da je može primetiti i neuvežbano oko. Vrednosti razlika između drugog i trećeg trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su ispod 1, tako da se razlike ne mogu primetiti. Vrednosti razlika između trljanja za magentu su različite. Između prvog i drugog trljanja vrednost razlike je ispod 1, što se ne može uočiti. Vrednost razlike između drugog i trećeg je malo preko 3 tako da je uočljiva iskusnim okom. Vrednost razlike između trećeg i četvrtog je veća od 1 tako da je uočljiva samo iskusnom oku. Vrednosti razlika između trljanja za žutu između prvog i drugog trljanja je malo preko 2 i uočljiva je i neuvežbanom oku. Vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja je ispod 1 i nije uočljiva dok je razlika između trećeg i četvrtog trljanja preko 1 i može je primetiti samo iskusno oko. Vrednost razlike između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja je malo preko 1 i može je primetiti samo iskusno oko, dok su vrednost između drugog i trećeg, kao i vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja ispod 1, te nisu uočljive golim okom.

U tabeli 3 je prikazana razlike boje ΔE za fleksi foliju na pamuku.

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 3. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja dosta male, svega par vrednosti se može primetiti i to samo iskusnim okom. Vrednosti razlika između trljanja za cijan su ispod 1, tako da se razlika ne može primetiti. Vrednosti razlika između trljanja za magentu su različite. Između prvog i drugog trljanja vrednost razlike je ispod 1, što se ne može uočiti dok su vrednosti razlika između drugog i trećeg, kao i između trećeg i četvrtog malo veće od 1 tako da su uočljive iskusnom oku. Vrednosti razlika između trljanja za žutu su ispod 1 i nisu uočljive. Vrednosti razlika između trljanja za crnu su takođe ispod 1 i nisu uočljive.

Tabela 3. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na pamuku za flekso foliju

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	2.43	0.26	2.05	1.13
2.-3. trljanje	0.72	3.05	0.32	0.51
3.-4. trljanje	0.28	1.6	1.59	0.46

U tabeli 4 je prikazana razlike boje ΔE za Ink Jet štampu na poliesteru.

Tabela 4. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na poliesteru za Ink Jet štampu

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	1.39	3.39	10.52	1.49
2.-3. trljanje	0.59	0.06	1.67	1.68
3.-4. trljanje	1.15	6.94	15.88	20

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 4. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja različite od boje do boje. Vrednost razlike između trljanja za cijan između prvog i drugog trljanja je skoro 0 tako da nije uočljiva. Vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja je skoro 2 i može je primetiti samo iskusno oko, dok je vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja preko 2 i može je primetiti i neuvežbano oko. Vrednost razlike između trljanja za magentu između prvog i drugog trljanja je malo preko 2 i može je primetiti i neuvežbano oko. Vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja je preko 5 što je masivna razlika i vrlo je uočljiva. Vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja je skoro 3 što spada u srednju razliku i može je primetiti i neuvežbano oko. Vrednost razlike za žutu između prvog i drugog trljanja je malo preko 3 što može primetiti i neuvežbano oko. Vrednost razlike između trljanja za žutu između drugog i trećeg trljanja je blizu 2 tako da je može primetiti samo iskusno oko, dok je vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 1 i može je primetiti samo iskusno oko. Vrednosti razlika između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su između 0 i 1 i ne mogu se primetiti. Vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja je malo preko 2 što spada u srednju razliku i može je primetiti i neuvežbano oko.

U tabeli 5 je prikazana razlike boje ΔE za flok foliju na poliesteru.

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 5. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja gotovo neprimetne. Vrednosti razlika između trljanja za cijan su ispod 1 tako da se ne mogu primetiti. Vrednost razlike između trljanja za magentu su takođe ispod 1 i ne mogu se primetiti. Vrednost razlike za žutu su isto ispod 1 i ne mogu se primetiti. Vrednosti razlika između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su između 1 i 2 i može ih primetiti samo iskusno oko, dok je vrednost razlike trljanja između drugog i trećeg trljanja ispod 1 što znači da razlika nije uočljiva.

Tabela 5. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na poliesteru za flok foliju

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	0.01	2.36	3.21	0.38
2.-3. trljanje	1.84	5.22	1.70	2.02
3.-4. trljanje	2.34	2.96	1.29	0.51

U tabeli 6 je prikazana razlike boje ΔE za flekso foliju na poliesteru.

Tabela 6. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na poliesteru za flekso foliju

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	0.33	0.23	0.04	1.51
2.-3. trljanje	0.11	0.81	0.71	0.83
3.-4. trljanje	0.92	0.75	0.5	1.23

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 6. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja uglavnom male. Vrednosti razlika između trljanja za cijan između prvog i drugog trljanja kao i između drugog i trećeg su ispod 1 tako da se ne mogu primetiti, dok je vrednost razlike trljanja između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 2 što može primetiti i neuvežbano oko. Vrednost razlike između trljanja za magentu između prvog i drugog trljanja kao i između drugog i trećeg su ispod 1 tako da se ne mogu primetiti, dok je vrednost razlike trljanja između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 1 i može je primetiti samo uvežbano oko. Vrednost razlike za žutu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su ispod 1 i ne mogu se primetiti, dok je vrednost razlike trljanja između drugog i trećeg trljanja preko 5 i to je masivna razlika koja je izuzetno uočljiva. Vrednosti razlika između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja je ispod 1, tako da nije uočljiva. Vrednost razlike trljanja između drugog i trećeg trljanja je malo preko 1 što znači da se može uočiti samo iskusnim okom, dok je razlika između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 2 što znači da je uočljivo i neuvežbanom oku.

U tabeli 7 je prikazana razlike boje ΔE za Ink Jet štampu na viskozi.

Tabela 7. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na viskozi za Ink Jet štampu

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	0.57	0.64	0.36	0.33
2.-3. trljanje	0.23	0.06	5.26	1.25
3.-4. trljanje	2.17	1.11	0.69	2.16

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 7. zaključuje se da su vrednosti razlika između trljanja uglavnom male. Vrednosti razlika između trljanja za cijan između prvog i drugog trljanja kao i između drugog i trećeg su ispod 1 tako da se ne mogu primetiti, dok je vrednost razlike trljanja između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 2 što može primetiti i neuvežbano oko. Vrednost razlike između trljanja za magentu između prvog i drugog trljanja kao i između drugog i trećeg su ispod 1 tako da se ne mogu primetiti, dok je vrednost razlike trljanja između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 1 i može je primetiti samo uvežbano oko. Vrednost razlike za žutu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su ispod 1 i ne mogu se primetiti, dok je vrednost razlike trljanja između drugog i trećeg trljanja preko 5 i to je masivna razlika koja je izuzetno uočljiva. Vrednosti razlika između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja je ispod 1, tako da nije uočljiva. Vrednost razlike trljanja između drugog i trećeg trljanja je malo preko 1 što znači da se može uočiti samo iskusnim okom, dok je

razlika između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 2 što znači da je uočljivo i neuvežbanom oku.

U tabeli 8 je prikazana razlike boje ΔE za flok foliju na vizkozi.

Tabela 8. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na vizkozi za flok foliju

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	4.15	0.28	0.36	0.87
2.-3. trljanje	2.21	0.6	0.92	2.23
3.-4. trljanje	/	/	/	/

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 8. zaključuje se da je polovina vrednosti razlika između trljanja neuočljiva dok je druga polovina uočljiva. Vrednosti razlika između trljanja za cijan između prvog i drugog trljanja je malo preko 4 i to je krupna razlika koja je vrlo uočljiva, dok je vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja malo preko 2 i može je uočiti i neuvežbano oko. Vrednosti razlika između trljanja za magentu su ispod 1 i nisu uočljive. Vrednost razlike između trljanja za žutu su ispod 1 i nisu uočljive. Vrednosti razlika između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja je ispod 1, tako da nije uočljiva. Vrednost razlike trljanja između drugog i trećeg trljanja je malo preko 2 što znači da je može uočiti i neuvežbano oko. U tabeli 9 je prikazana razlike boje ΔE za flekso foliju na viskozi.

Tabela 9. Razlika ΔE^*ab između serija trljanja na viskozi za flekso foliju

Razlike ΔE^*ab	CIJAN	MAGENTA	ŽUTA	CRNA
1.-2. trljanje	0.10	1.25	0.52	0.34
2.-3. trljanje	0.16	0.9	2.14	4.48
3.-4. trljanje	2.06	1.31	0.12	0.22

Na osnovu rezultata predstavljenih u tabeli 9. zaključuje se da razlike uglavnom nisu uočljive. Vrednosti razlika između trljanja za cijan između prvog i drugog trljanja, kao i između drugog i trećeg trljanja su ispod 1 tako da nisu uočljive, dok je vrednost razlike između trećeg i četvrtog trljanja malo preko 2 i ta razlika je uočljiva i neuvežbanom oku. Vrednosti razlika između trljanja za magentu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su između 1 i 2 i može ih primetiti samo iskusno oko, dok je vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja ispod 1 i ta razlika nije uočljiva. Vrednost razlike između trljanja za žutu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su ispod 1 i ne mogu se primetiti, dok je vrednost razlike između drugog i trećeg malo preko 2 i ta razlika je uočljiva i neuvežbanom oku. Vrednosti razlika između trljanja za crnu između prvog i drugog trljanja, kao i između trećeg i četvrtog trljanja su ispod 1 tako da nisu uočljive, dok je vrednost razlike između drugog i trećeg trljanja preko 4 što je krupna razlika i uočljiva je golim okom.

4. ZAKLJUČAK

Nakon dobijenih rezultata dolazi se do sledećih podataka:

- Najmanja izmerena vrednost za cijan zabeležena je na otisku odštampanom tehnikom flok folije na poliesteru i to između prvog i drugog trljanja.
- Najmanja izmerena vrednost za magentu zabeležena je na otisku odštampanom Ink Jet tehnikom na poliesteru i to između drugog i trećeg trljanja.
- Najmanja izmerena vrednost za žutu boju zabeležena je na otisku odštampanom tehnikom flekso folije na poliesteru i to između prvog i drugog trljanja.
- Najmanja izmerena vrednost za crnu boju zabeležena je na otisku odštampanom tehnikom flekso folija na pamuku i to između drugog i trećeg trljanja.

Na osnovu dobijenih rezultata i upoređenih najmanjih vrednosti svih izmerenih otisaka zaključuje se da su sve najmanje vrednosti ΔE^*ab izmerene na polju magente na otisku dobijenom tehnikom Ink Jet štampe na poliesteru. To znači da je magenta, odštampana Ink Jet tehnikom, najpostojanija boja na sve tri upotrebljene tkanine, ali treba imati u vidu da je ovaj izložen manjem broju trljanja nego uzorci koji su odštampani tehnikom flok ili flekso folija.

Opšta preporuka bi bila da se pri štampi uzoraka koji imaju područja punih tonova, a izlagaju se često procesu trljanja, odabere tehnika sa korišćenjem flok ili flekso folija.

5. LITERATURA

- [1]<https://www.nyfashioncenterfabrics.com/pages/history-of-fabric-and-textiles> (pristupljeno u maju 2017. god.)
- [2]<https://www.fespa.com/fespa-membership/census.html> (pristupljeno u oktobru 2016. god.)
- [3] H. Ujiie, (2007) Digital Printing of Textiles
- [4] Pešterac Č. (2008) skripta za Reprodukcionu tehniku, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka

Podaci za kontakt:

MSc Darko Vukosavljev, vukosavljev86@gmail.com

Dr Nemanja Kašiković knemanja@uns.ac.rs

MSc Rastko Milošević, rastko.m@uns.ac.rs

ANALIZA REPRODUKCIJE LINIJSKIH ELEMENATA NA DIGITALNIM FLEXCEL NXH FLEKSO ŠTAMPARSKIM FORMAMA**ANALYSIS OF LINE ELEMENTS REPRODUCTION ON DIGITAL FLEXCEL NXH FLEXOGRAPHIC PRINTING PLATES**

Aleksandra Peković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu je izvršena analiza reprodukcije linijskih elemenata na digitalnim Flexel NXH flekso štamparskim formama. Pri tome, analiziran je uticaj linijature i debljine polimerne flekso štamparske forme, na reprodukciju površine, obima i širine linijskih elemenata. Analize su izvršene na osnovu mikroskopskih snimaka, dobijenih pomoću optoelektronskog mernog uređaja Vipflex 333, a potom su snimci obrađeni u ImageJ softveru.

Ključne reči: flekso štampa, flekso štamparske forme, reprodukcija linijskih elemenata

Abstract – In this paper we have analyzed the reproduction of line elements on the digital Flexel NXH flexo printing plates. We have investigated the impact of polymer flexo printing plate screen resolution and thickness on the reproduction of the surface, the volume and the width of the line elements. The analyzes were performed on the basis of microscopic images obtained with the optoelectronic measuring device Vipflex 333, and then the images were processed in the ImageJ software.

Key words: flexo printing, flexo printing plate, line elements reproduction

1. TEORIJSKE OSNOVE

Flekso tehnika štampe je danas vrlo zastupljena tehnika koja je pronašla svoju primenu prvenstveno u štampi ambalaže. Od svoje prvobitne namene za štampu na neravnim podlogama, flekso tehnika štampe je napredovala i omogućila realizaciju otiska na neverovatno broj različitih podloga, upojnih i neupojnih, i širok dijapazon boja što je rezultovalo da fleksibilnost i jednostavnost postanu jedne od glavnih prednosti ove konvencionalne tehnike štampe. Kada je reč o samim štamparskim formama, kao jednom od najvažnijih elemenata proizvodnog procesa, onda u zavisnosti od proizvoda koji se treba štampati, zavise i njihove dve važne karakteristike a to su tvrdoća i debljina. Na primer, u slučaju da podloga na koju se štampa ima neujednačenu talasastu ili izražajno hrapavu strukturu površine, poželjno je koristiti deblju štamparsku formu koja će biti dovoljno meka da omogući adekvatan prenos slike na podlogu, primenom malog pritiska, i tako onemogućiti deformacije površine materijala koji se štampa (npr. štampanje na talasastom kartonu).

Suprotno, ako se štampa fina rasterska struktura, onda je poželjno koristiti tanje i tvrde štamparske forme [1]. Digitalni proces izrade štamparskih formi zastupljen je takođe i u flekso tehnici štampe i u značajnoj meri je preuzeo primat nad konvencionalnim postupkom izrade, iako je za to trebao duži niz godina nego recimo u ofset tehnici štampe. Razlog tome je što ne postoji značajna ušteda u vremenu obrade koju digitalni postupak nudi. Takođe, materijal i ploče koje se koriste kod ove tehnike izrade su mnogo skuplji nego konvencionalni fotopolimerni materijali, čak i nekoliko desetina puta [2]. Ali kvalitet štampajućeg elementa koji se može dobiti digitalnim postupkom izrade flekso štamparske forme danas je na zavidnom nivou i predstavlja veliku prednost u odnosu na konvencionalni postupak.

Tokom procesa digitalnog oslikavanja ploče laser otklanja, procesom ablacije, crnu masku sa ploče na mestima štampajućih elemenata [3].

Osnovne prednosti digitalnog fleksografskog sistema su poboljšanje kvaliteta kao i bolja kontrola reprodukcije štampajućih elemenata. Uz upotrebu digitalnih ploča dobijaju se rasterske tačke koje, u toku osvetljavanja ploče, ne menjaju svoju veličinu i oblik, što znači da ne dolazi do smanjenja reljefa na ploči, povećanja ili spajanja rasterskih tačaka, naročito kod jako niskih i visokih tonskih vrednosti (TV), što je bila posledica distorzije svetlosti, koja se javlja prilikom osvetljavanja fotopolimerne ploče kroz negativ film. Ovim se omogućava upotreba veće linijature, reprodukcije oštrijih linija i manjih tačaka, a samim tim i mnogo širi spektar tonskih vrednosti, jači kontrast slike i reprodukciju tonskih vrednosti od 1-98 %, što je u slučaju konvencionalnih ploča bilo nezamislivo [4].

CtP tehnologija omogućila je veliku preciznost izrade flekso štamparske forme isto tako i mogućnost primene različitih vrsta rastriranja kao što su AM - klasičan raster, hibridnog ili FM rastera. U poređenju sa kvalitetom izrade štamparske forme i širokim mogućnostima u pogledu kvaliteta kranjeg otiska, troškovi investiranja u nove tehnološke CtP sisteme su svakako opravdani s obzirom da se obezbeđuje ponovljivost, visoka preciznost izrade, štampa poslova visoke linijature čak i do 70 l/cm [4].

Izrada digitalne (CtP) flekso štamparske forme koja se razvija konvencionalnim postupkom, odnosno u prisustvu organskog razvijaa odvija se po sledećim fazama [5]:

- predosvetljavanje,
- lasersko oslikavanje,
- glavno osvetljavanje,
- razvijanje (najčešće u organskom razvijaa),

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sandra Dedijer, docent.

- sušenje i
- naknadno osvetljavanje (UVA i UVC).

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. Metode i materijali

Za potrebe eksperimenta izabrane su štamparske forme Flexcel NXH, tri različite debljine (1.14 mm, 1.7 mm i 2.54 mm), u daljem radu, respektivno, označene sa *A*, *B* i *C*, izrađene u pet različitih linijatura rastera (75 lpi, 90 lpi, 110 lpi, 155 lpi i 180 lpi). Kao štampajući elementi na formama izrađeni su linijski elementi inicijalne širine 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm i 0.5 mm, označene sa I, II, III, IV, i V, respektivno. Po izradi štamparskih formi, analiziran je uticaj linijature i debljine polimerne flekso štamparske forme, na reprodukciju površine, obima i širine linijskih elemenata.

Kodak Flexcel NXH je tip fotopolimernih ploča koji po procesu izrade spada u digitalno - konvencionalni proces. Čitav proces izrade ovih ploča se odvija u pet jednostavnih koraka:

- Najpre se oslikava termalni sloj u uređaju za oslikavanje Kodak Trendsetter NX,
- zatim se oslikani sloj laminira zajedno sa Flexcel NX pločom,
- zatim se vrši osvetljavanje prednje i zadnje strane oslikanog sloja i ploče,
- ploča se odvaja od sloja za oslikavanje i
- vrši se standardan proces tretiranja sredstvom za ispiranje.

Vreme predosvetljavanja i glavnog osvetljavanja je definisano prema preporukama proizvođača, s ciljem postizanja adekvatne visine osnove i pune debljine štamparske forme. Za štamparsku formu Kodak Flexcel NXH debljine 1.14 mm korišteno vreme osvetljavanja poledine ploče je 31 sekund, a glavnog osvetljavanja 18 minuta. Za štamparsku formu Kodak Flexcel NXH debljine 1.7 mm korišteno vreme osvetljavanja poledine ploče je 15 sekundi, a glavnog osvetljavanja 16 minuta. Za štamparsku formu Kodak Flexcel NXH debljine 2.54 mm korišteno vreme osvetljavanja poledine ploče je 75 sekundi, a glavnog osvetljavanja 20 minuta.

Karakteristično za ovaj sistem jeste rešenje problema neujednačene gornje ravne strukture koju formira niz tačaka. Ove ploče su kompaktilne sa bojama na bazi vode, rastvarača, UV sušivim i katjonskim bojama [6].

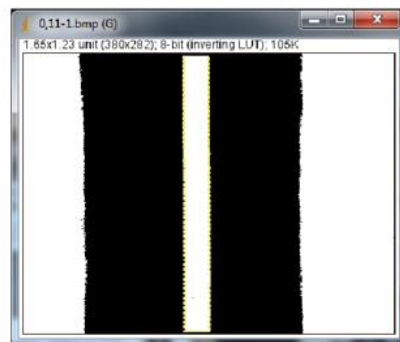
Analize štampajućih linijskih elemenata u pozitivu izvršene su na osnovu mikroskopskih snimaka, dobijenih pomoću optoelektronskog mernog uređaja Vipflex 333. Namena Vipflex 333 uređaja jeste prvenstveno za instrumentalno definisanje područja tačke transparentnih štamparskih formi za visoku štampu. Softverska podrška koja odgovara ovom uređaju je softver Perfect Eye. Uz pomoć CCD kamere i softverske video funkcije, moguće je generisanje mikroskopske slike posmatranog polja.

Za svaku liniju su se napravila 4 snimka. Dobijeni snimci su obrađeni u ImageJ softveru. U svrhu ovog eksperimenta, softver je korišćen kako bi se izmerila površina, obim i širina linijskih elemenata.

Prvi korak jeste pretvaranje učitane slike, snimljene pomoću uređaja Vipflex 333, u binarnu sliku zasnovanu na sistemu nula i jedinica. Na taj način se vrši segmentacija

bitnih delova slike od onih manje bitnih za dalju analizu. Za algoritam segmentacije izabran je Otsu koji se pokazao kao najbolje rešenje pri obradi linijskih elemenata i funkcijom Measure automatski se izvršava merenje površine od interesa (bela linija) na slici, što zapravo daje potrebne podatke (površinu, obim ...) za dalju analizu. Primer se nalazi na slici 1.

U radu kasnije analizirane vrednosti predstavljaju srednju vrednosti dobijene sa četiri snimka.



Slika 1. Prikaz uvećanog snimka linijskog elementa nakon primenjenog algoritma segmentacije

Vrednosti za indeks površine i indeks obima su se računale po jednačini (1) i (2)

$$ID_p = P_i / P_d \quad (1)$$

Gde je P_i izmerena površina a P_d digitalno, inicijalno definisana površina linije.

$$ID_o = O_i / O_d \quad (2)$$

Gde je O_i izmereni obim a O_d digitalno, inicijalno definisani obim linije.

Dobijene vrednosti za indeks površine i obima treba da su što približnije vrednosti 1, jer su onda elementi što vernije reprodukovani.

Analiza širine reprodukovane linije vršena je na osnovu dobijenih snimaka, pomoću alatke Wand Tool označena je površina od interesa, za svaku inicijalnu širinu linije po 4 puta. Izračunate srednje vrednosti su korištene za dalju analizu i diskusiju.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Analiza reprodukcije površine linijskih elemenata

Rezultati indeksa površine dobijeni analizom površine linijskih elemenata predstavljeni su grafičkim prikazom na slici 2.

U slučaju forme *A*, dobijene su veće vrednosti indeksa površine primenom linijatura 75 lpi i 90 lpi u odnosu na linijature 110 lpi, 155 lpi i 180 lpi, neovisno od inicijalno definisane površine linije (izuzev linijature 110 lpi za liniju IV). Za linije I i II vrednosti indeksa površine su veće od 1, što rezultuje uvećanjem samog elementa na štamparskoj formi (izuzev linije III za linijaturu 75 lpi i 90 lpi čije su vrednosti indeksa površine približne jedinici). Osim za liniju III i linijature 75 lpi i 90 lpi i linije IV za linijaturu 75 lpi, vrednosti indeksa površine za linije III, IV, V i VI su manje od 1, što rezultuje umanjenjem samog elementa od originalno zadate vrednosti.

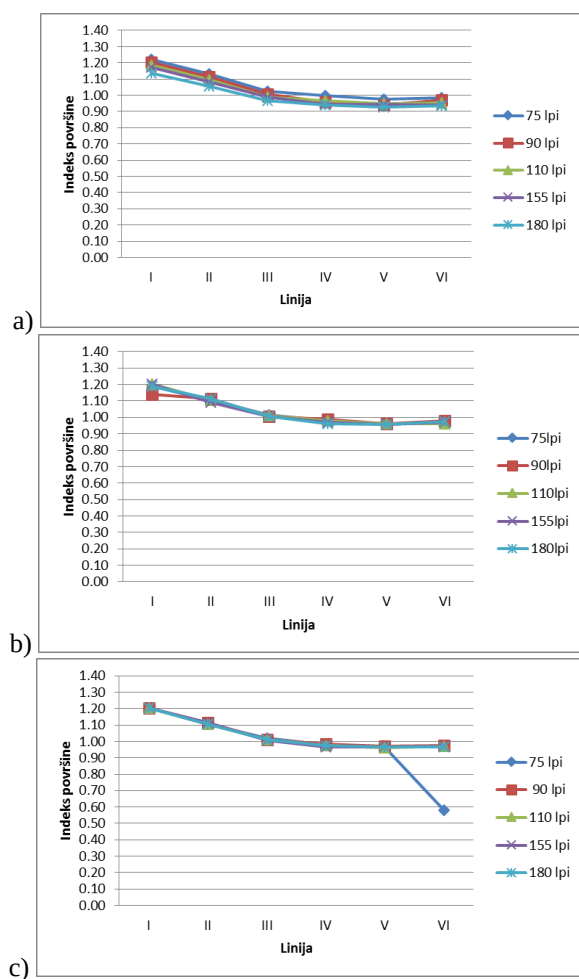
U slučaju forme *B* za linije I, II i III imaju vrednosti indeksa površine veće od 1, dok za linije IV, V i VI indeks površine ima vrednosti ispod 1, čime se zaključuje da dolazi do uvećanja, za linije inicijalno manje širine, i

umanjenja, za linije inicijalno veće širine, samog elementa od originalno zadate vrednosti. Posmatrajući grafički prikaz (slika 2b) može se uočiti da najmanje odstupanja u promeni površine u odnosu na izvorno definisane vrednosti postoji za liniju III, neovisno od definisane linijature rastera.

Kao i u slučaju forme B, i u slučaju forme C za linije I, II i III imaju indeks površine veće od 1, dok vrednosti za linije IV, V i VI su ispod 1, čime se zaključuje da dolazi do uvećanja površine za linije inicijalno manje širine, i umanjenja, za linije veće širine, samog elementa od originalno zadate vrednosti.

Na osnovu grafičkog prikaza datog na slici 2c) grafičkom prikazu uočava se da najpribližniju vrednost indeksa površine jedinici, odnosno najmanja odstupanja, neovisno od linijature, ima linija III.

Na osnovu datih grafičkih prikaza na slici 2, može se primetiti da linijatura rastera ne igra značajnu ulogu u reprodukciji linije u pogledu promene u njenoj površini, za sve ispitivane štamparske forme.



Slika 2. Grafički prikaz vrednosti indeksa površine reprodukovanih linijskih elemenata za forme: a) A, b) B i c) C

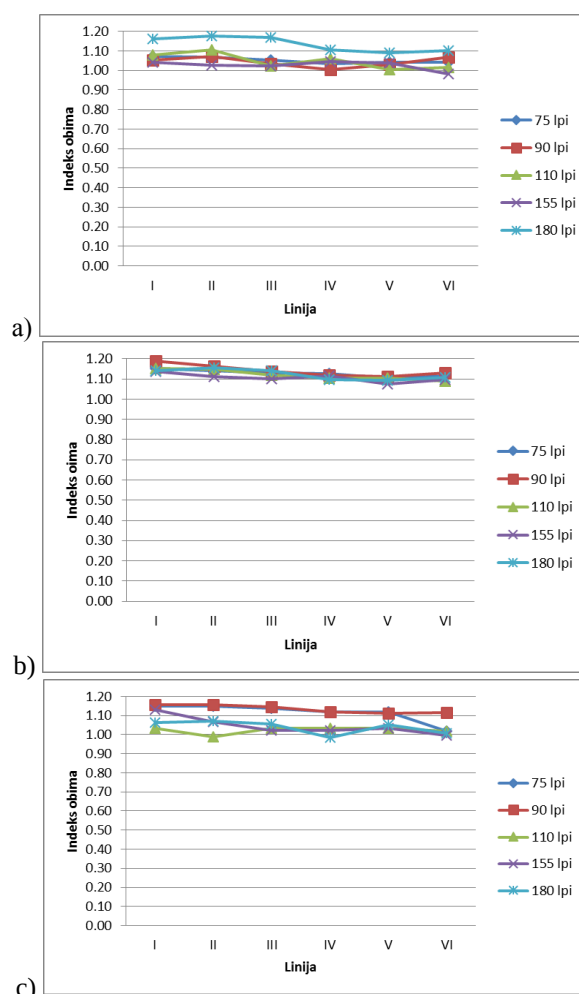
3.2. Analiza reprodukcije obima linijskih elemenata

Kako se sa grafika prikazanih na slici 3 može videti, neovisno od debljine štamparske forme, primenjene linijature i linije, vrednosti indeksa obima su veće od 1 (izuzev u slučaju forme A za liniju VI i linijaturu od 155 lpi, i forme C za liniju II linijature od 110 lpi i liniju IV linijature od 180 lpi). Ovim se zaključuje da je obim linijskih elemenata uvećan, reprodukovani element je veći u odnosu na originalno zadate vrednosti.

U slučaju štamparske forme A najveće odstupanje je pri linijaturi od 180 lpi, što se najbolje uočava na grafičkom prikazu (slika 3a). Najmanje odstupanje je za definisanu linijaturu rastera od 155 lpi. Vrednost indeksa obima 1 ima samo linija IV za linijaturu od 90 lpi.

U slučaju forme B, najveća odstupanja uočena su u slučaju linijature od 90 lpi, dok su najmanja odstupanja (iako sve vrednosti prelaze preko 1) u slučaju primenjene linijature od 155 lpi (slika 3b). U slučaju forme C, odstupanja u obimu linijskih elemenata u odnosu na inicijalno zadate vrednosti, u poređenju sa formom A su veća.

Na osnovu grafičkog prikaza datog na slici 3c) zaključuje se da najveća odstupanja u slučaju forme c su dobijena pri primeni nižih linijatura rastera i to 75 lpi i 90 lpi, dok su vrednosti najpribližnije indeksu obima 1 dobijene primenom linijature od 110 lpi. Na osnovu datih grafičkih prikaza na slici 3, može se primetiti da linijatura rastera igra značajniju ulogu u reprodukciji linije u pogledu promene u njenom obimu, za sve ispitivane štamparske forme.



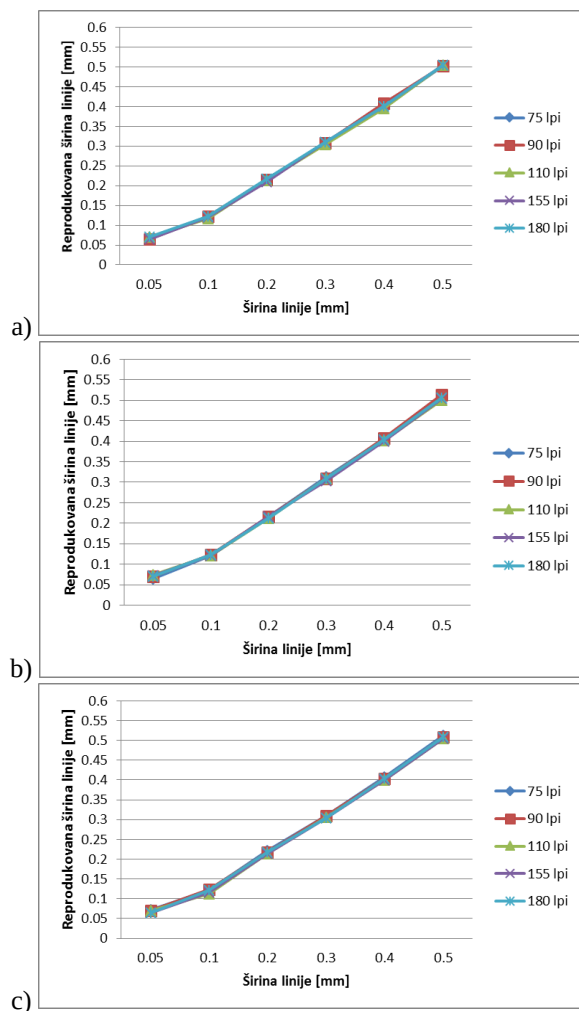
Slika 3. Grafički prikaz vrednosti indeksa obima reprodukovanih linijskih elemenata za forme: a) A, b) B i c) C

3.3. Analiza reprodukcije širine linijskih elemenata

Analizom širine linijskih elemenata se uočava odstupanje širine reprodukovanog linijskog elementa od originalno zadate vrednosti.

Vrednosti reprodukovane širine linijskih elemenata su inicijalno manje od originalno zadate vrednosti za inicijalno uže linijske elemente na svim štamparskim formama, neovisno od linijature, dok za inicijalno veće

širine linija vrednost je jednaka zadatoj ili minimalno veća od nje. Najbolje reprodukovane linije u pogledu širine su za linije inicijalnih vrednosti širine od 0.4 mm i 0.5 mm. Na osnovu datih grafičkih prikaza na slici 4, može se primetiti da linijatura rastera ne igra značajnu ulogu u reprodukciji linije u pogledu promene u njenoj širini, neovisno od debljine štamparske forme kao i od same inicijalno zadate širine linije.



Slika 4. Grafički prikaz vrednosti reprodukovane širine linijskih elemenata za forme: a) A, b) B i c) C

4. ZAKLJUČAK

Ovim radom bila je obuhvaćena analiza reprodukcije linijskih elemenata na flekso štamparskim formama, dobijenih digitalno-konvencionalnim postupkom, u zavisnosti od promene linijature rastera i debljine ploče. Primarni cilj rada je bio praćenje i definisanje promena štampajućih elemenata u zavisnosti od promena nastalih kao posledica upotrebe štamparskih formi različitih linijatura i debljina. Date promene se manifestuju u promeni njihove veličine, mogućnosti reprodukcije, u zavisnosti od inicijalno definisanih dimenzija.

Prvi deo merenja obuhvatio je analizu reprodukcije površine linijskih elemenata na štamparskim formama pet različitih linijatura i tri različite debljine. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da na rezultate ne

utiče debljina forme, niti linijatura, već inicijalna širina linije. Povećanjem inicijalne širine linije, smanjuju se odstupanja u površini reprodukovanog elementa u odnosu na originalno zadat.

Na osnovu dobijenih rezultata analizom obima linijskih elemenata, zaključuje se da je analiza površine linijskih elemenata stabilnija u odnosu na analizu obima linije. Rezultati za analizu obima linijskih elemenata su veći od originalno zadate vrednosti, pa samim tim može se zaključiti da će reprodukovani element biti većeg obima u odnosu na originalno zadat. Uprkos rezultatima (indeks obima veći od 1), kao u slučaju analize linijskih elemenata i ovde inicijalnim povećanjem širine linije smanjuje se uvećanje obima i obrnuto. Pokazano je da na obim linijskog elementa u manjoj meri utiče odabrana linijatura rastera.

U slučaju analize širine linijskih elemenata, linije sa manjim inicijalnim vrednostima širine imaju veća odstupanja, odnosno manje vrednosti od originalno zadatih, neovisno od linijature, što dovodi do manje preciznosti reprodukcije štampajućih elemenata. Kako inicijalna širina reprodukovane linije raste, to je veća tačnost reprodukcije.

5. LITERATURA

- [1] P. Crouch, „*Flexography primer*”, Sewickley, GATF Press, 2003.
- [2] J. Hershey „*Advantage Digital? The future for flexo may be digital, but the present still belongs to analog platemaking. Packageprinting*” [Online] Dostupno na: <http://www.packageprinting.com/article/the-future-flexo-may-digital-but-present-still-belongs-analog-platemaking-25556/1>, 2006.
- [3] Foundation of Flexographic Technical Association, „*Flexography: principles and practices*” 5th ed. th Vol. 1. Ronkonkoma, NY: Foundation of Flexographic Technical Association, Inc, 1991.
- [4] S. Dedijer, „*Razvoj modela procesne analize parametara izrade flekso štamparske forme*”, doktorska disertacija. doktorski rad, Univerzitet u Novom Sadu, fakultet tehničkih nauka, 2012.
- [5] T. Tomašegović, S. Mahović Poljaček, T. Cigula, „*Impact of Screen Ruling on the Formation of the Printing Elements on the Flexographic Printing Plate*” [Online] Dostupno na: <http://www.actagraphica.hr/index.php/actagraphica/article/view/120>, 2013.
- [6] Kodak „*KODAK Flexcel NX System*” [Online] Dostupno na: http://graphics.kodak.com/Products/Flexographic/Flexcel_NX/Technology/default.htm, 2016.

Podaci za kontakt:

Aleksandra Peković, E-mail: aleksandra.pekovic@gmail.com
Dr Sandra Dedijer, E-mail: dedijer@uns.ac.rs

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2016. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Dušan Dobromirov	Milan Simeunović	Rastislav Šostakov
Aleksandar	Dušan Gvozdenac	Milan Trifković	Slavica Mitrović
Erdeljan	Dušan Kovačević	Milan Trivunić	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Dušan Uzelac	Milan Vidaković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Duško Bekut	Milena Krklješ	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đorđe Ćosić	Milica Kostreš	Slobodan Morača
Bogdan	Đorđe Lađinović	Milica Miličić	Sonja Ristić
Kuzmanović	Đorđe Obradović	Milinko Vasić	Srđan Kolaković
Bojan Batinić	Đorđe Vukelić	Miloš Slankamenac	Srđan Popov
Bojan Lalić	Đura Oros	Milovan Lazarević	Srđan Vukmirović
Bojan Tepavčević	Đurđica Stojanović	Miodrag	Staniša Dautović
Bojana Beronja	Filip Kulić	Hadžistević	Stevan Milisavljević
Branislav Atlagić	Goran Sladić	Miodrag Zuković	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Goran Švenda	Mirjana	Strahil Gušavac
Branislav Veselinov	Gordana	Damnjanović	Svetlana Nikoličić
Branislava Kostić	Milosavljević	Mirjana Malešev	Tanja Kočetov
Branislava	Gordana Ostojić	Mirjana Radeka	Tatjana Lončar
Novaković	Igor Budak	Mirko Borisov	Turukalo
Branka Nakomčić	Igor Dejanović	Miro Govedarica	Todor Bačkalić
Branko	Igor Karlović	Miroslav	Toša Ninkov
Milosavljević	Ivan Beker	Hajduković	Uroš Nedeljković
Branko Škorić	Ivana Katić	Miroslav Plančak	Valentina Basarić
Cvijan Krsmanović	Ivana Kovačić	Miroslav Popović	Velimir Čongradec
Damir Đaković	Jasmina Dražić	Mitar Jcanović	Velimir Todić
Danijela Lalić	Jelena Atanacković	Mladen Kovačević	Veljko Malbaša
Darko Čapko	Jeličić	Mladen Radišić	Veran Vasić
Darko Marčetić	Jelena Borocki	Momčilo Kujačić	Veselin Avdalović
Darko Reba	Jelena Kiurski	Nađa Kurtović	Veselin Perović
Dejan Ubavin	Jelena Radonić	Nebojša Pjevalica	Vladimir Katić
Dragan Ivanović	Jovan Petrović	Neda Pekarić Nađ	Vladimir
Dragan Ivetić	Jovan Vladić	Nemanja	Radenković
Dragan Jovanović	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vladimir Strezoski
Dragan Kukolj	Karl Mičkei	Nenad Katić	Vladimir Škiljajica
Dragan Mrkšić	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vlado Delić
Dragan Pejić	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Vlastimir
Dragan Šešlija	Laslo Nađ	Nikola	Radonjanin
Dragana Bajić	Leposava Grubić	Jorgovanović	Vuk Bogdanović
Dragana	Nešić	Nikola Radaković	Zdravko Tešić
Konstantinović	Livija Cvetičanin	Ninoslav Zuber	Zoran Anišić
Dragana Šarac	Ljiljana Vukajlov	Ognjen Lužanin	Zoran Brujic
Dragana Štrbac	Ljiljana Cvetković	Pavel Kovač	Zoran Jeličić
Dragi Radomirović	Ljubica Duđak	Peđa Atanasković	Zoran Mijatović
Dragiša Vilotić	Maja Turk Sekulić	Petar Malešev	Zoran Milojević
Dragoljub	Maša Bukurov	Predrag Šiđanin	Zoran Mitrović
Novaković	Matija Stipić	Radivoje Dinulović	Zoran Papić
Dragoljub Šević	Milan Rackov	Rado Maksimović	Željen Trpovski
Dubravka Bojanić	Milan Rapajić	Radovan Štulić	Željko Jakšić