



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVIII

Број: 3/2013

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVIII Свеска: 3

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

Др Владимир Катић, уредник
Др Жељен Трповски, технички
уредник
Др Зора Коњовић

Др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Мирјана Марић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

СР-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

ЗБОРНИК радова Факултета техничких наука / главни и одговорни уредник
Илија Ћосић. – 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 трећа 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 01.03.2013. до 14.04.2013. год., а који се промовишу 18.05.2013. год.

То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер 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 3, објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја.

У свесци са редним бројем 4. објављени су радови из области:

- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике и
- геодезије и геоматике.

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. Slobodan Čota, Marin Gostimirović, ISTRAŽIVANJE GEOMETRIJE REZA PROCESA OBRADE PLAZMOM	311
2. Branislav Vasilić, PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE IZRADE TIPSKE OSNOVE DEČJE IGRAČKE PRIMENOM SAVREMENIH METODA	315
3. Darko Lugumerski, MERENJE POTROŠNJE TOPLOTNE ENERGIJE I ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA	319
4. Igor Karanović, GORIVE ČELIJE: PRINCIP RADA I ENERGETSKI BILANS	323
5. Dragan Rupar, DIZAJNIRANJE CEVNOG DAVAČA GORIVA SA ŽIČANIM POTENCIOMETROM	327
6. Bojan Bandić, Sebastian Baloš, PMMA NANOKOMPOZIT OJAČAN ČESTICAMA SiO ₂	331
7. Goran Štrbac, Branko Štrbac, Miodrag Hadžistević, ISPITIVANJE TOLERANCIJE RAVNOSTI OBRAĐENE POVRŠINE NA KOORDINATNOJ MERNOJ MAŠINI (KMM)	335
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Novak Pantelić, UPOTREBA MICROSOFT WCF MEĐUPROCESNE KOMUNIKACIJE I MERENJE PERFORMANSI	339
2. Dalibor Ćulibrk, OSNOVNE OSOBINE OFDM MODULACIJE	343
3. Damir Mihajlović, NUMERIČKO REŠAVANJE DVE KLASSE FRAKCIONIH DIFERENCIJALNIH JEDNAČINA	347
4. Dragan Bulatović, ANALIZA RADA SABIRAČA PROJEKTOVANIH KORIŠĆENJEM KOMPLEMENTARNE I PROLAZNE LOGIKE	351
5. Nikola Laković, Vladimir Katić, IMPLEMENTACIJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ZAŠTIĆENIM GRADSKIM JEZGRIMA	355
6. Nemanja Tančik, Željko Trpovski, DVB-T2	359
7. Marko Nikolin, PRIMENA PROGRAMABILNIH LOGIČKIH KONTROLERA ZA MERENJE PRITISKA	363
8. Vladan Stanojković, UKOVALAC SESIJAMA	367

9.	Jelena Sedlar, RAČUNARSKO PRAĆENJE PROCESA VIŠEFAZNE OBUKE	371
10.	Mira Pajić, Željko Trpovski, PREGLED I ANALIZA ZASTUPLJENOSTI TEHNOLOGIJA ŠIROKOPOJASNOG INTERNETA U BiH	375
11.	Albert Menrat, UREĐAJ ZA BEŽIČNU ZAŠTITU KOMUNALNIH DOBARA	379
12.	Бојан Гаврић, Владимир Катић, ПРИКЉУЧЕЊЕ ВЕТРОЕЛЕКТРАНА НА МРЕЖУ	383
13.	Dragan Jovanovski, PRILAGOĐENJE MODELA MODULARNOG EEG UREĐAJA U SVRHU MERENJA EVOCIRANIH POTENCIJALA	387
14.	Duška Sarić, FRAMELESS SLOTTED ALOHA PROTOKOL ZA BEŽIČNE MREŽE	391
15.	Branko Plavšić, MODIFIKOVANI VIŠEFAZNI ALGORITAM ZA PODELU GRAFOVA	395
16.	Dušan Lukač, DISTRIBUIRANI SISTEM ZA PODELU I VIZUELIZACIJU MODELA DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE	399
17.	Владимир Вајда, ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА XBRL ФОРМУЛА 1.0 СТАНДАРДА	403
18.	Vladan Kuzmanović, OPTIMALNI START-UP SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA UZ POMOĆ SIMULACIONOG ALATA ENERGYPLUS	407
19.	Uroš Perić, UPOTREBA SMART BUS PROTOKOLA U AUTOMATIZACIJI PAMETNIH ZGRADA	411
20.	Bojan Delić, SOFTVER ZA AUTOMATIZOVANO TESTIRANJE FUNKCIONALNOSTI GRAFIČKOG KORISNIČKOG INTERFEJSA	415
21.	Mirko Ležajić, Veran Vasić, Đura Oros, METOD ODABIRA REGULACIONIH PARAMETARA INDUSTRIJSKIH POZICIONIH KONTROLERA	419

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Ana Pekarić, Jasmina Dražić, IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE I PLANIRANJE DINAMIKE IZGRADNJE STAMBENO- POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU	423
2.	Todor Knežević, Đorđe Lađinović, PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENO – POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU	427
3.	Marko Mandić, VREMENSKA ANALIZA TRI VARIJANTE IZGRADNJE KONSTRUKCIJE OBJEKTA Po+Pr+3	431
4.	Branislav Janjušević , PROJEKAT ARMIRANO BETONSKE VIŠESPRATNE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE	435
5.	Nemanja Košević, IZRADA PREDNAPREGNUTIH PODNIH PLOČA	439
6.	Branka Kovač, Jasmina Dražić, IZBOR OPTIMALNOG TIPA FASADNE STOLARIJE STAMBENOG OBJEKTA U NOVOM SADU NA BAZI ANALIZE TROŠKOVA	443
7.	Драгана Килибарда, ПРОЦЕНА СТАЊА, ДОГРАДЊА И САНАЦИЈА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ У ВРБАСУ	447

8.	Danijela Kokošar, PROJEKAT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA SA POSEBNIM OSVRTOM NA ANALIZU DUKTIILNOSTI KONSTRUKCIJE PREMA EVROKODU 8	451
9.	Radomir Kosojević, UPRAVLJANJE INVESTICIONIM PROJEKTIMA IZGRADNJE – ORGANIZACIJA KANCELARIJE ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA (PMO)	455
10.	Dragana Ćuk, PROJEKAT OJAČANJA AB KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE NAKON FUNKCIONALNE REORGANIZACIJE PROSTORA	459
11.	Zoran Mastalović, KANALISANJE NASELJA ERDEVİK	463
12.	Boris Kovač, PROJEKAT KONSTRUKCIJE PRODAJNOG CENTRA P+1 U NOVOM SADU SA ANALIZOM PEČURKASTIH PLOČA PREMA BAB 87 I EVROKODU	467
13.	Miroslav Stojanović, IZVORIŠTE PITKE VODE	471
14.	Mirjana Dakić, Nebojša Radović, PLANERSKE OSNOVE I PROJEKTI ELEMENTI LOKALNE GRADSKO PUTNE MREŽE – PRIMER REKONSTRUKCIJE LOKALNE ULICE U NOVOM SADU	475
15.	Немања Мрвић, Небојша Радовић, РАЧУНАРСКИ ПОДРЖАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ САОБРАЋАЈНИЦА – ПРИМЕР ПРИМЕНЕ СОФТВЕРА GCMx64 У ИЗРАДИ ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА ПУТА	479

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1.	Bojana Berbakov, Momčilo Kujačić, PRAVCI RAZVOJA POŠTE CARINJENJA	483
2.	Илија Божић, УПОТРЕБА ТЕХНОЛОГИЈЕ У КОНТРОЛИ ПРЕКОРАЧЕЊА БРЗИНЕ И ПРОЛАСКА НА ЦРВЕНО	487
3.	Радомир Мићевић, АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА ПАРКИРАЊА НА ПЛАТОУ КОД ЖЕЉЕЗНИЧКЕ СТАНИЦЕ НОВИ САД И МОГУЋНОСТ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ “P+R” ТЕРМИНАЛА	491
4.	Ognjen Kerkez, Momčilo Kujačić, TRANSPORT POŠTANSKIH POŠILJAKA U OKVIRU PRVOG TRANSPORTNOG NIVOА NA PODRUČJU POŠTANSKOG CENTRA “ZRENJANIN”	495
5.	Kristina Jovanović, Momčilo Kujačić, PRIMENA GIS-A ZA PRUŽANJE INFORMACIJA KORISNICIMA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU	498
6.	Ina Pejčev, Valentina Basarić, OSNOVNE KARAKTERISTIKE PUTOVANJA STUDENATA U NOVOM SADU	502
7.	Srđan Mijatović, STRATEGIJA RAZVOJA ŠIROKOPOJASNIH TELEKOMUNIKACIJA	506

ISTRAŽIVANJE GEOMETRIJE REZA PROCESA OBRADE PLAZMOM

INVESTIGATION OF THE CUTTING GEOMETRY IN PLASMA ARC MACHINING

Slobodan Čota, Marin Gostimirović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je dat kratak opis procesa tehnologije obrade plazmom. Zatim su prikazani uslovi izvedenog eksperimenta. Nakon toga su prikazani dobijeni rezultati geometrijskih karakteristika, uz prikaz rezultata preko tabela, grafika i slika. Na kraju je data kratka analiza dobijenih rezultata rađenog eksperimenta.

Abstract – The paper gives a brief description of the process technologies for plasma arc machining. Then he gives an overview on conditions of experiment. After that it shows results some geometrical characteristics with their presentation of the results tables, graphs and pictures. At the end of a given brief analysis of the results obtained experiment.

Ključne reči: Obrada plazmom, parametri obrade, tehnološke karakteristike procesa.

1. UVOD

Plazma predstavlja svaku materiju zagrejanu na vrlo visoku temperaturu, a pri tom se nalazi u jonizovanom gasnom stanju [1]. Jonizacija predstavlja proces u kojem se elektroni odvajaju od atoma, nakon čega atom postaje pozitivan jon. Atomi i molekuli koji imaju višak elektrona su negativni joni. Plazmu često nazivaju i četvrtim agregatnim stanjem iz razloga što se ne ponaša po zakonima normalnih gasova.

Kod materija u gasovitom agregatnom stanju plazma se može dobiti njegovom direktnom jonizacijom u atmosferi, i naziva se gasna plazma. Kod čvrstih materijala sledi prvo njen prelazak preko tečnog u gasovito stanje, pa tek onda proces jonizacije u vakuumu i naziva se jonska plazma [2].

Obrada plazmom se uglavnom koristila kod delova koji ne zahtevaju naročito visoku tačnost i kvalitet obrade. Osnovni uzrok su visoke i neujednačene temperature struje plazme u širokoj zoni obrade. Novim metodama su se poboljšali tehnološki parametri procesa, a samim tim se višestruko povećao kvalitet obrađene površine [3,4].

Eksperimentalna ispitivanja su vršena na mašini za precizno sečenje plazmom. Ova metoda je uvedena u primenu početkom XXI veka u firmi "Kjellberg" i predstavlja obradu sa kvalitetom rezne površine slične obradi laserom (klasa hrapavosti N7÷N9).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marin Gostimirović, red. prof.

2. USLOVI EKSPERIMENTA

2.1 Postrojenje za rezanje plazmom

Mašina na kojoj je vršeno plazma sečenje je stacionarno CNC postrojenje "Omnicut 4000" instalirano u brodogradilištu "Brodogradnja" u Bačkom Monoštoru. Sastoji se iz sledećih modula:

- radni sto
- mobilna struktura mašine
- upravljačka jedinica
- plazma agregat sa pratećim elementima
- jedinica za odvođenje štetnih gasova.

2.2 Karakteristike uzorka

Uzorak korišćen za ispitivanje je lim debljine 10 mm. Materijal uzorka je ugljenični konstruktivni čelik Č.0361. Mehaničke karakteristike su prikazane u tabeli 1. Koristi se za odgovorne zavarene konstrukcije kod kojih ne postoji opasnost od krtog loma.

Tabela 1. Mehaničke karakteristike Č.0361

Reh (Mpa)	Rm (Mpa)	Reh/Rm	A (%)
258	438	0,58	31

2.3 Režimi obrade

Pri eksperimentalnim istraživanjima analizirani su sledeći režimi obrade:

Promena vrednosti pritiska i brzine rezanja. Brzina rezanja se kretala u opsegu od $V=1000\div 2210$ mm/min, a pritisak od $P=5,4\div 7,2$ bar. Konstantne veličine su jačina električne struje $I=80$ A, udaljenost mlaznice od površine obratka $K=2$ mm i vreme probijanja 0,3 s. Režimi rezanja su prikazani u tabelama 2 do 4.

Tabela 2. Pritisak je konstantan $P=5,4$ bar

P (bar)	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
V (mm/min)	1000	1310	1600	1900	2210

Tabela 3. Pritisak je konstantan $P=6,2$ bar

P (bar)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
V (mm/min)	1000	1310	1600	1900	2210

Tabela 4. Pritisak je konstantan $P=7,2$ bar

P (bar)	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
V (mm/min)	1000	1310	1600	1900	2210

Promena vrednosti napona luka u rasponu od $U=123\div 131$ V, pri konstantnoj vrednosti jačine električne struje $I=80$ A.

Pritisak je u rasponu od $P=5,4\div 7,2$ bar. Konstantne veličine su brzina rezanja $V=1600$ mm/min, udaljenost mlaznice od površine obratka $K=2$ mm i vreme probijanja 0,3 s.

U tabelama 5 do 7 su prikazani režimi rezanja.

Tabela 5. Pritisak je konstantan $P=5,4$ bar

P (bar)	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
U (V)	123	125	127	129	131

Tabela 6. Pritisak je konstantan $P=6,2$ bar

P (bar)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
U (V)	123	125	127	129	131

Tabela 7. Pritisak je konstantan $P=7,2$ bar

P (bar)	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
U (V)	123	125	127	129	131

Promena udaljenosti mlaznice od površine obratka se kretala u rasponu od $K=1\div 3$ mm, za dve različite brzine rezanja $V=1310$ i 1600 mm/min.

Konstantne veličine su jačina električne struje $I=80$ A, napon luka $U=127$ V, pritisak $P=7,2$ bar i vreme probijanja 0,3 s. U tabelama 8,9 su prikazani režimi rezanja.

Tabela 8. Brzina rezanja je konstantna $V=1310$ mm/min

V (mm/min)	1310	1310	1310	1310	1310
K (mm)	1	1,5	2	2,5	3

Tabela 9. Brzina rezanja je konstantna $V=1600$ mm/min

V (mm/min)	1600	1600	1600	1600	1600
K (mm)	1	1,5	2	2,5	3

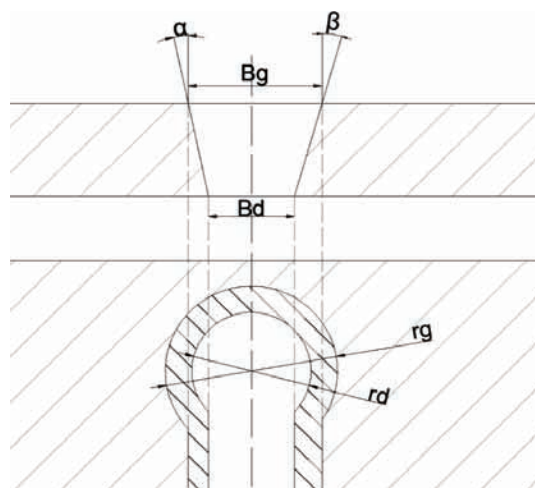
3. OPIS EKSPERIMENTALNIH ISTRAŽIVANJA

U eksperimentu se vršilo merenje geometrijskih parametara reza, slika 1:

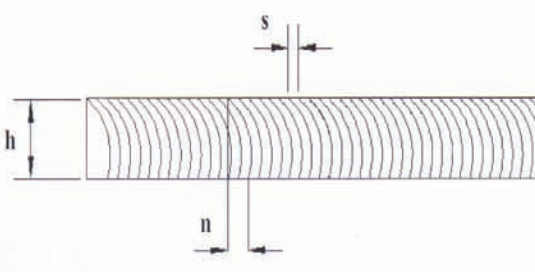
- Bg- širina gornje strane reza
- Bd- širina donje strane reza
- Rg- prečnik probijanja ulaznog otvora
- Rd- prečnik probijanja izlaznog otvora
- α - ugao zakošenja leve strane reza
- β - ugao zakošenja desne strane reza.

Sa stanovišta mikrogeometrije obrađene površine vršilo se merenje profila reza, slika 2:

- s- pomak
- n- kašnjenje mlaza.



Slika 1. Šematski prikaz geometrijskih parametara reza

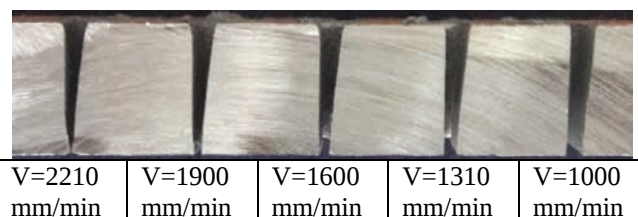


Slika 2. Šematski prikaz profila reza

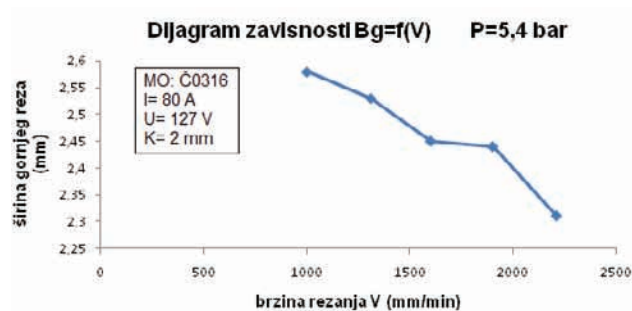
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Geometrijski parametri reza

Prilikom ovog ispitivanja vrši se promena brzine rezanja, slika 3. Na slici 4. se uočava da povećanje brzine rezanja utiče na smanjenje gornje širine reza Bd.

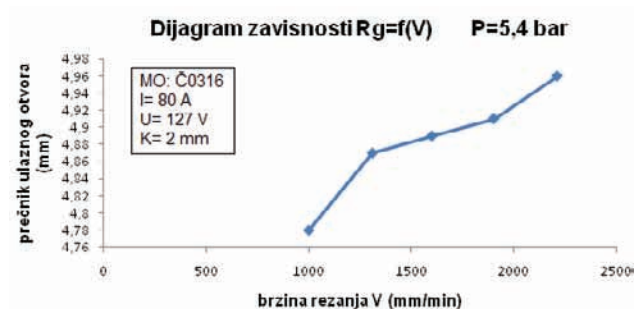


Slika 3. Izgled reza pri promeni brzine rezanja, $P=5,4$ bar



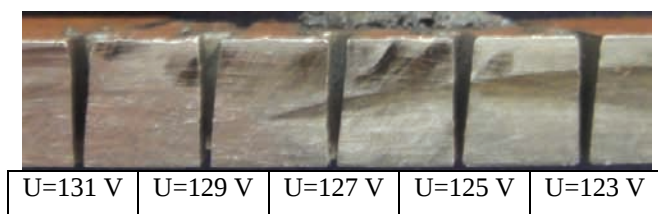
Slika 4. Uticaj brzine V rezanja na širinu gornjeg reza B_g

Povećanje brzine rezanja V utiče na povećanje vrednosti prečnika ulaznog otvora R_g , slika 5.

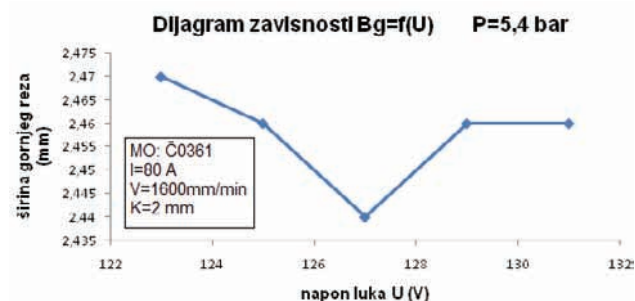


Slika 5. Uticaj brzine rezanja V na prečnik ulaznog otvora R_g

Na slici 6. prikazan je izgled reza pri promeni napona luka u rasponu od $U=123\div131$ V. Minimalna vrednost širine gornje strane reza se dobija pri vrednosti napona luka $U=127$ V, slika 7.

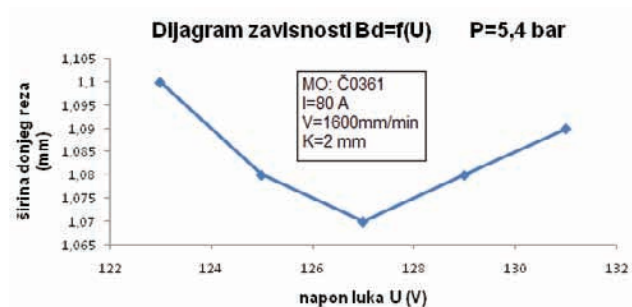


Slika 6. Izgled reza pri promeni napona luka, $P=5,4$ bar



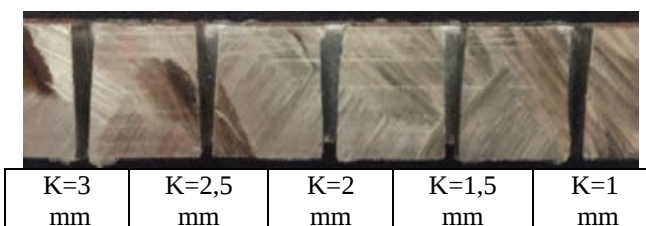
Slika 7. Uticaj napona luka U na širinu gornjeg reza B_g

Širina donje strane reza B_d ima minimalnu vrednost pri naponu luka $U=127$ V, slika 8.

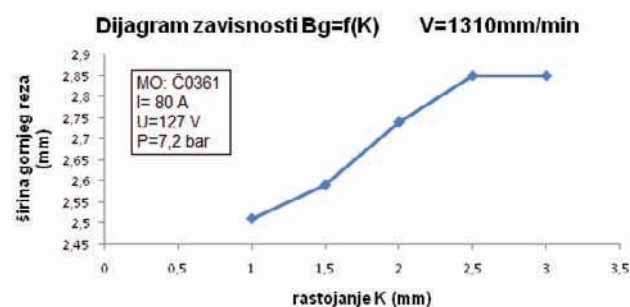


Slika 8. Uticaj napona luka U na širinu donjeg reza B_d

Prilikom ovog ispitivanja vršila se promena rastojanja mlaznice od obratka u rasponu od $K=1\div3$ mm. Brzina rezanja je konstantna $V=1310$ mm/min, slika 9. Širina gornje strane reza B_g raste sa povećanjem udaljenosti mlaznice od obratka K , slika 10.

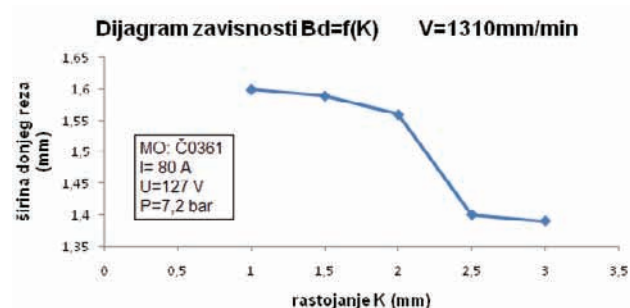


Slika 9. Izgled reza pri promeni rastojanja K , $V=1310$ mm/min



Slika 10. Uticaj rastojanja K na širinu gornjeg reza B_g

Za razliku od širine gornjeg reza B_g , povećanje udaljenosti mlaznice od obratka K utiče na smanjenje širine donje strane reza B_d , slika 11.



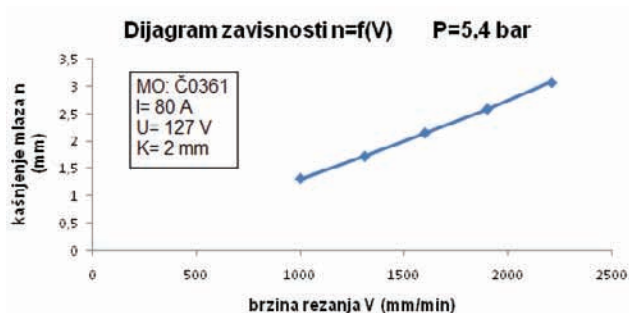
Slika 11. Uticaj rastojanja K na širinu donjeg reza B_d

3.2. Mikrogeometrija obrađene površine

Najveći uticaj na mikrogeometriju obrađene površine ima brzina rezanja V . Uticaj promene brzine rezanja na kašnjenje mlaza n je prikazan na slici 12.

Povećanje brzine rezanja V utiče na povećanje vrednosti kašnjenja mlaza n .

Maksimalna vrednost kašnjenja mlaza $n=3,02$ mm je izmerena pri vrednosti brzine rezanja $V=2210$ mm/min i pritisku gasa $P=5,4$ bar.



Slika 12. Uticaj brzine rezanja V na kašnjenje mlaza n

5. ZAKLJUČAK

Prilikom rezanja uzorka uočavaju se sledeće pozitivne karakteristike mašine "OMNICUT 4000" instalirane u brodogradilištu "Brodoremont" u Bačkom Monoštoru:

- postrojenje ima relativno visok stepen automatizacije
- uticaj poslužioca prilikom samog procesa obrade je sveden na minimum
- obučenosn operatera na mašini mora biti na visokom nivou
- širok dijapazon dimenzija radnih predmeta, što omogućava velika površina radnog stola 12000 X 2600 mm
- jedinica za odvođenje štetnih gasova umanjuje uticaj toksičnih isparenja i metalnih čestica
- jednostavan tehnološki postupak izrade dela, sa automatskom izradom upravljačkih informacija na osnovu CAD crteža.

Eksperimenti koji su sprovedeni na mašini "OMNICUT 4000" prilikom rezanja čelika, omogućuju sledeće zaključke:

- brzina rezanja i jačina električne struje imaju najveći uticaj na geometriju reza
- promena napona luka (u rasponu od $U=123\div131$ V) ima mali uticaj na geometriju reza
- povećanje udaljenosti mlaznice od obratka dovodi do povećanja gornje širine reza i smanjenja donje širine reza
- pojava grešaka je najizraženija na donjoj strani reza.

6. LITERATURA

- [1] M. Gostimirović, "Nekonvencionalni postupci obrade", Univerzitet u Novom Sadu, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*, 2012.
- [2] D. Milikić, "Nekonvencionalni postupci obrade", Univerzitet u Novom Sadu, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*, 2002.
- [3] V. A. Nemchinsky i W.S. Severance, "Plasma arc Cutting : speed and cut quality", *Keiser University Floride USA*, 2007.
- [4] J. Wang, Z. Zhu, C. He i F. Yang, "Effect of dual swirling plasma arc cutting parameters on kerf characteristics", *Jiangsu, Chine*, 2008.

Kratka biografija:



Slobodan Čota rođen je u Somboru 1983. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog Mašinstva iz predmeta Nekonvencionalni postupci obrade odbranio je 2013. godine.



Dr. Marin Gostimirović, red. prof. rođen je u Osijeku 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1997. god. Oblasti njegovog interesovanja su procesi obrade skidanja materijala, nekonvencionalni postupci obrade, inverzni zadatak.

**PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE IZRADE TIPSKE OSNOVE DEČJE IGRAČKE
PRIMENOM SAVREMENIH METODA****PROCESS PLANNING FOR A BASE PART FOR A FAMILY OF CHILDREN'S TOY
PRODUCTS USING MODERN METHODS**Branislav Vasilčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan tehnološki postupak izrade tipske osnove dečje igračke tehnologijom injekcionog presovanja, konstrukcija alata i izbor mašine za injekciono presovanje radnog dela. Takođe je analiziran kvalitet proizvoda u funkciji tehnoloških parametara i izvršena analiza injekcionog presovanja primenom numeričke simulacije pomoću softverskog paketa Moldflow Plastic Adviser.

Abstract – This paper shows the technological process of producing the typical basis of a toy using injection molding technology, designing tool and selection of machine for the injection molding of working part. It also analyse the quality of the product as a function of process parameters and the analysis of injection molding by numerical simulation using the software package Moldflow Plastic Adviser.

Cljučne reči: tehnologija oblikovanja plastike, injekciono presovanje, kalupi za injekciono presovanja, simulacija injekcionog presovanja.

1. UVOD

Industrija plastičnih masa i industrija igračaka predstavljaju primer izuzetne saradnje, koja je dovela do pojave mnogih otkrića u oblasti novih polimernih masa. U svemu tome značajan udeo imaju i dodaci polimerima, odnosno aditivi za plastične mase.

Pod pojmom polimer (*polymer* - mnogo delova) podrazumevaju se veliki molekuli (makromolekuli), sastavljeni od niza ponavljanih manjih strukturnih jedinica (mera).

Prema molekularnoj strukturi polimeri se dele u tri grupe:

- Linearni polimeri;
- Razgranati polimeri;
- Umreženi ili poprečni polimer.

Igračke (i proizvodi za decu) su važan deo života svakog deteta. Trebaju biti zabavne, korisne i prilagođene dobi deteta. Ipak, najvažnije je da su sigurne za upotrebu.

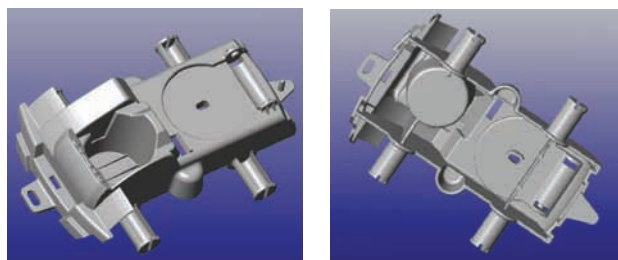
2. DIZAJN TIPSKE OSNOVE

Plastični kamion igračka, čiji je sastavni deo tipska osnova, a koji je tema ovog rada, namenjen je deci starijoj od 3 godine.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr. Dragiša Vilotić, redovni profesor.

Ukratko, tipska osnova dečje igračke (Slika 1), svojim oblikom, funkcionalnošću, kvalitetom obrade, estetskim izgledom, treba da zadovolji dečju potrebu za igranjem, kao i razvoj motoričkih i mentalnih sposobnosti.



a - pogled od gore

b - pogled od dole

Slika 1. Tipska osnova dečje igračke

Specifičnost ove tipske osnove je mogućnost da se sa jednom tipskom osnovom proizvodi više različitih modela igračaka. Ovo značajno umanjuje troškove proizvodnje, a praktično znači da se promenom samo jednog elementa igračke, odnosno projektovanjem samo jednog, dodatnog, alata dobija potpuno nov proizvod. Na slici 2 prikazana je mogućnost dobijanja dve potpuno različite kamion igračke na istoj osnovi. Mogućnosti su veće, jer prilikom dizajna novih elemenata, predviđenih za tu poziciju, treba voditi računa o samo tri parametra:

- Rastojanje između nosača za prihvat prikolice;
- Odstojanja između kabine i nosača za prihvat prikolice;
- Pozicije za rotiranje krana oko vertikalne ose.



Slika 2. Kamion i bager sklopljeni na istoj tipskoj osnovi

Principi kojih se treba pridržavati pri konstruisanju ukazuju na stepen rizika koji je prisutan prilikom upotrebi igračke, i koji mora biti srazmeran uzrastu korisnika.

Ovo se posebno odnosi na igračke koje su, na osnovu svojih funkcija, dimenzija i karakteristika, namenjena za upotrebu od strane dece mlađe od 36 meseci starosti.

Posebni principi su jasno navedeni u evropskom standardu SS EN 71 koji propisuje osobine koje treba da ispunjavaju igračke, a neke od njih su [1]:

- Fizičke i mehaničke osobine;
- Zapaljivost;
- Hemijske osobine;
- Higijena;
- Principi koji se odnose na igračke za odojčad.

3. IZBOR MATERIJALA ZA RADNI DEO

Da bi se odabrao optimalan polimer za tipsku osnovu dečje igračke, potrebno je poznavati uslove eksploatacije i uzrasta deteta kome je namenjen proizvod. Pored toga, veoma su važni podaci o karakteristikama polimera kako bi se pronašlo optimalno rešenje, kako u tehničko-tehnološkom, tako i ekonomskom pogledu. Analize karakteristika polimera koji su dostupni iz priručnika i kataloga proizvođača obično nisu dovoljne za ocenu kriterijuma, nego ih treba dopuniti. Za optimalnu ocenu su, pored ovakve analize, potrebne i tehničke i iskustvene procene a često i eksperimentalne procene u direktnoj analizi. Tipska osnova dečje igračke, kao i svi elementi koji čine kamion igračku (Slika 3), izrađeni su od polietilena visoke gustine (HDPE), a izbor je izvršen na osnovu poređenja i analize dostupnih podataka. Ovo je jedan od polietilena koji se veoma lako prerađuje i daje proizvode visokog kvaliteta. Igračke proizvedene od HDPE imaju najbolje karakteristike u odnosu na ostale polietilene, dok svojim osobinama pružaju mogućnost dobijanja različitih oblika komplikovane geometrije. Konkurencija je ostalim polimerima u industriji igračaka, kao što je polipropilen (PP) koji se najčešće upotrebljava, ili akrilonitril butadien stiren (ABS) koji koristi najveći svetski proizvođač igračaka LEGO.



Slika 3. CAD 3D izgled kamion igračke

4. TEHNOLOGIJA IZRADE TIPSKE OSNOVE

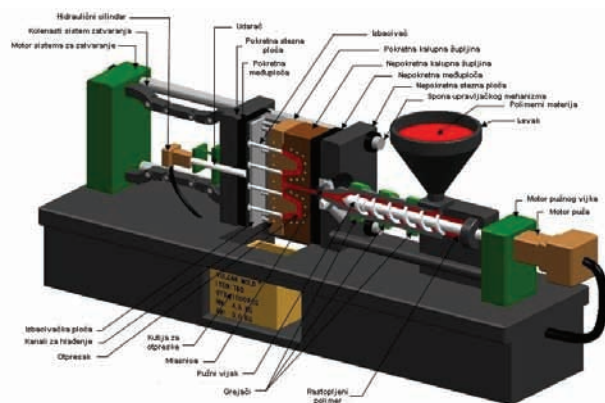
Tipska osnova dečje igračke izrađuje se tehnologijom injektionog presovanja. Ova tehnologija predstavlja adekvatno rešenje u proizvodnji predmeta i izabrana je na

osnovu konstrukcije radnog dela, složenosti površina i gabaritnih dimenzija proizvoda. Injekciono presovanje je jedan od najzastupljenijih postupaka prerade polimera. Kao najveću prednost ovog postupka prerade treba navesti mogućnost da se dimenzije otpreska mogu unapred odrediti, prema određenim zakonitostima koje važe za dobijanje gotovih otpresaka injektionim presovanjem. Proces injektionog oblikovanja odvija se u nekoliko faza:

- Doziranje i zagrevanje materijala;
- Transport i zagrevanje materijala;
- Ubrizgavanje;
- Hlađenje alata;
- Izbacivanje otpreska.

Osnovna funkcionalna šema mašine za injektiono presovanje može se videti na slici 4. Svaki sistem za injektiono presovanje sastoji se od četiri jedinice:

- Jedinica za zatvaranje kalupa;
- Jedinica za ubrizgavanje;
- Kalup (alat) za injektiono presovanje;
- Pogonske i upravljačke jedinice.



Slika 4. Šema mašine za injektiono presovanje [2]

Problemi koji se mogu javiti tokom presovanja plastike mogu se primetiti na finalnom proizvodu, međutim problemi se ne vide sve do poslednje faze procesa. Rešavanje tih problema obuhvata analizu čitavog niza faktora što podrazumeva analizu konstrukcije proizvoda, materijala, konstrukcije kalupa, parametra procesa presovanja, itd. Problemi koji se najčešće javljaju su sledeći:

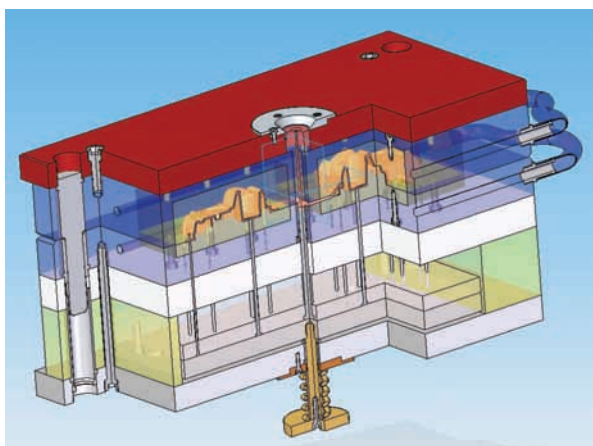
- Dimenzioni problemi – odnose se na skupljanje materijala.
- Linije stapanja – pojavljuju se na mestima gde se sreću dva toka plastike.
- Pojava mehurova i plihova – uzrok je nedovoljan pritisak u alatu tokom očvršćavanja otpreska.
- Izgoretine – prouzrokovane su nedovoljnom veličinom otvora za odvođenje vazduha iz alata.
- Pojava pruga na otpresku – najčešći uzroci su previsoka temperatura plastike i pojava vlage.
- Nedovoljno napunjen kalup – tipičan je za oblasti udaljene od ulaza rastopa.
- Nabori – pojava nabora javlja se kada tok plastike nekontrolisano krene da teče u kalup i dolazi u kontakt sa zidom kalupa.
- Izlivanje materijala – izlivanje se javlja na ivicama otpreska ili na delovima ivica.

5. KONSTRUKCIJA ALATA ZA IZRADU TIPSKE OSNOVE DEČJE IGRAČKE

Delovi alata su standardizovani, ali svaki alat se razlikuje, u zavisnosti od proizvoda koji se izrađuje. Pri konstruisanju treba težiti da alat bude automatizovan, gde se prvenstveno misli na sistem izbacivanja. Podela alata za injeksiono presovanje može se izvesti na više načina, a neki od njih su prema:

- Broju kalupnih šupljina;
- Načinu izbacivanja otpreska;
- Broju podeonih ravni;
- Obliku otpreska;
- Za izradu otpresaka sa navojem;
- Kalupa sa grejnim ulivnim sistemom;
- Položaju vođica.

Alat za tipsku osnovu dečje igračke je konstruisan sa jednom podeonom ravni i dve kalupne šupljine kako bi se uravnotežile sile koje se javljaju prilikom presovanja. 3D prikaz preseka alata za izradu tipske osnove dečje igračke dat je na slici 5.



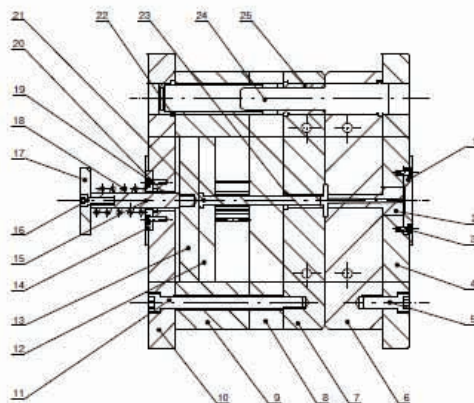
Slika 5. Presek alata za izradu tipske osnove

Primenjen je tunelni ulivni sistem, koji se sastoji od dovodnog kanala, razvodnog kanala i tunelnog ulivka. Za izbacivanje otpreska se koriste igličasti izbacivači (29) i (30). Ovi izbacivači su odabrani zbog oblika otpreska i jednostavnosti vođenja pomoću izbacivačkih ploča (12) i (13) koje klize na unutrašnjoj površini odstoynih ploča (9). Povratak alata u početnu poziciju postiže se pomoću opruge (18). Formiranje otpreska vrši se u gornjoj (33) i donjoj (32) kalupnoj šupljini koje su vijcima (35) pričvršćene za kalupne ploče. Nema potrebe za upotrebom jezgara ili umetaka, jer oblik gravure ispunjava traženi oblik otpreska. Hlađenje otpreska postiže se pomoću vode koja cirkuliše u otvorima koji su izbušeni u nepokretnoj (6) i pokretnoj (7) ploči kalupa.

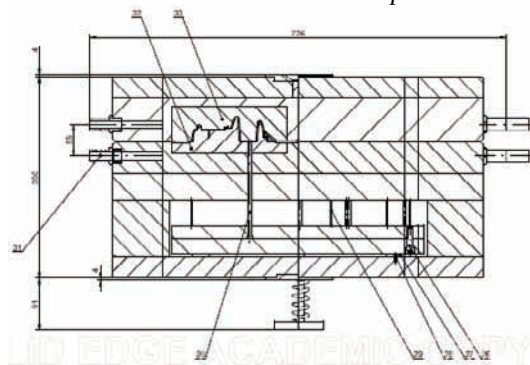
Na naslikama 6 i 7 su prikazane pozicije alata:

1-Ploča za centriranje, 2-Ulivna čaura, 3-Vijak M6X20, 4-Nepokretna stezna ploča, 5-Vijak M16X45, 6-Nepokretna ploča kalupa, 7-Pokretna ploča kalupa, 8-Donja pokretna ploča, 9-Odstojna ploča, 10-Pokretna stezna ploča, 11-Vijak M16X190, 12-Gornja izbacivačka ploča, 13-Donja izbacivačka ploča, 14-Ploča za centriranje, 15-Udarač, 16-Vijak M6X30, 17-Vrh udarača, 18-Opruga 6X38X72, 19-Vijak M6X30, 20-Vodeća čaura udarača, 21-Izbacivač ulivnog sistema, 22-Čaura za centriranje, 23-Čaura izvlakača, 24-Vođica,

25-Čaura donje pokretne ploče, 26-Vijak M10X45, 27-Odstojna pločica, 28-Vijak M5X10, 29-Izbacivač Ø3, 30-Izbacivač Ø5, 31-Priljučak za vodu, 32-Donja kalupna šupljina, 33-Gornja kalupna šupljina, 34-Crevo za vodu, 35-Vijak M8X25, 36-Čivija.

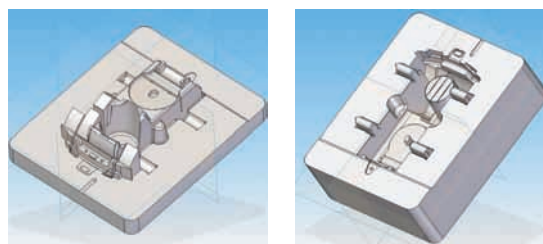


Slika 6. Presek 1 alata za izradu tipske osnove



Slika 7. Presek 2 alata za izradu tipske osnove

Kalupna šupljina je sastavni deo alata za injeksiono presovanje i služi za izradu jednog određenog proizvoda. Njegov zadatak je da formira konačan oblik plastičnog proizvoda. Kalupna šupljina, odnosno gravura, definisana je dimenzijom i oblikom otpreska. Gravura po svom obliku u potpunosti odgovara obliku otpreska. Broj podeonih ravni i konstrukcija zavise od složenosti otpreska. Složeniji otpresci definisani su samo jednom šupljinom u ploči alata, dok kod jednostavnijih otpresaka postoje kalupi sa više kalupnih šupljina (gnezda) i umetaka. Na slici 8 je prikazan izgled gornje i donje kalupne šupljine za injeksiono presovanje tipske osnove kamion igračke, koje ne sadrže jezgra i umetaka.

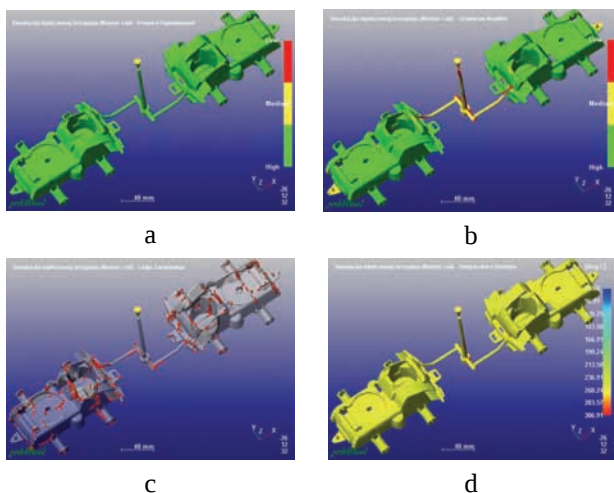


Slika 8. Donja i gornja kalupna šupljina

Alat ispunjava tehnološke zahteve za proizvodnju tipske osnove dečje igračke, koji je deo kamion igračke namenjen za igru dece starije od 3 godine.

6. SIMULACIJA PROCESA IZRADE TIPSKE OSNOVE DEČJE IGRAČKE

U fazi projektovanja alata za oblikovanje plastike, posebno alata za injekciono presovanje delova velike složenosti, dragocenu pomoć pružaju specijalizovani softverski paketi za simulaciju procesa. Najpoznatiji softverski paket koji se koristi u tu svrhu je Moldflow Plastics Adviser koju proizvodi kompanija Moldflow. Ulazni parametri neophodni za simulaciju su: CAD 3D model obratka, vrsta materijala i parametri procesa (temperetura rastopljenog polimera, temperatura kalupa, pritisak presovanja). Kao rezultat simulacije dobija se: simulacija tečenja (popunjavanje kalupa), vreme hlađenja, distribucija pritiska i temperature po otpresku, kao i prognoze vremena hlađenja, kvaliteta površine i vreme ciklusa presovanja. Na slici 9 dati su neki od rezultati simulacije.



Slika 9. Rezultati simulacije

Rezultati analize su pokazali:

- Da se sa zadatim parametrima procesa kalup lako popunjava rastopljenim polimerom (Slika 9a);
- Da je kvalitet otpreska prihvatljiv, s obzirom da se površine nižeg kvaliteta nalaze na ulivnom sistemu koji će biti uklonjen i delu otpreska na kome se ne zahteva visok kvalitet (Slika 9b);
- Linije stapanja dobijene simulacijom injekcionog presovanja su moguće linije stapanja i ne znače da će se nakon procesa presovanja one stvarno i pojaviti na tim lokacijama. Linije stapanja generalno su nepoželjne, ali uopšteno ne predstavljaju problem kod većine termoplasta (Slika 9c);
- Temperaturu rastopa je moguće pratiti u svakoj tački u kalupu nakon njegovog popunjavanja (Slika 9d). Temperatura rastopa zavisi od frekvencije obrtanja pužnog vijka i odabranih temperatura na pojedinim zonama grejanja cilindra za topljenje termoplasta. Ukoliko su velike frekvencije obrtanja pužnog vijka, može doći do pregrevanja termoplasta i toplotne razgradnje.

7. IZBOR MAŠINE

Izabrana mašina treba da zadovolji adekvatne parametre vezane za presovanje tipske osnove dečje gračke. Podaci koji imaju prioritet pri odabiru mašine

za presovaje plastičnog proizvoda su:

- Sila zatvaranja kalupa;
- Dimenzije ploče nosača alata;
- Razmak između vođica mašine;
- Maksimalna masa ubrizgavanja plastike u gramima.

Izabrana je mašina TM 3500/1330 proizvođača Battenfeld. Mašina može da ostvari dovoljan pritisak presovanja potrebnog za brizganje otpreska čija težina iznosi 113 g. Razmak između vođica je 710X710 mm a dimenzija nosača kalupa je 1010X1010 mm i ovi podaci zadovoljavaju kriterijume potrebne za presovanje tipske osnove dečje igračke.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisan je postupak izrade plastičnog proizvoda od dizajniranja predmeta, odabira materijala i tehnologije za proizvodnju, konstrukcije kalupa i alata za injekciono presovanje tipske osnove, simulacije injekcionog presovanja do izbora mašine za izradu otpreska. Tokom konstrukcije kalupa suština je bila da se izabere najracionalnije rešenje sa jednostavnim elementima koji zadovoljavaju uslove za dobijanje kvalitetnog proizvoda. Posebno su obrađeni principi sigurnosti pri konstruisanju igračaka jer se prema Propisima i Direktivama koje se primenjuju u Evropskoj uniji, a u sve većoj meri sprovode i kod nas, strogo vodi računa o izradi dečjih igračaka. Dečje igračke moraju biti napravljene isključivo od materijala koji se prvi put upotrebljavaju u procesu proizvodnje i ne smeju ugrožavati sigurnost i zdravstvenu bezbednost dece. Međutim, treba napomenuti da je ovakav materijal veoma povoljan za reciklažu, što povoljno utiče na snižavanje cene gotovog proizvoda, smanjenje prekomerne proizvodnje polimera i očuvanje životne sredine.

9. LITERATURA

- [1] The European Parliament, *COUNCIL DIRECTIVE on the approximation of the laws of the Member States concerning the safety of toys*
- [2] www.custompartnet.com/wu/InjectionMolding (Semptembar 2012.)
- [3] Dragiša Vilotić, *Skripta – Tehnologije oblikovanja plastike*, FTN Novi Sad 2004.
- [4] Dragiša Vilotić, *Skripta – Mašine i uređaji za preradu plastike*, FTN Novi Sad 2005.
- [5] Boško Perošević, *Kalupi za injekciono presovanje plastomera (termoplasta)*, Naučna knjiga Beograd 1988.
- [6] *Digitalni katalog HASCO-Hasenclever GmbH & Co. KG* 2009.

Kratka biografija:



Branislav Vasilić rođen je u Bijeljini 1978. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodno mašinstvo – Tehnologije oblikovanja plastike a na temu "Projektovanje tehnologije izrade tipske osnove dečje igračke primenom savremenih metoda" odbranio je 2013.god.

MERENJE POTROŠNJE TOPLOTNE ENERGIJE I ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA MEASURED HEAT CONSUMPTION AND ANALYSIS OF RESULTS

Darko Lugumerski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazani uređaji koji se koriste za merenje toplotne energije, način na koji se obračunava utrošena toplotna energija (po površini ili po stvarnoj potrošnji) i urađena je analiza dobijenih rezultata.

Abstract – This work presents the devices that are used to measure heating energy consumption, the way consumed heat energy is calculated (by the surface or actual consumption), and an analysis of the results.

Ključne reči: merenje, toplotna energija, grejanje, troškovi grejanja.

1. UVOD

Jedan od osnovnih uslova za postizanje udobnosti življenja u stanu je toplotna udobnost stanara. Toplotna udobnost se postiže zavisno od podneblja i godišnjih doba grejanjem ili hlađenjem, odnosno najkvalitetnije klimatizacijom. U svakom od tih slučajeva mora se instalirati i aparatura za merenje tih veličina. Merenjem se može zaključiti da je količina toplote potrebna za zagrevanje zavisna od kvaliteta projekta, a posebno od kvalitetnog izvođenja. Parametri koji utiču na potrebnu količinu toplote su klimatsko područje, mikroklima oko objekta, urbanistički položaj objekta, zastupljenost svetlih otvora, spratnost, boja fasade i sl.

Ugradnjom centralnih sistema grejanja počinje se i sa ugradnjom tada raspoloživih kalorimetara u podstanice sistema. Usvajanjem ove koncepcije unutrašnjih instalacija stvoreni su preduslovi za merenje svakog objekta kao celine, a takođe i za ugradnju pojedinačnih kalorimetara (delitelja) za svaku pojedinačnu stambenu jedinicu. Shodno tome stvorena je podloga za izdavanje prvih računa koji su se odnosili na isporučenu i izmerenu toplotnu energiju. Ova praksa se i danas sprovodi s tim da je većina kalorimetara zamenjena savremenim ultrazvučnim.

2. UREĐAJI ZA MERENJE

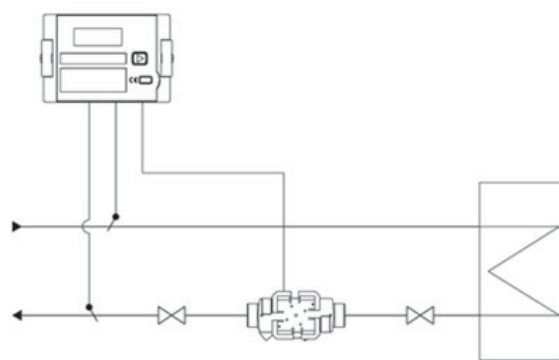
Dva karakteristična predstavnika uređaja za merenje su: merač toplote (kalorimetar)
razdeljivač troškova grejanja (delitelj)

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Gvozdenac, red. prof.

2.1 Merač toplote (kalorimetar)

Funkcija uređaja je da broji impulse dobijene od vodomera i da meri temperature u dolaznoj i odlaznoj grani toplovoda (Slika 1). Na osnovu dobijenih rezultata, izračunavaju se svi parametri neophodni za praćenje utroška toplotne energije



Slika 1. Način priključivanja u mernim podstanicama

2.2 Razdeljivač troškova grejanja

Razdeljivač troškova grejanja (delitelj) daje rezultat merenja koji nije iskazan u fizičkim jedinicama energije (kWh, kJ itd.), već su bezdimenzionalni i iskazani u jedinicama za raspodelu troškova grejanja. Broj izmerenih jedinica je proporcionalan toplotnoj energiji koju je grejno telo predalo vazduhu u toku perioda merenja i predstavlja polazni podatak za raspodelu troškova grejanja.

Prema načinu rada, odnosno fizičkom principu koji se koristi pri raspodeli troškova grejanja, delitelji se dele na dve osnovne grupe: evaporativni delitelji i elektronski delitelji. Kod evaporativnih delitelja troškova grejanja kao merač potrošnje toplotne energije uzima se masa isparene tečnosti koja se greje toplotom grejnog tela, dok se kod elektronskih delitelja toplote u osnovi meri odavanje toplote sa radijatora tako što jedan senzor meri temperaturu površine radijatora a drugi temperaturu vazduha prostorije. Potrošnja grejanja obračunava se na osnovu razlike ove dve temperature i podataka u samom delitelju koji je programiran prema tipu i karakteristikama radijatora na koji je postavljen.

3. NAČINI OBRAČUNA UTROŠENE TOPLOTNE ENERGIJE

U Srbiji je i dalje najzastupljeniji stari sistem obračuna i naplate toplotne energije po metru kvadratnom. Cilj toplana je da u što skorijoj budućnosti napuste stari i, za korisnike, nepravedni sistem obračuna i naplate utrošene

toplotne energije. Sistem naplate toplotne energije po utrošku se već uveliko primenjuje u razvijenim evropskim zemljama, a toplane tvrde da se na taj način može uštedeti i do 30 odsto energije. Međutim, prema analizi Agencije za energetska efikasnost, domaćinstva u Srbiji troše puno energije zbog loše izolacije, dotrajale stolarije na zgradama i stambenim objektima

3.1. Značaj pojedinačnog merenja potrošnje toplotne energije

Mora se u startu poći od korisnika jer je on i finalni potrošač. U sadašnjim uslovima proizvođač sam odlučuje koliko će proizvesti toplotne energije, a potrošač mora da primi onoliko koliko mu se isporuči (ni manje ni više) jer na to ne može da utiče pa nema interes da štedi. Zbog uvođenja pojedinačnog merenja postoji obostrani interes da se štedi jer obe strane imaju koristi, pa i država. Manja potrošnja znači i manje troškove korisniku, toplani i državi za uvoz energenata. Suština primene pojedinačnog merenja potrošnje toplotne energije je u uštedi u potrošnji i jeftinija cena grejanja i potrošaču se daje mogućnost da sam odlučuje o kvalitetu i obimu usluga grejanja

3.2 Prednosti pojedinačnog merenja potrošnje toplotne energije

Prednosti se ogledaju u:

- Manja potrošnja energenata i povećana energetska efikasnost
- Manje investicije za nove toplotne izvore zbog boljeg korišćenja kapaciteta
- Manji nesporazumi sa korisnicima u pogledu obima i kvaliteta usluga grejanja
- Povećani stepen automatizacije, bolja regulacija sistema, smanjenje investicija i broja zaposlenih
- Smanjenje troškova poslovanja
- Poboljšanje naplate
- Manje sredstava za uvoz energenata
- Bolja zaštita životne sredine

4. OPIS MERENJA

Merenja su vršena u JKP „Energana“ Sombor za grejnu sezonu 2011/2012. Grejna sezona je trajala 184 dana. Prosečna spoljna temperatura iznosi 4,91 °C dok je minimalna temperatura iznosila -21°C. Očitavanja su se vršila na 68 toplotnih podstanica koje su raspoređene širom grada (Slika 2), očitavanje kalorimetara se vrši jednom mesečno ručnim popisivanjem. Očitani podaci se ukucavaju u Excel tabele. Podaci se obrađuju uglavnom posle sezone, sem za 3 stambene zgrade koje se naplaćuju po utrošenoj toplotnoj energiji. Za zgrade za koje se naplaćuje po tom sistemu podatke obrađuje preduzeće EMONA STAN.

5. ANALIZA UTICAJA GEOMETRIJSKOG OBLIKA I TOPLOTNIH KARAKTERISTIKA ZGRADE NA REZULTATE MERENJA

Analiza je rađena za tipske primere zgrada u naselju “Selenča” – Sombor sa ciljem da se daju na uvid neki osnovni problemi koji nastaju prilikom projektovanja sa strane isporuke toplotne energije.



Slika 2. Cevna mreža u Somboru (crvena boja) sa mernim podstanicama (plava boja)

Na osnovu same analize se vidi da usled različitih kriterijuma za projektovanje i načina gradnje dolazi do velikih razlika u gubitku toplotne energije po jedinici površine (W/m^2) i po jedinici zapremine (W/m^3), i na kraju dolazi do velikih izdataka za toplotnu energiju za objekte koji imaju velike gubitke.

Ova analiza ima za cilj da pokaže uticaje sledećih faktora na termotehničke osobine objekta:

- Geometrijski oblik
- Građevinski materijal
- Način projektovanja

Na osnovu datih podataka za ukupnu površinu, odnosno zapreminu sedam objekata, kao i poznatu potrošnju toplotne energije, izračunata je specifična toplotna potrošnja po jedinici površine (W/m^2) i po jedinici zapremine (W/m^3) za svaki objekat i dati su u Tabeli 1.

Tabela 1. Potrošnja toplote u sedam analiziranih zgrada

	$F_v[m^2]$	$V_v[m^3]$	$Q_t[W]$	$q_f[W/m^2]$	$q_v[W/m^3]$
Zgrada 1	2521	6554	385019	152,72	58,74
Zgrada 2	2877	7480	356636	123,96	47,67
Zgrada 3	3595	9347	358785	99,80	38,38
Zgrada 4	1093	2841	168480	154,00	59,30
Zgrada 5	4192	9960	290035	69,18	29,19
Zgrada 6	1300	3380	210817	162,16	62,37
Zgrada 7	1915	4979	196660	102,69	39,49

Iz osnovnih podataka za analizirane objekte, prikazanih u tabeli može se zaključiti da postoji velika razlika u specifičnoj toplotnoj potrošnji po jedinici površine (W/m^2) i po jedinici zapremine (W/m^3), ta razlika za q_f se nalazi u rasponu od 69,18 pa do 162,16 W/m^2 a za q_v je raspon od 29,19 do 62,37 W/m^3 . Takva razlika u

specifičnoj potrošnji toplotne energije, koja u ekstremnim slučajevima iznosi i 134%, prevelika je i ista pokazuje da se kod nas u projektovanju stambenih objekata, a isto tako i kod drugih opštinskih i industrijskih objekata, malo pažnje posvećivalo termičkim karakteristikama objekata. U ovakvoj situaciji, pri neobjektivnom kriterijumu za projektovanje objekata, mora se ugraditi oprema za grejanje. Kao posledica ovakve situacije, neekonomičnog rešenja, javlja se neracionalno trošenje toplotne energije, tj. deficitarnih i skupih uvoznih (isto tako i domaćih) goriva.

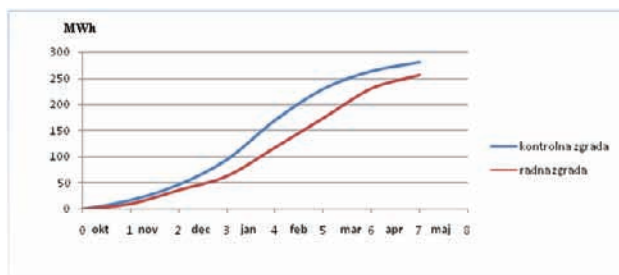
Faktori koji utiču da se dogodi ovako velika razlika između q_f i q_v su:

- neadekvatna geometrija objekata, tj. velika površina spoljašnjih zidova koji predstavljaju glavne izvore toplotnih gubitaka. Takođe i nepovoljan odnos površina prozora i površine spoljašnjeg zida na kojem su ti prozori postavljeni predstavlja veliki izvor toplotnih gubitaka jedne prostorije tj. povećanu potrošnju toplotne energije.
- neadekvatan izbor građevinskog materijala za zidove, tavanice i podove, kao i za ostale građevinske elemente (prozori, vrata) koji se često usvajaju sa velikim koeficijentim toplotne provodljivosti od kojih, kao što je poznato, zavise i veliki gubici toplote.

6. UŠTEDA TOPLOTNE ENERGIJE ZA GREJANJE STANOVA POSTIGNUTA MERENJEM POTROŠNJE TOPLOTE IZ SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA

Cilj analize je bio da se utvrdi na koji način i koliko će merenje potrošnje toplote u svakom stanu, preuzete iz sistema daljinskog grejanja, uticati na ponašanje korisnika u smislu štednje toplotne energije za grejanje stanova. Zgrade koje su odabrane za istraživanje iste su veličine, oblika i termičkih karakteristika. Jedna zgrada u paru je „radna“ i u njoj je merena potrošnja toplote na svakom radijatoru, kao i ukupna potrošnja energije na nivou cele zgrade, dok je druga zgrada „kontrolna“, i u njoj je merena samo ukupno preuzeta toplota iz sistema daljinskog grejanja.

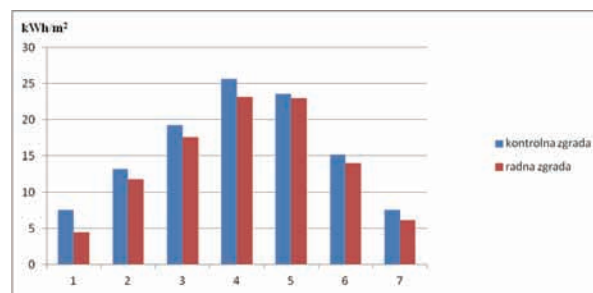
Merenja potrošnje toplote za grejanje stanova vršena su tokom grejne sezone 2011/12. Na Slici 3 je prikazana ukupna potrošnja toplote na nivou toplotnih podstanica „radne“ i „kontrolne“ zgrade.



Slika 3. Ukupna potrošnja toplote „radne“ i „kontrolne“ zgrade

Na dijagramu se može videti da je potrošnja u „radnoj“ zgradi u toku grejne sezone 2011/2012 bila manja za

19669 kWh od potrošnje u kontrolnoj zgradi odnosno ušteda iznosi 7,27% energije na godišnjem nivou. Potrošnja toplotne energije koja se preuzima iz daljinskog sistema grejanja očitavana je u toplotnoj podstanici tokom trajanja grejne sezone u pravilnim vremenskim intervalima tako da je moguće praćenje mesečne potrošnje toplote za grejanje stanova. Na slici ispod je prikazana mesečna potrošnja (za svih sedam grejnih meseci) toplote po kvadratnom metru stambenog prostora za obe zgrade.



Slika 4. Mesečna potrošnja toplote „radne“ i „kontrolne“ zgrade po kvadratnom metru

Mesečna potrošnja energije za grejanje stanova u radnoj zgradi svakog meseca tokom grejne sezone bila je manja nego u kontrolnoj, što se može videti na prethodnom dijagramu.

Samo merenje utrošene toplote za grejanje u stanovima ne dovodi do znatnog smanjenja potrošnje energije za grejanje ako nije praćeno promenom tarifnog sistema, odnosno obračunom troškova grejanja prema stvarno preuzetoj količini toplote iz sistema daljinskog grejanja, umesto paušalnog plaćanja (proporcionalno površini stana), kako se sada obračunava cena grejanja. Ipak, rezultati postignuti u grejnoj sezoni 2011/12. su ohrabrujući i ukazuju da je moguće postići značajne uštede energije za grejanje ako se promeni način obračuna troškova grejanja. Procentualno najveće uštede energije za grejanje mogu se ostvariti u prelaznom periodu (na početku i pri kraju grejne sezone).

7. ZAKLJUČAK

Merenje toplotne energije predstavlja jednu od mogućnosti smanjenja potrošnje ukupne energije i preduslov stimulacije potrošača za racionalnije korišćenje energije. Zbog toga se u Programu dugoročnih mera za racionalizaciju i supstituciju energije posebno insistira na tome da se na postojećim i novim toplifikacionim sistemima predvide tehničke mogućnosti za regulisanje i merenje toplotne energije. Zatim, da se u postojećim i novim zakonima predvidi obaveza merenja i evidencije svih vidova energije, i da se u postojećim i novim tehničkim pravilnicima i propisima predvidi u okviru instalacija centralnog grejanja stanova, poslovnih prostorija i drugih objekata ugradnja merača toplote.

U našim uslovima i pored svih nabrojanih teškoća potrebno je što pre pristupiti merenju toplote na nivou zgrada, a zatim i merenje pojedinačnih stanova i time omogućiti racionalniji rad sistema kao celine. Ovaj koncept bi trebalo provoditi postepeno i u etapama koristeći postojeća iskustva i pripremajući odgovarajuće tarifne stavove, pravilnike i propise.

8. LITERATURA

- [1] Gajin J. "SO-model meter reading report, interni izveštaj JKP "Energana" Sombor", Sombor 2010.
- [2] Milanović Z. "Merenje potrošnje toplotne energije", Iskustva i saveti JKP "Energana" Sombor, Sombor 2008.
- [3] Blagojević B., Stojanović B., Ignjatović M., Stojiljković M. "Raspodjela troškova grejanja stambenih zgrada određivanjem stvarne potrošnje grejnih tela", Mašinski fakultet univerziteta u Nišu, Niš, 2007.
- [4] Grujić M. "Uvođenje merenja i na njemu zasnovanih tarifa toplotne energije u Beogradu kroz propise i u praksi", Skupština grada Beograda, Beograd, 2008.
- [5] Ilić M. "Tarifni sistem za isporuku toplotne energije", Službeni list grada Novoga Sada, Novi Sad 2011.
- [6] Danfoss-katalog "sonometer 1000 kompaktni kalorimetar uputstvo za upotrebu i montažu", Novi Beograd, 2008
- [7] TOPS-glasilo poslovnog udruženja "Toplane Srbije", "Štednja energije – zadatak za sve", Beograd, 2003
- [8] Gvozdenac D., Kljajić M., Petrović J. "Merenje i regulisanje u termoprocesnoj tehnici", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2001.
- [9] Živković B., Todorović M., Vasiljević P. "Ušteda toplotne energije za grejanje stanova u soliteru u Novom Beogradu postignuta merenjem potrošnje toplote iz sistema daljinskog grejanja", Mašinski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.
- [10] Trivun Z. "Raspodjela troškova grijanja pomoću isparivačkih djelatila troškova grijanja", Savetovanje toplana Jugoslavije, Sarajevo, 1989.
- [11] Popovik A. "Analiza na geometriskiot oblik i toplinske karakteristiki na vgradeniot materijal kaj stanbenite objekti vo odnos na toplinske zagubi", Savetovanje toplana Jugoslavije, Skoplje, 2001.
- [12] Pivaš J. "Društveno-ekonomski aspekt mjerenja utroška toplinske energije u sistemu centralnog grijanja", Savetovanje toplana Jugoslavije, Slavonski Brod, 1989.

Kratka biografija



Darko Lugumerski je rođen u Somboru 1985. godine. Fakultet tehničkih nauka je upisao 2004. Master rad je odbranio 2013. godine.

GORIVE ĆELIJE: PRINCIP RADA I ENERGETSKI BILANS

FUEL CELLS: OPERATING PRINCIPLES AND ENERGY BALANCE

Igor Karanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U okviru rada predstavljena je relativno nova tehnologija gorivih ćelija, koja postaje kao sve značajnija alternativa dosadašnjim tehnologijama za dobijanje električne energije. Rad generiše opštu sliku kojom se opisuju procesi, karakteristike, vrste, kao i potencijal tehnologije da jednog dana u potpunosti zauzme vodeće mesto u polju proizvodnje električne energije. U radu je takođe prikazan proračun parametara gorivih ćelija sa čvrstim oksidima kao elektrolitom (SOFC, Solid Oxid Fuel Cell), njihov energetski bilans kao i efikasnost kao tipičan način izražavanja performanse gorivih ćelija.

Abstract - In this paper a relatively novel technology of fuel cells is presented, which is becoming an increasingly important alternative to current technologies that are generating electricity. Also, this work presents a general view that describes processes, characteristics, types of technologies and the potential of fuel cells utilization. Furthermore, it offers design of the Solid Oxide Fuel Cell, its energy balance and efficiency as a typical way to communicate the performance of a fuel cell.

Ključne reči: Goriva ćelija, elektrohemijski uređaj, električna energija, vodonik-vazduh, katalizator, elektrolit.

Keywords: Fuel cells, electrochemical device, electricity, hydrogen-air, catalyst, electrolyte.

1. UVOD

Potrebe za energijom su oduvek bile velike, a danas one predstavljaju jedan od najvažnijih problema koje treba rešiti u što kraćem vremenskom roku. Skoro sve sfere čovekovog života su u direktnoj vezi sa konvencionalnim izvorima energije, kojih je, na žalost, sve manje. Zbog toga se pristupa alternativnim tehnologijama koje će vremenom u potpunosti zauzeti mesto konvencionalnih tehnologija.

Takođe, zaštita životne sredine predstavlja uticajni faktor funkcionisanja savremenog društva. Hteli mi to ili ne, ovi problemi moraju da zauzmu mesto u samom vrhu čovekove liste problema koje treba rešiti.

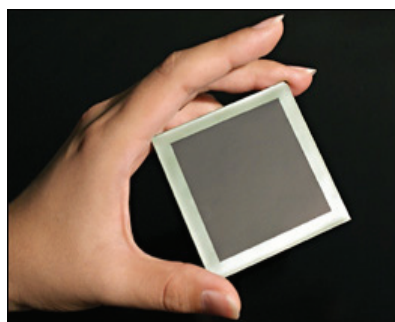
Tehnologija gorivih ćelija ima dosta potencijala da izađe u susret potrebama čoveka u sferi proizvodnje energije i zaštiti životne sredine.

NAPOMENA:

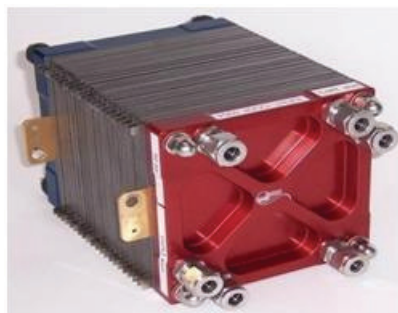
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Marija Vićević, docent.

2. TEHNOLOGIJA GORIVIH ĆELIJA

Gorive ćelije su elektrohemijski uređaji koji hemijsku energiju goriva direktno, bešumno i bez pokretnih delova pretvaraju u jednosmernu električnu energiju. One imaju pojedine osobine primarnog izvora električne energije, gde za razliku od baterije (sekundarni izvor) koja zahteva ponovno punjenje, ne moraju ponovo da se pune, nego rade u kontinuitetu sve dok se vrši snabdevanje gorivom (vodonikom) koje se uglavnom dobija iz ugljovodoničnih goriva.



Slika 1. Pojedinačna ćelija



Slika 2. Grupno vezane ćelije (baterija)

Osnovu gorive ćelije čine elektrode razdvojene jonski-provodnim elektrolitom na kojim se odigravaju elektrohemijske reakcije. Napon (elektromotorna sila) gorive ćelije kreće se, u zavisnosti od tipa, od 0,7-1,5 V [1]. Kako je napon pojedinačne ćelije (Slika 1) suviše mali da bi se mogao iskoristiti, gorive ćelije se vezuju u grupe (baterije, prikazane na Slici 2) i tako stiču dovoljno energije za pokretanje komercijalnih uređaja. Goriva ćelija proizvodi jednosmernu struju, a kako većina transmisivnih uređaja i elektronskih naprava koristi naizmeničnu struju, koriste se odgovarajući pretvarači koji pretvaraju jednosmernu struju u naizmeničnu. U terminološkom pogledu, pod gorivom ćelijom se ne podrazumeva samo baterija već i propratni neophodni agregati koji upotpunjuju funkcionisanje gorive ćelije: strujni pretvarač, reformer (za gorivo) i sistem za iskorišćenje viška toplote.

3. VRSTE I KARAKTERISTIKE GORIVIH ČELIJA

Gorive ćelije se mogu podeliti prema:

- Načinu rada : a) Primarne
b) Sekundarne

Vrsti elektrolita:

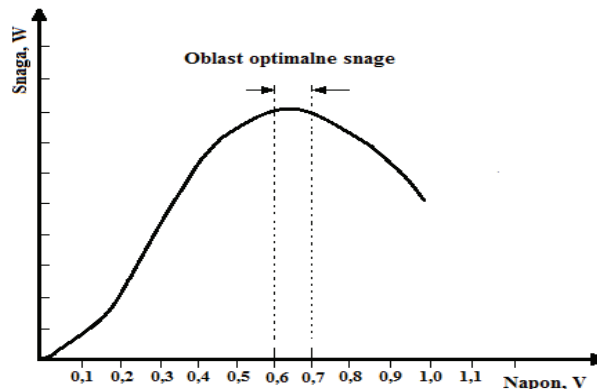
- Gorive ćelije sa alkalnim elektrolitom (AFC)
- Gorive ćelije sa polimernom membranom kao elektrolitom (PEMFC)
- Gorive ćelije sa fosfornom kiselinom (PAFC)
- Gorive ćelije sa rastopljenim karbonatima kao elektrolitom (MCFC)
- Gorive ćelije sa čvrstim oksidima kao elektrolitom (SOFC)

Detalnije podele i više o svakoj vrsti gorivih ćelija mogu se naći u literaturi [2-4].

Gorive ćelije imaju višestruku upotrebu, od malih mikročipova za elektronske uređaje pa do velikih stacionarnih energetskih postrojenja koja snabdevaju naselja električnom i toplotnom energijom. Karakteristike i radni parametri gorivih ćelija su u direktnoj zavisnosti od potreba u praktičnoj primeni.

Gorive ćelije najveći potencijal imaju u auto-industriji i stacionarnim postrojenjima za proizvodnju električne i toplotne energije. Karakteristike gorivih ćelija su u direktnoj zavisnosti od primenjenih radnih parametara (temperatura, pritisak, sastav gasa-goriva, gustina struje) ali i drugih faktora (prisutnih nečistoća u gasu-gorivu, vremenskog perioda rada gorive ćelije itd). Menjajući radne parametre (pritisak, temperaturu) utičaću se na promenu karakteristika gorivih ćelija ili na propratnu opremu (pomoćne delove sistema), te zbog ovoga, ove promene treba pažljivo projektovati. Radni parametri gorivih ćelija zavise od specifičnih zahteva, kao što su zahtevana snaga, napon, masa sistema, koji se stavljaju pred sistem gorive ćelije, kao isporučioća električne energije. Pred konstruktore sistema gorivih ćelija, svaki put se postavlja zadatak da sistem gorive ćelije koji se projektuje mora da u potpunosti izađe u susret potrebama, pa se moraju optimizovati svi faktori koji utiču na kvalitet i efikasnost rada gorive ćelije. Kod definisanja radnih parametara sistema gorivih ćelija teži se zadovoljenju svih važnih karakteristika sistema: niska cena, visoka gustina struje, mala kapitalna ulaganja. Ovakvi zahtevi su tipični za baterije gorivih ćelija u auto-industriji. Sistemi sa nižom gustinom struje ali većim naponom povećavaju efikasnost gorive ćelije, snižavaju operativne troškove, a zbog velikih dimenzija pogodne su za stacionarna postrojenja radi proizvodnje električne i toplotne energije. Rad sistema gorivih ćelija sa reaktantima pod visokim pritiskom, poboljšava karakteristike sistema i snižava mu cenu, ali traži dodatnu energiju (i troškove) za prethodno sabijanje reaktanata (gasova) i iziskuje skuplja konstrukciona rešenja samog sistema za takve uslove rada, što automatski povećava troškove ulaganja. U zavisnosti od namene i radi optimizacije konstrukcije i radnih parametara gorive ćelije, mora se voditi računa o zavisnosti snage gorive ćelije od radnog napona. Električna snaga gorive ćelije, kao proizvod radnog napona i struje gorive ćelije, u zavisnosti od napona ima

tipičan izgled kao na Dijagramu 1. Na Dijagramu 1. se vidi da maksimum snage odgovara vrednosti napona od 0,5-0,6 V. Kao što se može videti na dijagramu, efikasnost gorive ćelije opada sa porastom napona, pa je jedino što preostaje to da se odluči da li treba dati prednost efikasnosti (snazi manjoj od maksimalno moguće) ili pri maksimalno mogućoj snazi, prihvatiti nižu efikasnost (što prvenstveno zavisi od namene gorive ćelije).



Dijagram 1.- Zavisnost snage od napona gorive ćelije

Jedna od najvažnijih osobina gorive ćelije je efikasnost (η_{fc}). Teorijska efikasnost gorive ćelije predstavlja odnos dve termodinamičke veličine: hemijske energije G (Gibsove energije) i ukupne termičke energije H (entalpija). Ovaj odnos je prikazan sledećom jednačinom:

$$\eta_{fc} = \Delta G / \Delta H$$

gde je $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; ΔS je promena entropije; a T je temperatura reakcije (izoterma).

4. PRINCIP RADA GORIVIH ČELIJA

Goriva ćelija se sastoji od dve elektrode između kojih se nalazi elektrolit. To su porozne elektrode, propusne za jone, koje na površini imaju sloj katalizatora od plemenitih metala (platina, paladijum). Kroz jednu elektrodu (anodu) prolazi gorivo (vodonik) i ono tu oksiduje, a kroz drugu elektrodu (katodu) prolazi oksidaciono sredstvo (kiseonik), koje se tu redukuje.

Pri oksidaciji goriva (H_2) na anodi, posredstvom katalizatora (najčešće Pt) dolazi do razbijanja vodonika na pozitivne jone vodonika (H^+) i negativno naelektrisane elektrone (e^-), gde se takođe i ubrzava sama reakcija. Težnja vodonikovih jona i elektrona je da pređu na drugu stranu elektrolita i sjedine se sa reduktantom (kiseonikom) koji se nalazi na katodi. Elektroni se sa anode odvođaju spoljašnjim putem, preko potrošača (sijalica, elektromotor) do katode, gde se sa pristiglim vodonikovim jonima i molekulima kiseonika sjedinjuju i stvaraju vodu. Kao ukupni nusproizvod pri radu gorive ćelije, javlja se voda, vodena para, toplota, a kao zahtevani proizvod dobija se električna energija.

Potrebno je naglasiti da je proces redukcije kiseonika veoma složen proces, čiji je mehanizam u direktnoj zavisnosti od površine elektrode. Ukupna reakcija redukcije kiseonika sastoji se od nekoliko faza, a one su:

- Disocijacija (kiseonik se adsorbuje na površini elektrode): $O_2 \rightarrow O + O$ (1)

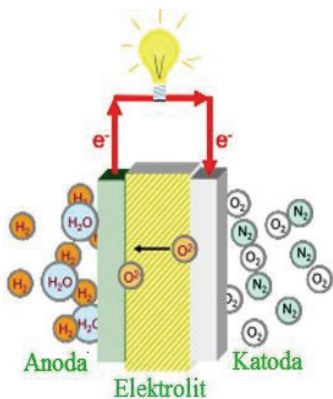
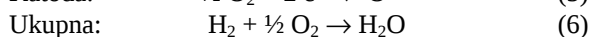
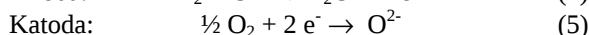
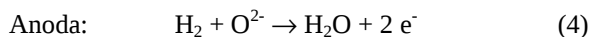
- Hidroksilacije (reakcijom kiseonika sa vodom nastaju hidroksilne grupe koje se adsorbuju na površini elektrode): $O + H_2O \rightarrow 2OH$ (2)
- Elektronacija (dolazi do redukcije hidroksilnih grupa u jone) $OH + e^- \rightarrow OH^-$ (3)

Navedeni redosled reakcija koje se odigravaju prilikom redukcije kiseonika na anodi predstavlja takozvani "oksidni put redukcije kiseonika". Takođe, treba naglasiti da postoji čitav niz drugih mehanizama redukcije oksidansa u gorivim ćelijama, kao i oksidacije molekula goriva na anodi.

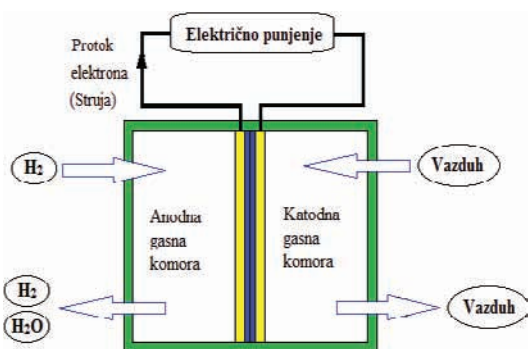
5. PRORAČUN GORIVE ĆELIJE SOFC

Jedan od tipova gorivih ćelija koja koristi vodonik (H_2) kao gorivo je goriva ćelija sa čvrstim oksidima kao katalizatorom (SOFC). Gorivo reaguje sa kiseonikom i tako proizvodi elektricitet (električnu energiju). Osnova dizajna ovog tipa gorive ćelije (Slika 3 i Slika 4) je u razumevanju načina generisanja toplote hemijskom reakcijom i njenog uticaja na efikasnost.

Reakcije u SOFC gorivoj ćeliji [5]:



Slika 3: Reakcije u SOFC ćeliji



Slika 4: Dijagram toka reakcije unutar SOFC ćelije

Za svaki konzumirani mol vodonika, dva mola elektrona je prošlo kroz električno punjenje (opterećenje). Da bi se konvertovao električni protok, koristiti se Faradejeva konstanta ($F = 96,485 \text{ C/mol elektrona}$). Cilj gorivih ćelija je da dostave snagu punjenju: $SNAGA = STRUJA \cdot NAPON$. ($CV = J \text{ i } J/s = W$). Goriva ćelija dobija ovu energiju iz entalpije oslobođene tokom ukupne reakcije; međutim, samo jedan deo ove entalpije može biti

konvertovan u električnu energiju, dok će se ostatak pojaviti kao toplota koja je oslobođena istom hemijskom reakcijom. Performanse gorive ćelije su obično saopštene u smislu efikasnosti, definisane kao energija dostavljena punjenju podeljena energijom koja je dostupna iz hemijske reakcije.

5.1. Polazni parametri SOFC

U okviru proračuna, uzeta je u obzir adijabatska SOFC goriva ćelija koja radi pri atmosferskom pritisku sa ulaznim protokom čistog vodonika od 20 g/s i pri iskorišćenju vodonika od 75%.

Protok čistog vazduha na ulazu katode je $2,67 \times 10^5 \text{ l/min}$ pri temperaturi od 500°C , i pri temperaturi izlaznog gasa iz katode od 675°C . Napon jedne ćelije iznosi $0,7 \text{ V}$.

Određene su sledeće karakteristike:

- Električna struja i snaga;
- Molarni protok sa katode;
- Temperatura gasa na ulazu u anodu;
- efikasnost gorive ćelije.

5.2. Proračun parametara i energetski bilans

- Da bi smo odredili snagu, prvo moramo odrediti struju i ukombinovati je sa naponom ($0,7 \text{ V}$). Ukoliko je 75% vodonika iskorišćeno, tada je konverzija (ξ):

$$\xi = 20 \frac{\text{g } H_2}{\text{s}} \times \frac{\text{mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} \times 0,75 \frac{\text{mol } H_2}{\text{mol } H_2} = 7,5 \frac{\text{mol } H_2}{\text{s}} \quad (7)$$

Koristeći Faradejevu konstantu kao jedinicu konverzije, dobija se da je struja $1,45 \times 10^6 \text{ A}$. Kada se ova vrednost pomnoži sa $0,7 \text{ V}$, dobija se snaga od $P = 1 \text{ MW}$.

- Da bi se izračunao molarni protok, prvo se računa ulazni protok u katodu:

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT} = \frac{100\,000 \text{ Pa}}{(8,314472 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})(273 \text{ K})} = 45 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \quad (8)$$

$$\text{pa je molarni protok za } 2,67 \times 10^5 \text{ l/s: } 267 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times 45 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{min}}{60 \text{ s}} = 200,25 \frac{\text{mol}}{\text{s}}. \quad (9)$$

Koristeći stehiometrijske reakcije i računicu da $7,5 \text{ mol/s}$ vodonika reaguje na anodi, dolazi se do zaključka da $3,75 \text{ mol/s}$ kiseonika reaguje na katodi. Prema tome, izlazni protok na katodi je $200,25 - 3,75 = 196,5 \text{ mol/s}$.

c) Pošto je izvršen inicijalni proračun protoka materije i energije, potrebno je uraditi bilans energije celog sistema. Posle identifikacije odgovarajuće bilansne jednačine, potrebno je izračunati entalpiju reakcije, što dovodi do jedne jednačine (bilans energije) sa jednom nepoznatom - temperaturom na ulazu iz anode.

$$800 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = \sum_{\text{na izlazu}} \dot{n}_i \hat{H}_i - \sum_{\text{na ulazu}} \dot{n}_i \hat{H}_i$$

$$= \left(\dot{n}_{H_2, \text{izl}} \hat{H}_{H_2, T_{a, \text{izl}}} + \dot{n}_{H_2O, \text{izl}} \hat{H}_{H_2O, T_{a, \text{izl}}} + \dot{n}_{N_2, \text{izl}} \hat{H}_{N_2, T_{c, \text{izl}}} + \dot{n}_{O_2, \text{izl}} \hat{H}_{O_2, T_{c, \text{izl}}} \right)$$

$$- \left(\dot{n}_{H_2, \text{ul}} \hat{H}_{H_2, T_{a, \text{ul}}} + \dot{n}_{N_2, \text{ul}} \hat{H}_{N_2, T_{c, \text{ul}}} + \dot{n}_{O_2, \text{ul}} \hat{H}_{O_2, T_{c, \text{ul}}} \right) \quad (10)$$

Iz izraza (10) se dobija nepoznata vrednost entalpije $\hat{H}_{H_2, T_{a, \text{ul}}}$ koja iznosi $16,8 \text{ kJ/mol } H_2$.

Ova vrednost je dostignuta pri 600°C (Tabela B8 u [6]), što predstavlja ulaznu temperaturu na anodi.

d) Efikasnost SOFC je određena na dva načina. Uz pretpostavku da neiskorišćeni vodonik može biti recikliran, efikasnost gorive ćelije je 0,56. Međutim, ukoliko se vodonik ne reciklira, pretpostavljamo da je neiskorišćeni vodonik izgubljen, pa je u tom slučaju vrednost efikasnosti (koja više odgovara realnom procesu) $\eta = 0,42$.

6. ZAKLJUČAK

Danas najznačajniji ekološki problemi na planeti (globalno zagrevanje, oštećenje ozonskog omotača, zagađenje vazduha), mogu biti ublaženi, a u narednom periodu i u potpunosti stavljeni pod kontrolu, primenom gorivih ćelija kao energetskog izvora, što korespondira uvođenju i širenju vodonične ekonomije, kao energetskog sistema budućnosti.

Tehnički proračun prikazan u ovom radu se bazira na energetskom bilansu koji definiše električne performanse SOFC gorive ćelije. Energetski bilans, kroz SOFC gorivu ćeliju, zasniva se na apsorpciono-emisionim procesima koji se odigravaju u ćeliji i tako obezbeđuju električnu snagu gorive ćelije. Na osnovu početnih podataka, izračunata je jačina struje (1,45x106A), a na osnovu nje dobija se snaga gorive ćelije (P=1,015 MW). Takođe je određen molarni protok sa katode koji iznosi 196,5 mol/s. Treba naglasiti da u zavisnosti od tipa gorive ćelije zavisi i energetski bilans zbog različitog tipa reakcija koje se odigravaju u ćeliji.

Na osnovu bilansa energije i pretpostavke da je proces adijabatski, uz vrednost entalpije reakcije dobijaju se svi molarni protoci na ulazu i izlazu iz gorive ćelije i tako određuje entalpija vodonika na ulazu anode, koja iznosi 16,8 kJ/mol pri temperaturi od 600 °C.

Izračunata je efikasnost ove gorive ćelije u idealnim i realnim uslovima, tj. kada se hemijska energija goriva iskoristi u potpunosti ($\eta=56$) i kada se iskoristi delimično ($\eta=42$ - ireverzibilan proces).

7. LITERATURA

1. <http://www.fuelcells.org/info/library/fchandbook.pdf> (Pristupljeno: 29.02.2012.)
2. M. Nimrihter, M. Živanov, Lj. Živanov, Ekonomski aspekti primene gorivih ćelija, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad (2006).
3. www.scribd.com (pristupljeno: 21.12.2011.)
4. <http://hr.wikipedia.org> (pristupljeno: 21.12.2011.)
5. <http://www.cafcp.org/aboutus.htm> (Pristupljeno: 10.04.2012.)
6. R.M. Felder, R.W. Rousseau, Elementary Principles of Chemical Processes, 3rd Edition, Wiley (2005).

Kratka biografija:



Igor Karanović rođen je u Baču 1983. god. Diplomski - Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva - Energetika i procesna tehnika odbranio je 2012. god.

DIZAJNIRANJE CEVNOG DAVAČA GORIVA SA ŽIČANIM POTENCIOMETROM

DESIGNING THE FUEL MEASURING TUBE WITH WIRE POTENTIOMETER

Dragan Rupar, Milenko Sekulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Dizajn proizvoda je danas uz marketing najmoćnije oružje u nemilosrdnoj borbi za opstanak na tržištu i on je jedan od najvažnijih ne-cenovnih faktora koji određuju uspeh proizvoda. U početnoj fazi razvoja proizvoda, uloga dizajna je da stvori tržišni proizvod od inovacija. Kako životni ciklus proizvoda sazreva, više takmičara ulazi na tržište i ključna uloga dizajna je u diferencijaciji proizvoda kroz kvalitet, izgled, performanse, lakoću korišćenja, pozdanost itd...U radu je prikazan razvoj dizajna cevnog davača goriva sa žičanim potencijometrom, uz primenu savremenih digitalnih softvera.

Abstract – Product design along with marketing makes a very powerful weapon in the ruthless survival fight for market. It is one of the most important factors that are not related to price and they determine the final cost of the product. The role of design in the start is to create an innovative product which can make success on the market. The key role of product design is to make a product which has something more to offer, better quality, nicer exterior, better performance, easier to use, reliability and so on. In this thesis it is shown a development of the fuel measuring tube with wire potentiometer using a modern digital softwares.

Ključne reči: dizajn proizvoda, digitalni softveri

1. UVOD

Dizajn proizvoda se može definisati kao intelektualni, tehnički i kreativni proces koncipiranja i oblikovanja predmeta, prostora, usluga i vizuelnih komunikacija. Treba ga shvatiti kao proces koji zahvata sve faze razvoja proizvoda (ili usluga) – od zamisli do konačnog plasmana na tržište. To je multi-disciplinarni proces koji obično uključuje tržište i tehnološka istraživanja, koncept dizajna, prototip, konačni razvoj proizvoda i testiranje, kao i post proizvodno prilagođavanje.

Dizajn proizvoda je moćno oružje u borbi za opstanak i odnosi se na izbor kombinacije funkcionalnih, strukturnih i estetskih obeležja. On je budućnost razvoja proizvoda, te su mnoge razvijene države ugradile dizajn kao jedan od glavnih pokretača strateškog razvoja i konkurentnosti svojih privreda.

U radu je prikazan razvoj dizajna novog cevnog davača goriva sa žičanim potencijometrom, primenom savremenih digitalnih softvera, kao što je 3D Studio Max. Razvijeno rešenje je nastalo kao posledica detaljne analize postojećih rešenja davača goriva.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milenko Sekulić, vanredni profesor.

2. OSNOVNI CIKLUS DIZAJNA

Proizvodi se dizajniraju i prave zbog svojih funkcija. Da bi se dizajnirao proizvod mora se shvatiti (zamisliti) njegova upotreba i naći pogodna geometrijska i fizičko-hemijska forma celog proizvoda i njegovih delova, tako da namenjena funkcija ili funkcije mogu biti ispunjene. Posmatrano na ovaj način **jegro (srž) dizajniranja** se sastoji u rezonovanju (razumevanju) funkcije, oblika i upotrebe. Da bi se razumela priroda dizajniranja proizvoda mora se razumeti priroda samog procesa rezonovanja.

Pod **oblikom proizvoda** se podrazumeva geometrijski oblik (geometrija, uključujući veličinu), kao i fizičko-hemijski oblik (materijal). **Funkcija** je namenjena sposobnost proizvoda da promeni nešto u okruženju tog proizvoda (uključujući i sam proizvod). Ispunjavanjem funkcije proizvoda mogu da se zadovolje **potrebe i realizuju vrednosti**. Međutim, često dizajneri startuju od inicijalne (početne) ideje o funkciji (funkcijama) novog proizvoda, pa onda idu u pravcu oblika proizvoda.

U mnogim slučajevima, naročito kod inovativnih proizvoda, režim i uslovi korišćenja nisu činjenice koje dizajner realno poznaje, ali ih mora zamisliti (predvideti) zajedno sa oblikom proizvoda i stoga suštinski predstavljaju deo dizajna. Dakle, dizajniranje proizvoda obuhvata više od dizajniranja materijalnih stvari, već takođe obuhvata i dizajn njihove upotrebe (korišćenja).

Ako se poznaje geometrijski i fizičko-hemijski oblik proizvoda mogu se u principu predvideti njegove karakteristike (osobine). Ako se poznaje i okruženje u kome će se proizvod koristiti, onda se može predvideti da li će proizvod raditi ili ne.

Broj mogućih rešenja problema dizajna je u principu čak bezbrojan! Bez obzira na značaj naučnih znanja, sistemskog pristupa i modernih mogućnosti za simulaciju, bez intuicije i kreativnosti proces dizajna neće biti u stanju da ide dalje. Samo znanje nije dovoljno da napravimo proizvod. Proizvodnja novih ideja zahteva kreativnost i intuiciju, ne samo u domenu dizajna proizvoda, već u svim domenima dizajna.

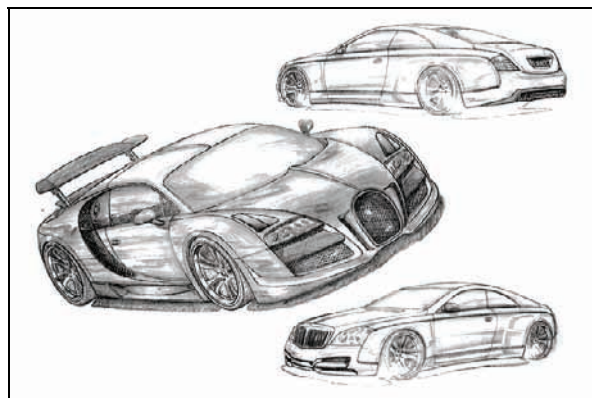
U modernoj industrijskoj kompaniji dizajn novog proizvoda nije izolovana aktivnost. Dizajn proizvoda je ugrađen u širi proces, koji se zove „razvoj proizvoda“. „Razvoj proizvoda“ obuhvata razvoj proizvoda zajedno sa planom njegove proizvodnje, distribucije i prodaje. Ovaj veći proces se takođe naziva i „razvoj novog biznisa“. Razvoj proizvoda je deo procesa inovacije proizvoda. Inovacija proizvoda obuhvata sve aktivnosti koje prethode uvođenju novog proizvoda na tržište, odnosno inovacija obuhvata razvoj, kao i realizaciju novih proizvoda ili proizvodni proces kompanije.

Osnovni ciklus dizajna je najosnovniji model dizajniranja, jer se ovaj ciklus može naći u svim fazama procesa dizajna i primenjiv je za probleme dizajna, bez obzira na njihovu prirodu. On se sastoji od **definisanja funkcije novog proizvoda, analize problema, specifikacije kriterijuma (performansi), sinteze (definisanja privremenog dizajna), simulacije, procene privremenog dizajna i donošenja odluke**. Polazna tačka u dizajniranu proizvoda je funkcija novog proizvoda, tj. namenjeno ponašanje u najširem smislu te reči. Funkcija ne sadrži samo tehničke funkcije, već i psihološke, socijalne, ekonomske i kulturne funkcije koje proizvod treba da ispuni. U **fazi analize problema** dizajner formira ideju o tome koji problem treba da reši novi proizvod i formuliše kriterijume koje treba da ispuni predloženo rešenje, u prvoj varijanti dosta široko (potpuno), a u kasnijim iteracijama tačnije i kompletnije. Spisak kriterijuma se zove „**specifikacija performansi**“. Specifikacija performansi obuhvata sve vrste odluka, u pogledu pravca, u kome će se rešenje tražiti. Sastavljanje specifikacija je zbog toga originalna aktivnost dizajna. **Sinteza** je najmanje opipljiva faza od svih faza ciklusa, jer ljudska kreativnost igra najvažniju ulogu. Korak sinteze je trenutak opredmećenja i opisa ideje u bilo kom obliku (verbalno, skica, crtež, model itd...). Rezultat faze sinteze se zove **privremeni (provizorni) dizajn** i on još uvek nije ništa više od mogućnosti, vrednost koja može postati očigledna samo u kasnijim fazam ciklusa dizajna. **Simulacija** je formiranje slike o ponašanju i karakteristikama dizajniranog proizvoda, rasuđivanjem i/ili testiranjem modela, što prethodi stvarnoj proizvodnji i upotrebi proizvoda. **Procena** je uspostavljanje „vrednosti“ ili „kvaliteta“ privremenog dizajna. **Procena** se radi poređenjem očekivanih osobina (karakteristika) sa željenim karakteristikama koje se nalaze u specifikaciji dizajna. Kao i uvek postojaće razlike između ove dve vrste osobina, te će morati da se sudi da li su razlike prihvatljive ili ne. Poslednje faza koja sledi je **odluka**: nastaviti (razraditi predlog dizajna) ili pokušati ponovo (generisati bolji predlog dizajna). Obično **prvi privremeni dizajn** neće biti prava „meta“ i dizajner će morati da se vrati na korak sinteze, da uradi bolju drugu, treću ili možda desetu iteraciju.

3. SKICIRANJE-DIZAJNERSKI VIZUELNI JEZIK

Skiciranje se kroz vreme pokazalo kao najpodesniji način za prikazivanje ideja, njihov razvoj kao rešavanje i definisanje problema. Pre pojave papira skiciranje je vršeno na primitivnim elementima i materijalima dok se u današnje vreme najčešće koristi papir i digitalni mediji. Osnovna prednost skiciranja jeste ta što zamišljenu ideju predstavlja na papiru ili drugom mediju i tako omogućava autoru, dizajneru daljnje unapređivanje koncepta-iteracija. Tokom vremena kroz praksu je dokazano da skiciranje ima četiri glavna polja primene, a da su sve ostalo samo varijacije na teme. Ova polja primene su istraživanje, ispitivanje, objašnjavanje i ubeđivanje. Iako današnje vreme nudi mnoge tehnološke olakšice kompjutere i baze podataka, skiciranje je ipak i dalje nezaobilazan deo predstavljanja ideje. Skiciranjem se predstavlja najkraće rešenje i ukazuje najbrži put ka funkciji zaključku i odredištu. Početne skice se koriste radi objašnjavanja, a

dalje se mogu po potrebi unapređivati čak i do finalnog proizvoda. Mediji, alat za skiciranje su najčešće grafitne olovke kako alatke u boji, markeri onosno flomasteri, prskalice, pasteli, razne vodene boje (gvaš), digitalni softveri.



Slika 1. Skice automobila [1]

3.1. Primena digitalnih softvera za dizajniranje novih proizvoda

3D modeli se primenjuju u raznim granama industrije. U medicini se koristi softver za izradu detaljnih modela organa, filmska industrija koristi za izradu objekata i manipulisanje karakterima i objektima za animaciju i foto realistične video zapise. Industrija video igrice koristi softver ovakog tipa za izradu izgleda video igara. Naučni sektor se smatra za najvećeg korisnika softvera za izradu trodimenzionalnih modela, te se u ovoj grani isti koristi za izradu molekularnih struktura i modela hemijskih elemenata. Arhitektonska industrija izgrađuje zamišljene modele zgrada, kuća, mostova itd u tačno definisanom prostoru. Softver se može koristiti i u kućnoj sredini na personalnim računarima koji svakog dana bivaju sve jači i brži, te imaju mogućnosti renderovanja velikih animacija u video zapise raznih formata. Među programima za trodimenzionalno modeliranje nalazi se 3DS Max kao tipičan predstavnik grupacije softvera ovog tipa.



Slika 2. 3D model motora aviona [2]

4. PREGLED POSTOJEĆIH REŠENJA DAVAČA GORIVA

Trenutno na tržištu postoji više vrsta davača goriva:

- Polužni davač bez amortizera
- Polužni davač sa amortizerom
- Cevni davač sa štampanim potencijometrom

U nastavku rada će biti dat kratak opis funkcionisanja napred navedenih davača.

4.1. Polužni davač goriva bez amortizera

Za polužne davače na priрубnicu su zavarene dve cevi, kroz centralnu cev se usisava gorivo, a na drugu se vraća višak goriva. Na cevi za usis goriva je zavaren nosač na koji se montira polukružno potencijometar u čijem centru se montira poluga. Na jednom kraju poluge se nalazi plovak a na drugom kontakt koji klizi po potencijometru. Iz potencijometra su izvedene dve žice koje se vode do mernog instrumenta koji meri otpor a umesto otpora pokazuje nivo goriva. Pošto su rezervoari nepravilnog oblika to količina goriva u rezervoaru nije linearno proporcionalna visini plovka. Zato se žica na potencijometru mota sa promenljivim korakom.



Slika 3. Polužni davač goriva bez amortizera [3]

4.2. Polužni davač goriva sa amortizerom

Davač goriva bez amortizera ima malu manu da prilikom naglog koćenja nivo goriva se menja i automatski davač pokazuje 25 % više goriva.

Posle kratkog vremenskog perioda davač se vraća u normalu i pokazuje tačan nivo goriva. Da bi se ublažio ovaj problem urađen je polužni davač sa amortizerom. Amortizer je ustvari jedan klip koji se montira u cilindar a vezan je za polugu na kojoj se nalazi plovak. Zazor između klipa i cilindra i rupica na kraju cilindra omogućuju prigušuju kretanje klipa, a time i poluge pri nagloj promeni nivoa goriva u rezervoaru.



Slika 4. Polužni davač goriva sa amortizerom [3]

4.3. Cevni davač goriva sa štampanim potencijometrom

Da bi se povećala stabilnost pokazivanja nivoa goriva i preciznost davača urađen je cevni davač sa štampanim potencijometrom. Potencijomer je urađen debeloslojnom tehnikom sa dva namaza na finoj keramici: otporni sa strane i prvodni popreko sa nagibom. Posle pećenja na 850 °C vrši se trimovanje podešavanje otpora prema visini. Ovo trimovanje može obezbediti vrlo preciznu proporciju otpora sa količinom goriva na odgovarajućoj visini ako se radi sa laserom vođenim sa računarom. Cevni davač goriva sa štampanim potencijometrom rešava stabilnost kazaljke pokazivača nivoa goriva na pouzdan i jednostavan način, tako što se odvaja nivo goriva ispod plovka od nivoa goriva u rezervoaru zatvorenom cevi na čijem dnu je otvor prečnika 3 mm. Ovaj otvor vrši prigušenje tako da se nivo goriva ispod plovka mnogo sporije menja nego nivo goriva u rezervoaru pri naglom koćenju.



Slika 5. Cevni davač goriva sa štampanim potencijometrom [3]

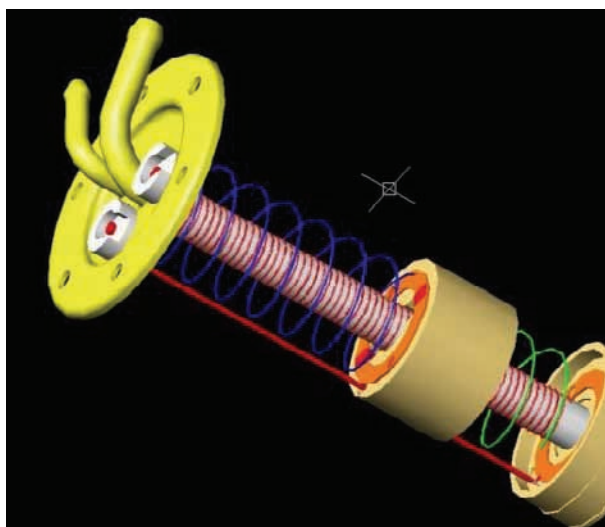
5. PRIMENA SOFTVERA 3D STUDIO MAX ZA DIZAJNIRANJE CEVNOG DAVAČA GORIVA SA ŽIČANIM POTENCIOMETROM

Cevni davač sa žičanim potencijometrom rešava stabilnost kazaljke pokazivača nivoa goriva na pouzdan i jednostavan način, tako što se odvaja nivo goriva ispod plovka od nivoa goriva u rezervoaru zatvorenom cevi na čijem dnu je otvor prečnika 3 mm. Ovaj otvor vrši prigušenje tako da se nivo goriva ispod plovka mnogo sporije menja nego nivo goriva u rezervoaru pri naglom koćenju. Druga prednost ovog davača je što je žičani potencijomer na celoj visini davača te se daleko preciznije može namotati da otpor na određenoj visini odgovara stvarnoj količini goriva u rezervoaru. Vreme reglaže je svedeno samo na kontrolu otpora na karakterističnim tačkama. Težina ovog davača je oko 200 gr.

Cilj rada je bio da se primenom softvera za 3D modeliranje, 3DS MAX, unapredi dizajn postojećeg cevnoг davača i razvije novi tip davača sa žičanim potencijometrom kako bi se poboljšala funkcija, pouzdanost i sveukupni kvalitet cevnoг davača.

Prva faza modeliranja je urađena u Mechanical Desktopu (slika 6.) odakle je kasnije model prebačen

međuprogramskom konverzijom u odgovarajući format kako bi se mogao uvesti u softver 3DS MAX-u odakle se nastavlja druga faza modeliranja u 3DS MAX-u.



Slika 6. Modeliranje novog proizvoda u Mechanical Desktopu

Kao rezultat rada dobijen je novi cevni davač sa žičanim potencijetrom, dizajniran u 3D Studio Max-u, a dizajn koji je usvojen moguće je videti na slikama od 7 do 10.



Slika 7. Model 1 dobijen u 3DS Max-u



Slika 8. Model 2 dobijen u 3DS Max-u



Slika 9. Model 3 dobijen u 3DS Max-u



Slika 10. Cevni davač pre ugradnje u vozilo

6. ZAKLJUČAK

Pojavom industrijalizacije i globalizacije, došlo je do velike ponude istih proizvoda od različitih proizvođača na jednom geografskom području, čime ponuda premašuje potražnju. Dobar dizajn je osnovni preduslov za uspeh prodaje jednog proizvoda. U radu je prikazana primena softvera za 3D modeliranje pri dizajniranju novog rešenja cevnog davača sa žičanim potencijetrom. Softveri za 3D modeliranje su moćni alati koji omogućavaju dizajnerima visok nivo fleksibilnosti i komforosti u radu, kao i sjajan vizuelni efekat pri prezentaciji usvojenog rešenja dizajna.

7. LITERATURA

- [1] <http://sr.wikipedia.org/>
- [2] www.designboom.com
- [3] Autorska fotografija

Kratka biografija:



Dragan Rupar rođen je u Novom Sadu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog dizajna odbranio je 2013.god.



Milenko Sekulić rođen je u Prijepolju 1966. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2012. je zvanju vanrednog profesora. Uža naučna oblast su procesi obrade skidanjem materijala i simulacije.

PMMA NANOKOMPOZIT OJAČAN ČESTICAMA SiO₂**PMMA NANOCOMPOSITE REINFORCED WITH SiO₂ NANOPARTICLES**Bojan Bandić, Sebastian Baloš; *Fakultet tehničkih nauka Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je eksperimentalno ispitivanje uticaja nanočestica SiO₂ na mehaničke osobine novodobijenog nanokompozitnog materijala na bazi PMMA. Izvršeno je ispitivanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti osnovnog materijala, kao i materijala sa tri različita sadržaja nanočestica SiO₂: 0,05; 0,2 i 1,5 %. Pored toga, izvršena je DSC analiza i analiza površina preloma metodom SEM/EDX. Dobijeni rezultati pokazali su da je optimalni uzorak sa dodatkom 0,05 % nanočestica. Osnovni razlog leži u činjenici da se pri većim sadržajima nanočestica stvaraju aglomerati, čime se ostvaruje neravnomerna distribucija nanočestica i neravnomerno ojačavanje materijala po zapremini.

Abstract – In this work, the influence of SiO₂ nanoparticle on the mechanical properties of PMMA is investigated. Flexural strength and flexural modulus of the basic material and three materials obtained by mixing of: 0.05; 0.2 and 1.5% nanosilica into PMMA were tested. Furthermore, DSC and fracture surface SEM/EDX analyses were performed. The results confirmed that the optimal nanosilica content is 0.05 %. The main reason is the agglomeration at higher nanosilica contents, which leads to an uneven nanoparticle distribution and uneven reinforced field.

1. UVOD

Naziv nanokompozit koristi se za opisivanje širokog spektra materijala u kojima bar jedna komponenta ima submikronske dimenzije (<1 μm). Prema restriktivnijoj definiciji, pravi nanokompozitni materijali su potpuno novi materijali (hibridi) u kojima komponente ili strukture nanometarskih dimenzija doprinose istinski novim svojstvima koja ne poseduju klasični kompozitni materijali ili čiste komponente [1].

Jedan od tipičnih materijala koji predstavlja pogodnu osnovu za ojačavanje je polimetilmetakrilat (PMMA). Ovaj polimerni materijali pronašao je široku primenu u inženjerskoj praksi, a posebno je često korišćen za izradu zubnih proteza, kao i materijala za podlaganje i reparaciju zubnih proteza. PMMA preporučuje visoka transparentnost, odnosno estetski izgled i biokompatibilnost [2]. S druge strane, mehaničke osobine PMMA u nekim slučajevima nisu dovoljne, tako da postoji značajan prostor za unapređenje. Jedna od vrlo pogodnih metoda za poboljšanje mehaničkim osobina PMMA je dodavanje nanočestica SiO₂ [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Sebastijan Baloš, docent.

Jedan od problema pri sintezi nanokompozitnih materijala generalno, pa i onih na bazi PMMA je formiranje aglomerata i agregata. Aglomerati i agregati predstavljaju svjevrsan spoj velikog broja nanočestica. Na taj način, dolazi do svojevrsnog osiromašenja ostatka materijala osnove u nanočesticama, tako da se ne ostvaruje odgovarajuća distribucija nanočestica i samim tim, ne postiže preklapanje ojačavajućih polja. To dovodi do neravnomernog ojačavanja, odnosno, nedovoljnog ojačavanja materijala osnove [4].

Za izbegavanje pojave, odnosno smanjenja verovatnoće spajanja nanočestica, primenjuju se različite metode:

1. Nanošenje sloja istopolnih jona (naelektrisanje površine čestice), što izaziva međusobno odbijanje nanočestica,
2. Nanošenjem polimernog sloja na nanočestice, što uzrokuje stvaranje hidrofobnog ili hidrofilnog efekta u zavisnosti od vrste sredine. Takve čestice se međusobno odbijaju. Sekundarno polimerni sloj može da se spoji okolnim polimernim lancima i stvori 3d strukture.
3. Unos relativno malih količina nanočestica, čime se pri umešavanju povećavaju srednja rastojanja između individualnih nanočestica, što takođe može da smanji verovatnoću međusobnog sajanja, odnosno formiranja aglomerata i agregata.

U ovom radu, izvršeno je eksperimentalno ispitivanje mehaničkih osobina nanokompozitnog materijala na bazi PMMA ojačanog nanočesticama SiO₂, pri čemu je ispitana mogućnost dodavanja vrlo malih količina nanočestica sa hidrofobnim polimernim slojem.

2. EKSPERIMENTALNI RAD

U eksperimentu je korišćen komercijalni autopolimerizujući akrilat Gamenika Simgal R. Ovaj materijal se sastoji od praha i tečnosti. Prah i tečnost preparata Simgal-R se sastoji od metilmetakrilat-polimera (polimetilmetakrilat-PMMA), male količine inicijatora (benzoi peroksida C₁₄H₁₀O₄) i neorganskih pigmenata (boje), dok se tečna komponenta sastoji od metilmetakrilat-monomera i male količine ubrzivača (N,N-dimetil-para-toluidin CH₃C₆H₄N(CH₃)₂). Pri mešanju dve komponente, inicijator i ubrzivač reaguju, dovode do formiranja slobodnih radikala, koji dalje uzrokuju proces radikalne polimerizacije materijala. Materijal tipa Simgal-R je namenjen za reparature naprslih ili slomljenih proteza, indirektno ili direktno

podlaganje proteza, dodavanje zuba ili kukica u protezi i dr [3].

Nanočestice korišćene u radu su Degussa Aerosil R812, sastava SiO₂. Veličina nanočestica je 7 nm, sa hidrofobnim polimernim omotačem HDMS (heksamethildisiloksan).

Postupak izrade je standardan za materijal tipa Simgal-R, uz modifikaciju umešavanja nanočestica u tečnu komponentu. Po 4.5 ml tečne komponente se odmerava u posude u kojima su prethodno smeštene SiO₂ nanočestice. Sadržaj nanočestica je takav, da se nakon procesa mešanja i polimerizacije, dobije različita razmera sadržaja nanočestica u uzorcima (0; 0,05; 0,2 %; 1,5 %). Zatim se u sudove postavi po jedna kapsula – magnetni dipol obložen keramikom Al₂O₃, nakon čega se sudovi postavljaju na magnetni mešać tipa IKA C-MAG HS 7. Nakon toga, posude se postavljaju u ultrazvučnu kadu tipa PS-20A, kako bi se eliminisali eventualno nastali aglomerati. Tretman traje 10 min. Nakon ultrazvučne kade, supstanca sa nanočesticama se vraća ponovo na magnetnu mešalicu da bi se čestice stabilizovale. Mešanje traje 2 minuta. Potom, tečna komponenta se meša sa prahom, prvo polovina tečnosti, a nakon ručnog mešanja i druga polovina tečnosti uz ponovno mešanje. Nakon toga, masa se uliva u kalupe. Kalupi su isecani iz profila od legure aluminijuma, pravougaonog poprečnog preseka na dimenzije 40 x 80 x 5mm. Konačni izgled uzoraka prikazan je na Slici 1. Potrebno je posvetiti posebnu pažnju ravnomernom ulivanju, kako bi se izbegla pojava poroznosti.



Slika 1 Uzorci izvađeni iz kalupa

Nakon polimerizacije, odnosno očvršćavanja, uzorci se isecaju na uređaju Struers Discotom, uz intenzivno hađenje emulzijom. Konačne dimenzije uzoraka sa poprečnim presekom od 6 x 2,5 mm dobijaju se na uređaju za brušenje metalografskih uzoraka Struers Knuth Rotor. Obrada brušenjem izvršena je upotrebom brusnih papira različite granulacije (400, 1000). Uzorci su podeljeni u četiri grupe. Iz svake grupe (0; 0,05; 0,2 %; 1,5 %), izrađeno je po pet uzoraka, Slika 2.



Slika 2 Numerisani uzorci

Ispitivanja mehaničkih osobina podrazumevala se izpisivanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti. Izračunavanje savojne čvrstoće izvršeno je upotrebom sledećeg izraza:

$$\sigma_{SM} = \frac{3 \cdot F_{SM} \cdot l_s}{2 \cdot b \cdot h^2} [MPa] \quad (1)$$

Gde je: l_s – rastojanje između oslonaca [mm], b – širina uzorka [mm], h – visina uzorka [mm] i F_{SM} – maksimalna sila pri savijanju [N]

Izračunavanje modula elastičnosti izvršeno je prema sledećem izrazu:

$$E = \frac{\Delta F \cdot l_s^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f_l} [GPa] \quad (2)$$

Gde je: ΔF – razlika u silama [N], l_s – rastojanje između oslonaca [mm], Δf_l – razlika u uigibima [mm], b – širina epruvete [mm] i h – visina epruvete [mm].

Rezultati mehaničkih osobina statistički su analizirani metodom ANOVA. Pored toga, izvršeno je ispitivanje diferencijalnom skenirajućom kalorimetrijom (DSC), dok su površine preloma ispitane na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM), uz primenu elektronske mikroanalize (EDX).

3. REZULTATI ISPITIVANJA

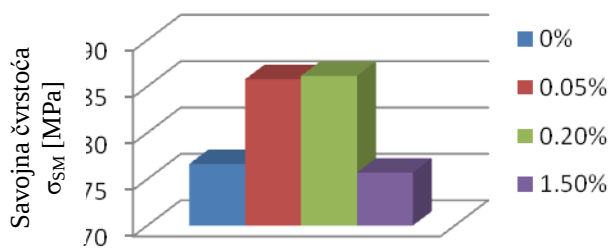
Rezultati savojne čvrstoće i modula elastičnosti su prikazani tabelarno (Tabele 1 i 2) i dijagramski (Slike 3 i 4). U Tabeli 1 prikazani su rezultati ispitivanja savojne čvrstoće, standardna devijacija i rezultat parametra p , koji opisuje statističku značajnost razlike između modifikovanih uzoraka (0,05; 0,2 %; 1,5 % SiO₂) i kontrolnog uzorka sa 0 % SiO₂.

Tabela 1 Savojna čvrstoća, standardna devijacija i parametar p (ANOVA)

	Savojna čvrstoća σ_{SM} [MPa]	Standardna devijacija [MPa]	parametar p
0 % SiO ₂	76,64	4,69	-
0,05 % SiO ₂	85,79	5,69	0,038139*
0,2 % SiO ₂	86,15	5,59	0,031398*
1,5 % SiO ₂	75,72	5,41	0,80286

*Ako je parametar $P < 0.05$ statistička razlika u odnosu na kontrolni uzorak je značajna.

Iz Tabele 1 se vidi da je najveća vrednost savojne čvrstoće dobijena kod uzorka sa 0,2% nanočestica, dok nešto manju vrednost savojne čvrstoće ima uzorak sa 0,05% nanočestica. Oba uzorka imaju statistički parametar p manji od 0,05, što znači da je njihova razlika u odnosu na kontrolni uzorak statistički značajna. Na Slici 3, dijagramski je prikazan uticaj sadržaja nanočestica na savojnu čvrstoću. Iz Tabele 1 i sa Slike 3 vidi se da sadržaj nanočestica od 1,5 % rezultuje smanjenjem savojne čvrstoće.



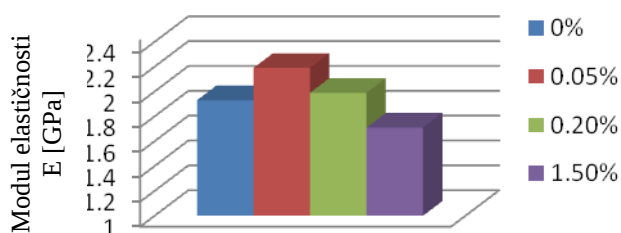
Slika 5. Savojna čvrstoća u funkciji od sadržaja nanočestica.

U Tabeli 2 i na Slici 6 dati su rezultati ispitivanja modula elastičnosti. Iz Tabele 2 se vidi da najveći modul elastičnosti ima uzorak sa 0,05 % SiO_2 , a najmanji sa 1,5% SiO_2 . Ova poslednja vrednost je manja u odnosu na kontrolni uzorak. Najveća vrednost rezultata na uzorku 0,05% SiO_2 statistički je značajno veća u odnosu na kontrolni uzorak.

Tabela 2 Modul elastičnosti, standardna devijacija i parametar p (ANOVA)

	Modul elastičnosti E [GPa]	Standardna devijacija [MPa]	parametar p
0 % SiO_2	1,93	0,049	-
0,05 % SiO_2	2,19	0,085	0,000759*
0,2 % SiO_2	1,99	0,15	0,432619
1,5 % SiO_2	1,71	0,10	0,005103

*Ako je parametar $P < 0.05$ statistička razlika u odnosu na kontrolni uzorak je značajna.

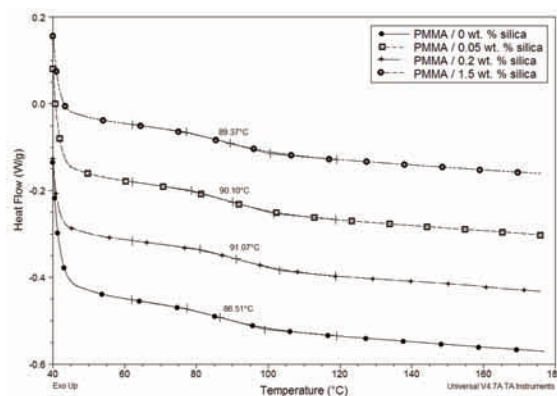


Slika 6. Modul elastičnosti u funkciji od sadržaja nanočestica.

DSC krive su prikazane na Slici 7. Vidi se da su vrednosti temperature ostakljivanja veće kod uzoraka sa nanočesticama nego kod kontrolnog uzorka. Razlike između kontrolnog uzorka i uzorka sa 0,05% SiO_2 su i do 5 °C dok su razlike između uzoraka sa nanočesticama relativno male.

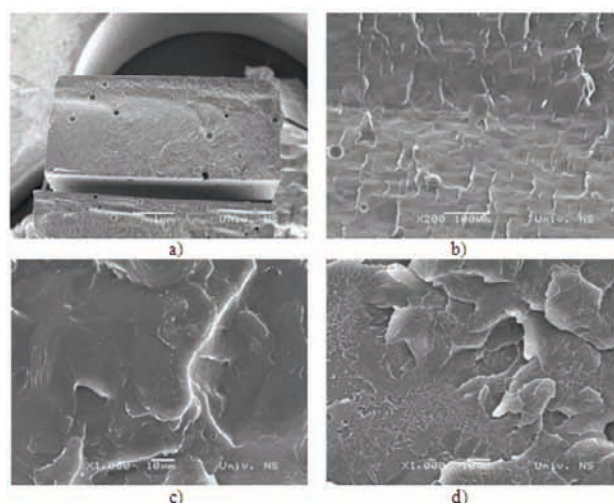
Najvišu temperaturu ostakljivanja pokazao je uzorak sa 0,2 % SiO_2 dok je najmanju pokazao uzorak sa 1,5 % SiO_2 .

Zapaža se da sa porastom sadržaja nanočestica u osnovi, temperatura ostakljivanja pada.

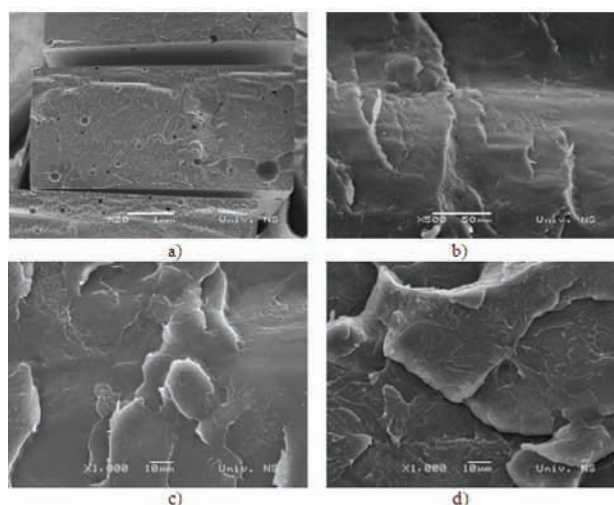


Slika 7. DSC dijagram

SEM analiza površina preloma je kod svih uzoraka pokazala krti lom u obe zone, pritisknoj i zateznoj, Slike 8 i 9. Na površini preloma prisutne su tzv. rečne šare, tipičan pokazatelj krtog loma.

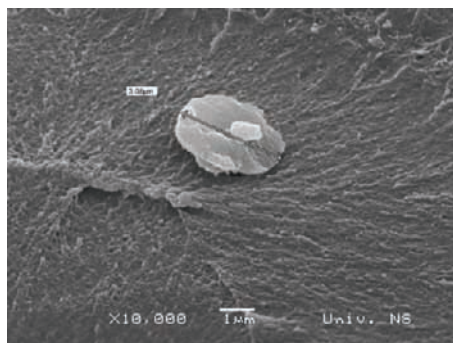


Slika 8 Uzorak sa 0% SiO_2 a) makro izgled površine preloma sa zateznim opterećenjem dole i pritisknim gore, b) prelazna zona između zatezne i pritiskne zone, c) detalj pritiskne zone, d) detalj zatezne zone.



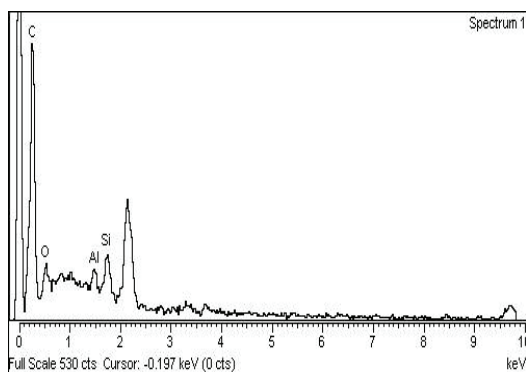
Slika 8 Uzorak sa 0.05% SiO_2 a) makro izgled površine preloma sa zateznim opterećenjem dole i pritisknim gore, b) prelazna zona između zatezne i pritiskne zone, c) detalj pritiskne zone, d) detalj zatezne zone.

SEM i EDX analiza je potvrdila prisustvo aglomerata kod uzorka sa 1,5 % SiO_2 . U sistemu rada SEM sa povratnim elektronima (back scattering – BS), otkriveno je prisustvo faza drugačijeg hemijskog sastava u odnosu na okolni materijal, što bi se moglo protumačiti kao prisustvo aglomerata, Slika 9.



Slika 9 Aglomerat

EDX analiza, Slika 10, pokazala je prisustvo silicijuma i kiseonika u otkrivenim fazama sa Slike 9. Ovo nedvosmisleno pokazuje da je aglomerat upravo tipa SiO_2 , što odgovara sastavu upotrebljenih nanočestica.



Slika 10 Rezultat EDX analize

4. DISKUSIJA

Povećanje mehaničkih osobina modifikovanih uzoraka u odnosu na kontrolni uzorak iznosi 12,4% za savojnu čvrstoću i 13,5% za modul elastičnosti. Povećanje savojne čvrstoće kod uzorka sa 0,2% nanočestica u odnosu na kontrolni uzorak iznosi 12,4%, dok povećanje savojne čvrstoće kod uzorka sa 0,05% nanočestica u odnosu na kontrolni uzorak iznosi 13,5%. Međutim pri ispitivanju savojne čvrstoće 0,05% SiO_2 , dobijena vrednost je gotovo jednaka sa vrednošću savojne čvrstoće dobijenom sa 0,2% nanočestica (povećanje od 12 %). Iz tog razloga, može se konstatovati da je ukupno uzevši, optimalna koncentracija nanočestica SiO_2 u materijalu Simgal-R 0,05%. Povećanjem sadržaja nanočestica SiO_2 preko 0,2%, dolazi do smanjivanja i savojne čvrstoće i modula elastičnosti, s tim, da se vrednosti čak spuštaju ispod odgovarajućih vrednosti mehaničkih osobina kontrolnih uzoraka.

Najverovatniji razlog za ovu pojavu je pojava aglomerata, Aglomerati, kao što je i prikazano, imaju značajno veće dimenzije u odnosu na nanočestice (3,09 μm u odnosu na 7 nm), tako da u nastanku jednog aglomerata učestvuje vrlo velik broj nanočestica, čime se dobija neravnomeran

raspored u osnovi PMMA. Još veći značaj ima činjenica da pri opterećenju, odnosno kretanju prslina kroz materijal, ona postaje nestabilna, usled nailaska na aglomerate i loma aglomerata. Ova nestabilnost može da uzrokuje pad mehaničkih osobina, što je u skladu sa rezultatima dobijenim u radu. Rezultati DSC analize su pokazali da modifikovani uzorci daju bolje rezultate, odnosno imaju veće temperaturu ostakljivanja. Što je veća temperatura ostakljivanja, toliko je modifikovani (ojačani) sloj nanočestice deblji i samim tim, nakon preklapanja tih slojeva dolazi do homogenog ojačavanja materijala, čime se objašnjavaju veće mehaničke karakteristike uzoraka sa nanočesticama sa 0,05% i 0,2% SiO_2 .

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu prikazanih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Na mehaničke osobine polimera, a samim tim i PMMA može se uticati putem dodavanja nanočestica.
- Veličina čestica, njihov sadržaj i distribucija, kao i modifikator igraju značajnu ulogu pri sintezi nanokompozitnih materijala.
- Niži procenat SiO_2 u PMMA efikasniji je za dobijanje povećane savojne čvrstoće i modula elastičnosti.
- Optimalni sadržaj nanočestica SiO_2 iznosi 0,05 %, pri čemu se dobija statistički značajno povećanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti.
- -Povećanje sadržaja nanočestica preko 0,2% vodi ka negativnoj pojavi aglomerata, pri čemu dolazi do pada savojne čvrstoće i modula elastičnosti.
- -Lom aglomerata pri opterećenju izaziva pojavu nestabilnih prslina što uzrokuje smanjenje mehaničkih osobina.

LITERATURA

- [1] M. Ivanković: Polimerni nanokompozitni, Sveučilište u Zagrebu, 2007
- [2] V. Jerolimov: Osnove stomatoloških materijala, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2005.
- [3] S. Baloš, Uticaj mikrotalasnog zračenja na mehaničke karakteristike PMMA biopolimera, Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [4] S.Baloš, B.Pilić, B.Petronijević, I.Šarčev, D.Marković, S.Mirković: Improving mechanical properties of flowable dental composite resin by adding silica nanoparticles, Vojnosanitetski pregled, Novi Sad, Serbia. (in press).

Kratka biografija:



Bojan Bandić rođen je u Senti 1988. god. Master rad je odbranio 2013. god iz oblasti Proizvodno mašinstvo - Materijali.



Sebastian Baloš rođen u Somboru 1974. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a 2011. godine je biran u zvanje docenta iz oblasti Proizvodno mašinstvo - Materijali i tehnologije spajanja.

**ISPITIVANJE TOLERANCIJE RAVNOSTI OBRADENE POVRŠINE NA
KOORDINATNOJ MERNOJ MAŠINI (KMM)****EXAMINATION OF SURFACE FLATNESS TOLERANCE ON THE COORDINATE
MEASURING MACHINE (CMM)**

Goran Štrbac, Branko Štrbac, Miodrag Hadžistević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Odstupanja od ravnosti površina mašinskih elemenata imaju ozbiljan efekat na performance mašinskih delova. Kako je koordinatno merenje postalo dominantno u proizvodnoj metrologiji, inspekcija ravnosti vršena je na koordinatnoj mernoj mašini (KMM). Posmatran je uticaj broja mernih tačaka, metode filtriranja i asocijativne metode na rezultat odstupanja od ravnosti. Raspored tačaka na mernom predmetu uzet je nasumično preko generatora pseudo – slučajnih brojeva. Ispitivanje je vršeno na radnim predmetima različitog kvaliteta, tj. hrapavosti obrađene površine, dobijene različitim obradnim procesima. Rezultati su pokazali da obradni proces ima veliki uticaj na odstupanje od ravnosti ali i da hrapavost obrađene površine nema znatan uticaj na odstupanje od ravnosti.

Abstract – Deviation from the surface flatness of mechanical products has a serious impact on the performance of the mechanical parts. Since coordinate measuring has become dominant in the production metrology, the research on flatness was performed using a coordinate measuring machine (CMM). The paper deals with the influence of the sampling size, filtration method and association method on flatness deviation. Random distribution of points of a workpiece gained by the use of pseudorandom number generator was selected. The research was performed on workpieces of diverse quality, i.e. surface roughness, obtained in diverse processing conditions. Findings point to the conclusion that process variation significantly impacts flatness deviation, but, at the same time, surface roughness does not have a significant impact on flatness deviation.

Ključne reči: ravnost, hrapavost, koordinatne merne mašine

1. UVOD

Koordinatna metrologija se tokom poslednjih 50-tak godina pozicionirala kao dominantna merna tehnika u industrijskoj proizvodnji. Koordinatne merne mašine (KMM) su instalirane u mnogim proizvodnim fabrikama, medicinskim laboratorijama, naučno istraživačkim centrima, automobilske i avionske industriji, itd. Koordinatne merne mašine imaju široku primenu u inspekciji geometrijskih i dimenzionalnih tolerancija mehaničkih delova, kvalifikaciji proizvodnje i poboljšanju

procesa proizvodnje [5]. U ovom radu analizirana je mogućnost merenja tolerancije ravnosti (koja spada u toleranciju odstupanja od oblika) na KMM zbog činjenice da je ravan kao geometrijski element jedan od osnovnih geometrijskih primitiva sa značajnom ulogom kod fundamentalnih mašinskih proizvoda kao što su npr. vodice kod mašina alatki, a u cilju postizanja namenjene funkcionalnosti [4]. Kako sadašnji standardi ne daju jasne smernice za inspekciju i verifikaciju tolerancije ravnosti na KMM, korisnici se individualno odlučuju za metodu uzorkovanja tačaka (raspored tačaka), broj tačaka i izbor algoritama (metod evaluacije) za dobijanje asocijativne geometrije. U ovom radu primenjuje se metoda Monte Karlo za određivanje rasporeda tačaka na ispitivanom uzorku (nasumičan raspored brojeva - korišćenje pseudo brojeva). Kao metoda evaluacije odabrana je Gausova metoda i metoda minimalne zone. Optimalan broj tačaka za procenu tolerancije ravnosti potrebno je ispitati eksperimentalnim putem.

2. GEOMETRIJSKA SPECIFIKACIJA PROIZVODA (GPS)

Definicije standarda u cilju potpunosti i doslednosti opisivanja geometrijskih karakteristika proizvoda obuhvataju GD&T (geometrijsko dimenzionisanje i tolerisanje) u okviru ASME standarda (Američko udruženje mašinskih inženjera) i GPS (geometriske specifikacije proizvoda) u okviru ISO (Međunarodna organizacija za standardizaciju) standarda. Geometrijsko dimenzionisanje i tolerisanje je jezik u kojem su ograničenja eksplicitno definisana. Postoji nekoliko standarda koji opisuju simbole i definišu pravila za korišćenje GD&T-a. GPS standardi su grupa standarda koji pružaju definicije i specifikacije geometrijskih primitiva i njihovih karakteristika prema GPS matrici. GPS standard sadrži osnovne informacije i daje preporuke za geometrijsko tolerisanje radnog predmeta. Richard Leach je izjavio da: „nauka o merenju – metrologija – nije samo proces merenja koji se primenjuje na krajnjem proizvodu, ona treba da se razmatra još u fazi projektovanja proizvoda“.

Koncept GPS-a se primenjuje iz više praktičnih razloga. Generalno GPS daje garanciju za dobijanje osnovnih karakteristika proizvoda [7]:

- funkcionalnost,
- bezbednost,
- pouzdanost,
- zamenjivost delova itd.

NAPOMENA:

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

3. GEOMETRIJSKE TOLERANCIJE

Standardima je propisan način definisanja dozvoljenih odstupanja i način merenja i kontrole stvarnih odstupanja. Verifikacija geometrijskih tolerancija je često znatno komplikovanija nego opšta dimenzionalna merenja. U zavisnosti od raspoloživih mernih uređaja, zahtevane tačnosti i veličine predmeta, merenja se mogu sprovesti na različite načine. Neki merni uređaji su precizni - lenjir, sat komparator, precizni pravougaonik, uglomeri, mikrometri, koordinatne merne mašine i optički merni uređaji. Pravost i ravnost, na primer, mogu da se mere preciznim lenjirom ili na koordinatnoj mernoj mašini. Većina geometrijskih tolerancija može da se verifikuje na koordinatnim mernim mašinama.

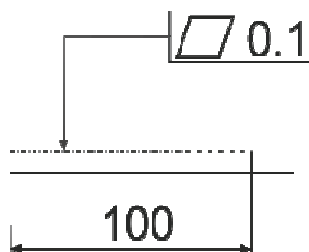
U skladu sa standardom ISO 1101 u geometrijske tolerancije se ubrajaju [6]:

- tolerancije oblika
- tolerancije orijentacije
- tolerancije položaja
- tolerancije bacanja

3.1 Tolerancije oblika

Tolerancije oblika definisane su analogno tolerancijama dužinskih mera. Kod tolerancija oblika definisan je tolerancijski prostor.

To je područje ograničeno zamišljenim konturama odnosno površinama geometrijski tačnog oblika, između kojih treba da se nalazi stvarna kontura. Što je tolerancijski prostor manji to je tačnost oblika veća. Tolerancije oblika ograničava samo oblik realnog elementa, pa zato one spadaju u grupu jednostavnih geometrijskih tolerancija.



Slika 1. Predstavljanje tolerancije ravnosti na tehničkoj dokumentaciji [6]

Projektovani oblik tolerisanih geometrijskih primitiva je definisan elementima geometrijski idealnog oblika kao što su prave linije, kružnice, ravni i cilindri. Za sva odstupanja od oblika bitno je napomenuti da kao metod standardne evaluacije mora biti preko minimalne zone kako je definisano u standardu (ISO 1101). Tolerancija oblika se na crtežu označava simbolom datog tipa tolerancije.

Simbol mora biti nacrtan unutar okvira za tolerancije sa numeričkom vrednošću koja određuje tolerancijsko polje (slika 1).

Pokazna strelica je uvek normalna na tolerisani element i povezana sa okvirom tolerancije.

Ako je strelica produžetak strelice glavne kotne linije ili pokazuje na osu simetrije, tolerisani element je izvedeni geometrijski element (osa ili simetralna ravan).

4. TOLERANCIJA RAVNOSTI

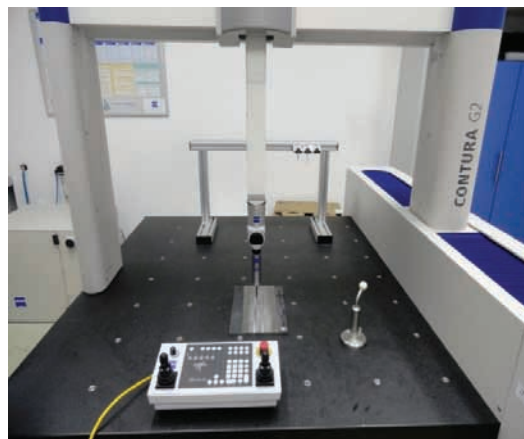
Tolerancija ravnosti je jedna od najprimenjenijih tolerancija koja zadovoljava mnoge industrijske zahteve kao što je orijentacija delova koji se uparuju, klizanje i u nekim slučajevima pozicioniranje. Ravnost površine je stanje u kome svi elementi površine pripadaju jednoj ravni. Tolerancija ravnosti obezbeđuje zonu određene debljine definisane sa dve paralelne ravni u kojoj površina mora da leži. Uslov maksimuma materijala MMC (eng. maximum material condition) se ne primenjuje u kontroli ravnosti zato što kontroliše samo oblast površine i ova oblast nema veličinu.

4.1 Ispitivanje tolerancije ravnosti koordinatnom metrologijom

Trodimenzionalna metrologija je donela znatnu promenu u dimenzionalnoj metrologiji u odnosu da tradicionalno merenje rastojanja između dve tačke. Umesto merenja dimenzija, koordinate tačaka sa površine radnog predmeta pružaju sveobuhvatniju informaciju o merenoj geometriji. Izlaz procesa merenja je skup koordinata površinskih tačaka, čijom analizom je moguće posmatrati detalje vezane za oblik površine, evaluaciju karakteristika geometrijskih primitiva (veličine i rastojanja) i njihova odstupanja od nominalne vrednosti. Obično je analiza podataka potpuno nezavisna od akvizicionog procesa. Tipični pristupi dimenzionalnog merenja se oslanjaju na neki od vrsta senzorskih mehanizama koji pretvara površinske karakteristike u diskretne podatke tačaka. Ovi podaci tačaka se zatim numerički procesiraju da bi se utvrdio neophodan rezultat. Istorijski gledano, dimenzionalno merenje je uključivalo prikupljanje relativno malog broja tačaka i matematičke analize su direktno primenjivane na ovim tačkama. Međutim pojavom brzo skenirajućih tehnologija i sve više pristupačnijim mogućnostima obrade podataka sada se razmatraju mnogo veći skupovi tačaka. Ovako veći skupovi tačaka donose povećanu potrebu za matematičkim alatima koji mogu da „ekstrahuju“ neophodne informacije iz datog skupa tačaka [2] [3].

5. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Kada se obavlja merenje bilo koje vrste, jedno je sigurno: rezultat merenja nikad neće biti apsolutno tačan. Čak i sa najboljom mernom opremom koja se koristi u idealnim uslovima za merenje, uvek će postojati greška merenja.



Slika 2. Sprovođenje eksperimenta na KMM

Ovaj rad se ne bavi mernom nesigurnošću i posmatra samo različitost u rezultatima merenja ravnosti za različite merno – kontrolne zahvate. Za sprovođenje merno – kontrolnih zadataka korišćena je koordinatna merna mašina portalne strukture Carl Zeiss CONTURA G2 RDS instalirana na Departmanu za proizvodno mašinstvo u Novom Sadu. Na slici 2 je prikazana koordinatna merna mašina i predmet merenja. Ispitivanje ravnosti vršeno je na tri čelične ploče, prikazane na slici 3. Ispitivane površine obrađene su različitim postupcima obrade. Dimenzije sve tri ploče iznosi 300x125 mm.



Slika 3. Radne ploče čija se ravnost ispituje

Nakon obrade, vršeno je merenje hrapavosti u cilju utvrđivanja zavisnosti između hrapavosti obrađene površine i ravnosti. Za ispitivanje hrapavosti obrađenih površina korišćen je profilometar MarSurf PS1 firme Mahr.

U tabeli 1 su prikazani parametri obrade radnih ploča i hrapavosti obrađene površine

Tabela 1. Parametri obrade radnih ploča i hrapavost

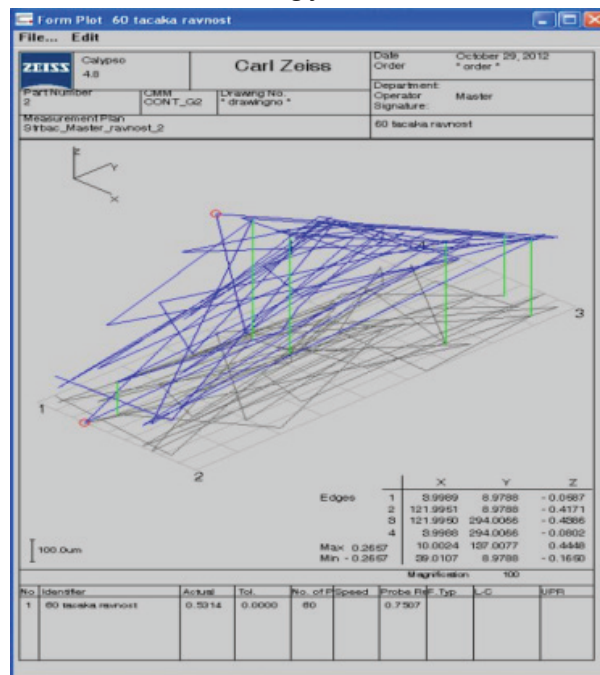
	Ploča 1	Ploča 2	Ploča 3
Vrsta obrade	Čeono glodanje	Čeono glodanje	Ravno brušenje
Broj obrtaja [o/min]	450	450	250
Pomak [mm/min]	50	100	50
Dubina [mm]	1	1	1
Hrapavost Ra [μm]	1.101	4.931	0.661

6.1 Merenje odstupanja od ravnosti

Korišćenjem programskog paketa Pro/E kreiran je CAD model radnog predmeta. Korišćenjem interfejsa za prenos podataka između različitih CAD/CAI sistema u (fajl sa *.cat ekstenzijom - format za calypso softver) programiranje je vršeno off-line. Izborom odgovarajućeg pipka (kalibracija i verifikacija), uravnavanjem radnog predmeta i formiranjem sigurnosne zapremine stvoreni su uslovi za početak merno – kontrolnog zahvata.

Nakon svih merenja vršena je procena ravnosti. Za dobijanje asocijativne geometrije primenjene su dve metode: metoda najmanjih kvadrata (LS) i metoda minimalne zone (MZ). Pored sirovih mernih tačaka, zbog hrapavosti i lokalnih nepravilnosti (pore, tragovi obrade, pukotine) rezultati su softverski filtrirani. Slika 4 prikazuje izlazni protokol odstupanja od ravnosti dobijen

iz calypso softvera. Merenja su vršena na pločama različite hrapavosti, i primenjene su dve tehnologije obrade (glodanje i brušenje). Jasno se uočava razlika između odstupanja od ravnosti između ploča koje su obrađene različitim tehnologijama.

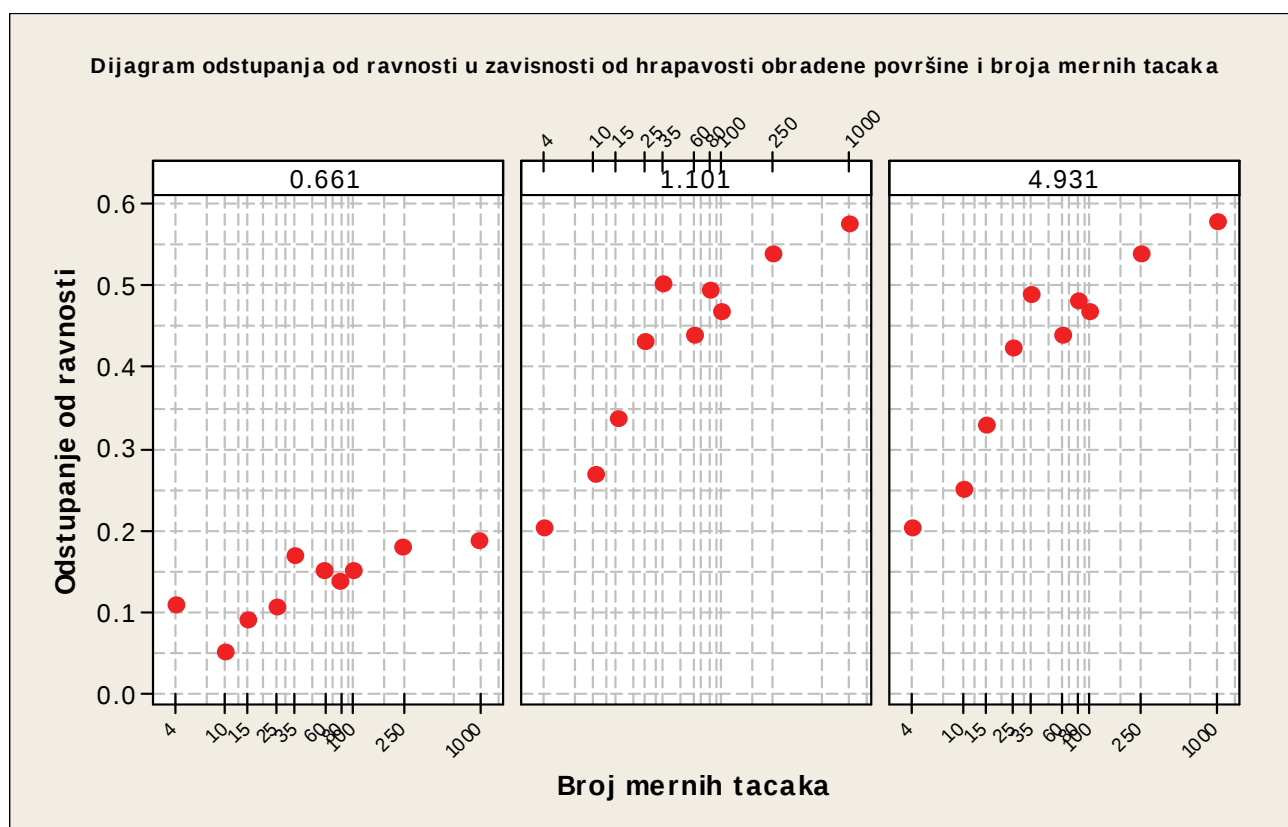


Slika 4. Izlazni protokol odstupanja od ravnosti [7]

Ploča obrađena obradom brušenja ima manja odstupanja od ravnosti obrađene površine u odnosu na ploče obrađene obradom glodanjem, pa možemo uočiti da su vrednosti odstupanja od ravnosti mnogo manja za ravnost prve ploče u odnosu na ravnost druge dve ploče. Iako je razlika hrapavosti između prve dve ploče mnogo manja u odnosu na razliku između prve i treće ploče, uticaj obradnog procesa na odstupanje ravnosti je mnogo veće što prikazuje slika 5. Možda bi korišćenje neke od tehnologija plastičnog deformisanja za dobijanje uzorka kome se ispituje ravnost upotpunilo našu tvrdnju.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je pokazao složenost merenja odstupanja od ravnosti na koordinatnoj mernoj mašini. Rezultati istraživanja su pokazali da na rezultate merenja utiče mnoštvo faktora. Fokus rada se odnosi na uticaj obradnog procesa, koga karakteriše kvalitet obrađene površine – hrapavost, na odstupanje od ravnosti. Pokazano je da hrapavosti obrađene površine ako je dobijena istim proizvodnim procesom sa različitim režimima obrade nema uticaj na ravnost površine. Za tačno tvrđenje ove hipoteze potrebno je sprovesti veći broj eksperimenata, što predstavlja pravce budućih istraživanja. Eksperimenti bi uključili više obradnih procesa, različite režime obradnih procesa, radne predmete manjih gabarita, itd. Potrebno je pomenuti da su uticajni faktori u ovom eksperimentu činili merne nesigurnosti kod merenja na KMM, što daje ovom problemu novi okvir. Merna nesigurnost kao najvažniji concept u GPS standardu je značajna ako je potrebno odrediti usaglašenost mernog rezultata sa specifikacijom. Kako radni predmeti u ovom radu nisu tolerisani, merna nesigurnost prevazilazi okvire ovog rada.



Slika 5. Zavisnost odstupanja ravnosti od hrapavosti obrađene površine i broja tačaka

LITERATURA

- [1] Raghunandan, R., Venkateswara Rao, P., "Selection of sampling points for accurate evaluation of flatness error using coordinate measuring machine, Journal of Materials Processing technology, Vol. 202, No.1-3, pp. 240-245, 2008.
- [2] Ricci, F., *Effective Product Lifecycle Management: the role of uncertainties in addressing design, manufacturing and verification processes*, PhD thesis, Politecnico di Torino, 2012.
- [3] Kim W.-S., Raman S., *On the selection of flatness measurement points in coordinate measuring machine inspection*, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol.40, No.3, pp.427-443, 2000.
- [4] Wen X.-L., Zhu X.-C., Zhao Y.-B., Wang D.-X. and Wang F.-L., *Flatness error evaluation and verification based on new generation geometrical product specification (GPS)*. Precision Engineering, Vol.36, No.1, pp. 70-76, 2012.
- [5] Concas, F., *Design of Optimal Measurement Strategies for Geometric Tolerances Control on Coordinate Measuring Machines*, PhD thesis, The University of Cagliari, 2006.
- [6] Hamienny, Z., Bialas, S., Osanna, P.H., Tamre, M., Weckenmann, A., Blunt, L., Jakubiec, W: *Geometrical Product Specifications – Course for Technical Universities*, Warsaw, Warsaw University of Technology, 2001., ISBN 83-912190-8-9.
- [7] Carl Zeiss 3D Metrology Services GmbH, *training manual CALYPSO Advanced training*, Aalen, 2006.
- [8] Hodolič, J., Tkáč, M., Hadžistević M., Hajduová, Z.: *Alati za statističko upravljanje kvalitetom*, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2011, ISBN978-86-7892-362-3.

Kratke biografije:



Goran Štrbac rođen je u Osijeku 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2013.god



Branko Štrbac rođen je u Novom Sadu 1983. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2009. god., trenutno je u zvanju asistenta za užu naučnu oblast: metrologija, kvalitet, pribori i ekološko inženjerski aspekti.



Miodrag Hadžistević rođen je u Bijeljini 1966. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2004. god., a od 2009 je u zvanju vanredni profesor. Oblast interesovanja su metrologija, kvalitet, pribori i ekološko inženjerski aspekti..

**UPOTREBA MICROSOFT WCF MEĐUPROCESNE KOMUNIKACIJE
I MERENJE PERFORMANSI****THE USE OF MICROSOFT WCF INTERPROCESS COMMUNICATION AND
CHARACTERISTICS MEASUREMENT**

Novak Pantelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija softverskog rešenja za merenje performansi međuprocen-
sne komunikacije realizovane putem Microsoft Win-
dows Communication Foundation (WCF) tehnologije.

Analizirana je interna arhitektura i programski model WCF-a, sa osvrtom na faze procesiranja poruke prilikom klijent-servis komunikacije. Kreirana aplikacija meri i beleži trajanje ovih faza u zavisnosti od različitih podešavanja servisa sa stanovišta multithreading-a. Dobijeni rezultati su prikazani i upoređeni.

Abstract – In this paper, the implementation of software solution for measurement of interprocess communication characteristics through Microsoft Windows Communication Foundation (WCF) technology is described. The internal architecture and programme model WCF are analysed regarding phases of message processing during client-service communication. The created application measures and notes down duration of these phases regarding different service settings concerning multithreading. The results are presented and compared.

Ključne reči: međuprocen-
sna komunikacija, Windows
Communication Foundation (WCF), merenje performansi

1. UVOD

Popularnost web servisa kao otvorenog standarda za integraciju aplikacija putem interneta uslovlja je da se savremeni distribuirani računarski sistemi sve češće baziraju na Service-Oriented Architecture (SOA) principima. SOA nije tehnologija, već dizajnerski koncept koji softverske resurse predstavlja kao kolekciju slabo povezanih i interoperabilnih servisa.

S obzirom da su namenjeni za konzumaciju preko interneta, servisi pored zadovoljenja osnovnih funkcionalnosti, moraju da zadovolje i određene nefunkcionalne karakteristike. Te nefunkcionalne karakteristike se definišu kao Quality of Service (QoS) i obuhvataju niz svojstava kao što su propusnost, sigurnost i pouzdanost. Potreba da se prati QoS u SOA arhitekturi je izraženija nego u konvencionalnom *middleware*-u, iz razloga što se servisi razvijaju odvojeno od svojih klijentskih aplikacija [1].

U ovom radu je analizirana Microsoft Windows Communication Foundation (WCF) podrška za kontrolu QoS svojstava i njihov uticaj na performanse

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

međuprocen-
sne komunikacije. U tu svrhu je kreirana distri-
buirana aplikacija koja simulira klijent-servis komuni-
kaciju i meri njene karakteristične veličine.

2. TEORIJSKA RAZMATRANJA

Osnovni faktori koji utiču na performanse međuprocen-
sne komunikacije u distribuiranim sistemima su [2]: brzina komunikacione mreže, overhead koji generišu komunika-
cioni protokoli i vrsta komunikacionog modela.

Komunikacioni modeli u tradicionalnim distribuiranim sistemima predstavljaju kombinaciju šablona za razmenu podataka i mehanizama upotrebljenih za realizaciju komunikacije. Razmena podataka se vrši prema *one-to-one* ili *one-to-many* (poznat i kao grupna komunikacija) šablonu, realizovanim putem:

- ❖ Message Passing (MP) ili
- ❖ Remote Procedure Call (RPC) mehanizma.

MP je komunikaciona tehnika bazirana na razmeni poruka, koje mogu biti struktuirane ili nestruktuirane. Nestruktuirane poruke pružaju veću fleksibilnost, ali zahtevaju dodatnu interpretaciju od strane učesnika u komunikaciji, zbog čega su struktuirane efikasnije.

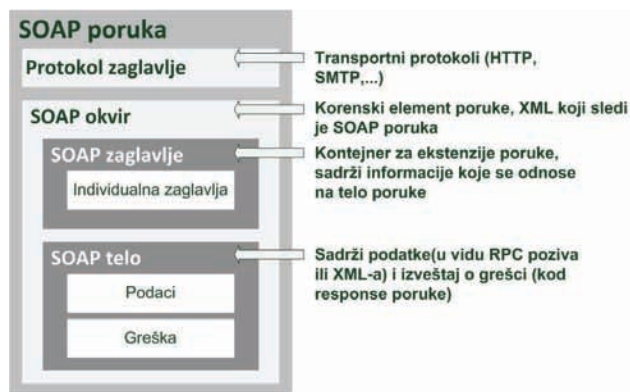
RPC je mehanizam na nivou programskog jezika koji poziv procedure na jednom računaru transformiše u poziv na drugom računaru. Ovo se ostvaruje pomoću klijentske i serverske procedure (*stub*), koja vrši pakovanje (serijalizaciju) i raspakivanje (deserijalizaciju) parametara i rezultata.

Današnji pristup u projektovanju distribuiranih sistema podrazumeva upotrebu Message-Oriented *middleware*-a (MOM), koji daje okvir za razvoj aplikacija zasnovanih na razmeni poruka kao i slobodu u pogledu izbora komunikacionog modela.

**2.1. Međuprocen-
sna komunikacija u SOA**

Servis je softverska komponenta koja svoju funkcionalnost izlaže preko javnog interfejsa. Osnovne karakteristike servisa su: platformski je nezavisan, sam održava sopstveno stanje (*self-contained*), i može se dinamički locirati i pokrenuti [3]. Međuprocen-
sna komunikacija u SOA se zasniva na razmeni poruka, pri čemu se kao komunikacioni protokol najčešće koristi Simple Object Access Protocol (SOAP), baziran na XML-u. SOAP poruka, čija je struktura prikazana na slici 1., se može transportovati pomoću različitih protokola (TCP, SMTP, FTP, MSMQ). Postoje dva osnovna tipa poruke, dokument (nestruktuirane) i RPC (struktuirane). Poruka koja odgovara RPC pozivu je jednostavnija za

upotrebu, jer sadrži specifikaciju kojom se definiše serijalizacija većine tipova podataka, uključujući nizove, objekte, strukture itd.



Slika 1. Struktura SOAP poruke

2.2. WCF podrška za međuprocensnu komunikaciju

WCF je *middleware* platforma, razvijena sa namerom da objedini postojeće tehnologije i omogući kreiranje distribuiranih i servis orijentisanih aplikacija koje su interoperabilne između različitih platformi. WCF infrastruktura za razmenu poruka podržava i RPC i MP stil komunikacije, pri čemu su akcije između procesa ograničene ugovorima (Contracts).

Podrazumevani protokol je SOAP [4], a opcije koje WCF nudi za serijalizaciju poruke su binarna i XML. Dva osnovna XML serijalizaciona mehanizma su:

- ❖ Data Contract Serializer, i
- ❖ XML Serializer.

Data Contract Serializer je podrazumevani mehanizam, koji dozvoljava da odredimo šta ćemo serijalizovati, uključujući i privatna i zaštićena polja. XML Serializer podržava manje tipova ali poseduje bolju kontrolu nad rezultujućim XML-om.

Između ostalog, cilj ovog rada je da se utvrdi u kojoj meri serijalizacija i deserijalizacija parametara utiču na trajanje poziva.

2.3. WCF podrška za QoS

QoS je pojam koji se odnosi na skup tehnologija za klasifikaciju mrežnog saobraćaja i tehnika za povećanje otpornosti na greške, smanjenje kašnjenja i varijacije kašnjenja (*jitter*). U cilju dobijanja zadovoljavajućeg kvaliteta servisa, WCF pruža napredne opcije za kontrolu propusnosti, sigurnosti i pouzdanosti.

Propusnost se kontroliše izborom odgovarajuće vrednosti: Instance Mode-a (načina instanciranja servisa prilikom poziva), zatim, Concurrency Mode-a, koji određuje da li instanca dozvoljava konkurentne pozive kao i Throttling Behavior-a, kojim se kontroliše opterećenje servisa tako što se ograničava maksimalni broj konkurentnih poziva, sesija i instanci servisa.

Kada je **pouzdanost** u pitanju, WCF prevazilazi greške na mreži i garantuje transport poruka po redu upotrebom Reliable Session opcije. Transaction omogućava da više različitih komponenti konkurentno učestvuje u operaciji. Na kraju, Queued Calls unapređuje pouzdanost time što čuva poruke u redovima, u slučaju da primalac nije aktivan.

Sigurnost u WCF-u se ostvaruje: autentifikacijom, autorizacijom, obezbeđivanjem poverljivosti i očuvanjem

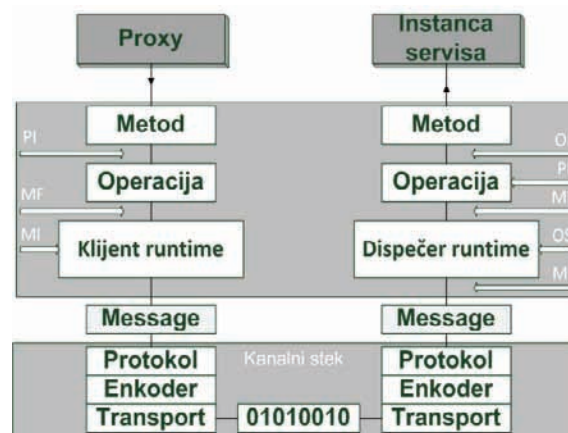
integriteta podataka. Sigurnost se može ostvariti na nivou transporta i na nivou poruke.

U ovom radu ispitan je uticaj opcija za kontrolu propusnosti na performanse samog servisa.

3. WCF PROGRAMSKI MODEL

Po uzoru na OSI model, WCF ima slojevit framework [5]. Osnovni slojevi, Service Model i Messaging, razdvajaju stvarnu razmenu poruka od programskog modela. Service Model je apstraktni sloj pomoću koga na poruku utičemo objektno-orijentisanim programskim metodama. Messaging predstavlja sloj u kome se odvija stvarna komunikacija na mreži putem transportnih protokola (HTTP, MSMQ, TCP, Named Pipes) i vrši formatiranje i enkodiranje poruke.

U servisnom *runtime*-u postoje dva objekta, kojima se upravlja slanjem i prijemom poruke, *proxy* sa klijentske i *dispatcher* sa servisne strane. *Proxy* je komunikacioni objekat koji izlaže operacije servisa i koristeći RPC mehanizam transformiše poziv u WCF poruku. Poruka se kroz kanalni stek prenosi do servisa, gde je *dispatcher* prihvata i prosleđuje kodu za obradu. Izmena sadržaja i formata poruke je moguća dodavanjem ekstenzionih objekata (interseptora) u WCF pipeline.



Slika 2. WCF pipeline

3.1 WCF interseptori

WCF *pipeline* se sastoji od niza procesnih elemenata, prikazanih na slici 2. Poziv metode *proxy*-a se mapira na odgovarajuću operaciju servisa. U tom trenutku moguće je izvršiti inspekciju parametara umetanjem Parameter Inspector (PI) objekta. Parametri se zatim serijalizuju u WCF poruku, pri čemu je moguće uticati na serijalizaciju upotrebom Message Formater-a (MF). Pre slanja poruke na kanalni stek, Message Inspector (MI) može da izvrši inspekciju cele poruke. Servisna strana nudi iste objekte za presretanje poruke, uz dodatak Operation Selector-a (OS) i Operation Invoker-a (OI), koji omogućavaju selekciju i pokretanje ciljane metode.

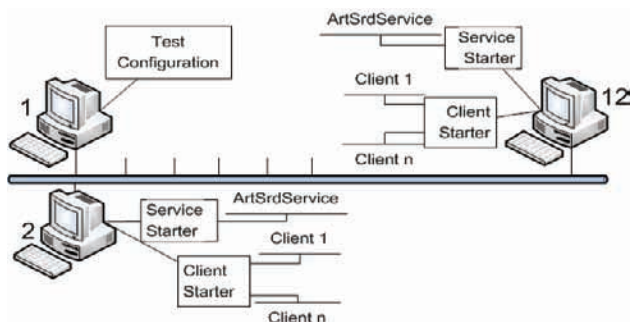
4. PREDLOŽENA ARHITEKTURA APLIKACIJE

Za praćenje rada i performansi servisa WCF nudi Tracing and Message Logging mehanizam, pomoću kog se informacije o aktivnosti beleže u *log* fajlove. Drugi način monitoringa je upotrebom Performance Counter-a, čije se vrednosti mogu pratiti putem PerfMon alata, u vidu grafika ili izveštaja. Međutim, ovi pristupi ne daju uvid u

dešavanja na klijentskoj strani i ovako izmerene veličine nisu pogodne za kasniju obradu.

Rešenje predloženo u ovom radu se zasniva na upotrebi WCF interseptora za nadgledanje faza kroz koje poruka prolazi, od klijenta do servisa. Parameter i Message inspektori su korišćeni za umetanje timer-a i drugih objekata u procesni *pipeline*, pomoću kojih je moguće izmeriti: veličinu WCF poruke, trajanje poziva i obrade zahteva, vreme potrebno za serijalizaciju, prenos poruke kroz kanalni stek i deserijalizaciju poruke. Merenje ovih veličina je realizovano tako da ne opterećuje performanse komunikacije, na taj način što se sve vrednosti upisuju u zajednički red, nakon čega ih pozadinska nit najnižeg prioriteta klasifikuje i snima u tekstualne fajlove.

Test aplikacija je kreirana upotrebom C# [6] programskog jezika i Microsoft Visual C# 2010 Express razvojnog alata. Okruženje u kom su izvršeni testovi se sastoji od 12 računara klase Intel CoreDuo, povezanih 100 Mb LAN mrežom. Da bi omogućila ispitivanje različitih scenarija klijent-servis komunikacije distribuirana aplikacija je podeljena na tri modula: Client Starter, Service Starter i Test Configuration. Na ovaj način, servis ili klijent se može pokrenuti na bilo kom računaru u mreži. Na slici 3. je prikazana arhitektura aplikacije.



Slika 3. Arhitektura distribuirane aplikacije

4.1 Test Configuration

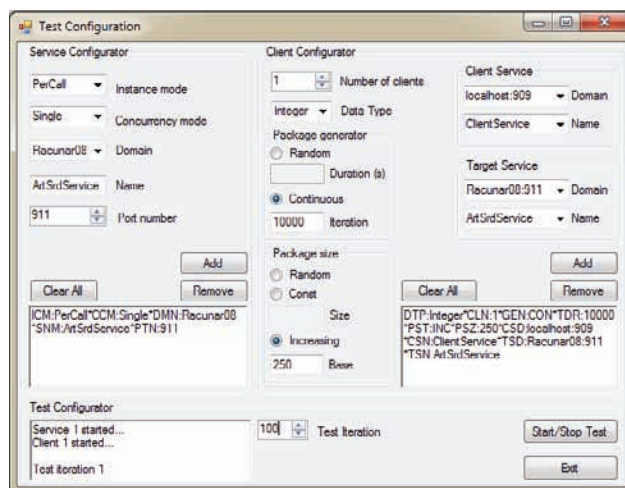
Ovaj modul je instaliran na jednom računaru i funkcija mu je da inicijalizuje test i sinhronizuje rad ostalih modula. Korisnički interfejs predstavlja forma prikazana na slici 4., pomoću koje je moguće odvojeno konfigurisati servise i klijente i pratiti odvijanje testa. Konfiguracione veličine servisa su:

- ❖ Instance i Concurrency mode,
- ❖ domen i port na kom će servis biti podignut.

Klijent generiše niz brojeva i prosleđuje ih servisu (ArtSrdService), koji izračunava njihovu srednju vrednost i vraća rezultat. Kod klijenta je moguće podesiti:

- ❖ tip podatka koji se šalje u paketu (Integer, Double, Decimal),
- ❖ način slanja paketa (kontinualno ili u slučajnim vremenskim trenucima),
- ❖ veličinu paketa (konstantna, slučajne veličine ili rastuća sa zadatim faktorom).

Jednom konfigurisani test se može ponoviti željeni broj puta, kako bi se eliminisale potencijalne greške nastale tokom merenja.



Slika 4. Forma za konfigurisanje testa

4.2 Service Starter i Client Starter

Client i Service starter moduli su WCF servisi instalirani na preostalih 11 računara. Njihova uloga je da na osnovu zadatih parametara kreiraju klijente, odnosno servise. Oni neprekidno komuniciraju sa konfiguracionim modulom i izveštavaju o progresu i završetku testa.

5. REZULTATI

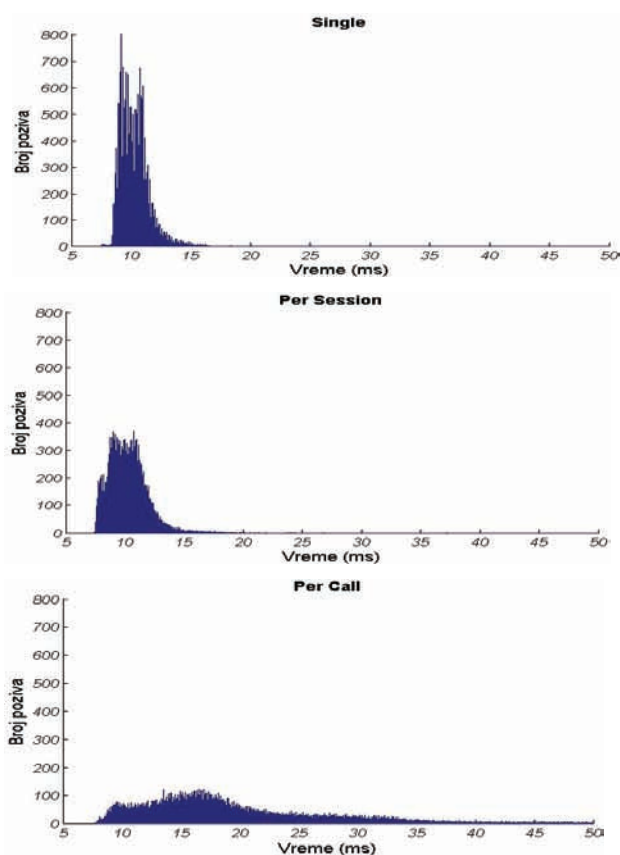
Prvi test je osmišljen sa ciljem da se ispita uticaj kontrola propusnosti, konkretno Instance Mode-a, na trajanje poziva i varijaciju kašnjenja. U tabeli 1. su za slučaj sa 1, 5 i 10 klijenata prikazane izmerene performanse servisa za različita Instance Mode setovanja: Single, Per Session i Per Call (označena sa Sin, Ses i Cal), pri čemu svaki klijent kontinualno šalje 10000 zahteva. Prosečne vrednosti trajanja poziva, serijalizacije, prenosa poruke kroz kanalni stek, deserijalizacije, obrade zahteva i varijacije kašnjenja označene su sa poziv, ser, stek, deser, obr i var, respektivno.

Tabela 1. Poređenje rezultata za različit broj klijenata (20KB paket)

Inst. mode	Trajanje [ms]					
	poziv	var	ser	stek	deser	obr
1 Klijent						
Sin	8.3	1.1	0.1	6.2	1.6	0.3
Ses	8.6	1.2	0.1	6.4	1.6	0.4
Cal	9.2	1.2	0.1	6.6	2.1	0.4
5 Klijenata						
Sin	15.6	50.3	0.1	13.0	2.0	0.4
Ses	18.6	61.3	0.1	16.2	1.9	0.4
Cal	24.7	44.9	0.1	14.9	9.3	0.5
10 Klijenata						
Sin	31.1	98.4	0.1	27.8	2.8	0.4
Ses	33.9	104.9	0.1	31.5	1.9	0.4
Cal	46.0	48.1	0.1	33.9	11.5	0.5

Za jednog klijenta, očekivano, najkraći poziv je kada postoji samo jedna instanca servisa (Sin), jer se kreiranjem dodatnih instanci uvećava kašnjenje. Međutim, situacija se ne menja ni kada se servis optereti, u slučaju pet ili deset klijenata. Instanciranje po sesiji (Ses) i po pozivu (Cal) ne donosi ubrzanje zato što sama obrada zahteva traje kratko.

Koliko je vreme poziva nedovoljno za ocenu kvaliteta servisa može se videti ako se pogleda varijacija kašnjenja, koja je izračunata kao standardna devijacija poziva. U tabeli 1. se vidi da je njena vrednost i do tri puta veća od prosečnog vremena trajanja poziva. U ovakvim situacijama, da bi se upotpunila slika o radu servisa, potrebno je znati kakva je raspodela poziva. Na slici 5. su prikazane raspodele za slučaj sa pet klijenata. Većina poziva za Single i Per Session, za razliku od Per Call, su ispod prosečne vrednosti, što garantuje ravnopravniji tretman poziva klijenata.



Slika 5. Raspodela poziva za različite Instance Mode

U drugom testu je analizirano kako serijalizacija poruke, upotrebom DataContractSerializer-a, utiče na trajanje poziva. Razmatran je slučaj sa jednim klijentom i jednim servisom koji je Single. Klijent kontinualno šalje pakete čija se veličina povećava 10 puta u odnosu na prethodni. U tabeli 2. su prikazane izmerene vrednosti za karakteristične veličine paketa (pak) i poruka (por). Na osnovu merenja se može videti da je serijalizovana WCF poruka 5 puta veća od paketa koji se šalje. Vreme potrebno za serijalizaciju poruka različitih veličina je približno isto. Potpuno drugačiji slučaj je sa deserijalizacijom, kod koje utrošeno vreme raste kako se poruka povećava. Trajanje obrade, odnosno kalkulacije je zanemarivo u odnosu na dužinu trajanja poziva.

Tabela 2. Poređenje rezultata za različite veličine poruka

Veličina [KB]		Trajanje [ms]				
pak	por	poziv	ser	stek	deser	obr
0.2	1	4.80	3.04	1.65	0.08	0.02
2	10	4.97	3.05	1.66	0.21	0.05
20	100	11.35	3.40	6.02	1.57	0.36
200	1000	67.97	3.52	45.66	16.29	3.55
2000	10000	592.3	3.63	397.5	157.1	34.1

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisano jedno rešenje za merenje performansi WCF međuprocene komunikacije i na primeru pokazano kako se izmerene vrednosti mogu upotrebiti za QoS ocenu. Analiziran je procesni *pipeline* WCF-a i predstavljen koncept interseptora, pomoću kojih je moguće presresti poruku i ubaciti merače u infrastrukturu. Posebna pažnja je posvećena serijalizaciji poruke, jer je ovo faza u kojoj se obezbeđuje interoperabilnost između platformi kod SOA.

Na osnovu obavljenih testova može se zaključiti da kreiranje instance servisa po sesiji ili pozivu ne dovodi do smanjenja trajanja poziva. Razlog tome je što test servis odrađuje posao, koji je isključivo procesorski zahtevan. Serijalizacijom liste prostih tipova dobija se WCF poruka koja je pet puta veća od inicijalnog objekta. Vreme potrebno za deserijalizaciju poruke raste sa povećanjem poruke, što je posledica kompleksne prirode XML-a i vremena potrebnog za parsiranje stringa. Dalja istraživanja bi mogla da se odnose na upotrebu korisnički definisanog serijalizacionog mehanizma i njegovog uticaja na performanse, kao i na testiranje aplikacije u okruženju sa multi-core računarima.

7. LITERATURA

- [1] L. Zeng, B. Benatallah, "QoS-Aware Middleware for Web Services Composition", *IEEE Trans. Software Engineering*, Vol. 30, No.5, May 2004.
- [2] W. Jia, W. Zhou, "Distributed Network Systems-From Concepts to Implementations", Springer Science, Boston, 2005.
- [3] M. P. Papazoglou, W.J. Heuvel, "Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues", *The VLDB Journal*, 2007, 16:389-415.
- [4] Chris Peiris, Dennis Mulder, "Pro WCF: Practical Microsoft SOA Implementation", Apress, 2007.
- [5] Justin Smith, "Inside Windows Communication Foundation", Microsoft Press, 2007.
- [6] John Sharp, "Visual C# 2010 Step by Step", Microsoft Press, 2010.

Kratka biografija:



Novak Pantelić rođen je u Šapcu 1981. god. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika, smer za automatiku i upravljanje sistemima.

OSNOVNE OSOBINE OFDM MODULACIJE**OFDM MODULATION PROPERTIES**Dalibor Čulibrk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazane su osobine OFDM modulacije. Dat je kratak osvrt na tehnike prenosa sa jednim nosiocem (single carrier transmission) kao i problemi vezani za te tehnike koji su doveli do nastanka OFDM modulacije. Pored osnovnog koncepta OFDM, obrađen je i problem velike varijacije trenutne snage OFDM signala, poznat i kao PAPR (Peak Power Problem of OFDM). Obrađeni su efekti višestruke propagacije i mobilnosti koji se javljaju u kanalu, izbor parametara OFDM modulacije kao i tehnika višestrukog pristupa OFDMA.

Abstract – This paper shows OFDM properties. A brief review of single carrier transmission has been presented as well as the problems referring to techniques which caused OFDM. As well as the basic OFDM concept, the Peak Power Problem of OFDM also known as PAPR have been elaborated. The effects of multipath transmission and Doppler spread which occur in the channel, the OFDM parameter choice as well as the multiple access techniques have been elaborated.

Ključne reči: ofdm, papr, ofdma

1. UVOD

Problem kod tehnika prenosa sa jednim nosiocem sa kojim one ne mogu da se izbore jeste disperzija u vremenskom odnosno frekvencijska selektivnost u frekvencijskom domenu. Zbog toga se prešlo na tehnike prenosa sa više nosilaca a jedna od najpoznatijih jeste OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). OFDM se razlikuje od standardnog načina prenosa podataka po tome što koristi veći broj podnosilaca koji su međusobno ortogonalni.

OFDM deli ulazni tok podataka na više podtokova. Deljenje čitavog propusnog opsega prenosnog kanala na uskopojasne podkanale u velikoj meri olakšava projektovanje ekvivalizatora u uslovima višestruke propagacije koja se standardno javlja kod bežične komunikacije. Za svaki podkanal možemo rezervirati proizvoljan broj podnosilaca i možemo koristiti različit tip kodovanja. Ono što OFDM čini posebno efikasnom, jeste to što je možemo realizovati pomoću Brze Furijeove Transformacije (FFT).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, vanr.prof.

2. UPOTREBA IFFT ZA GENERISANJE OFDM SIGNALA

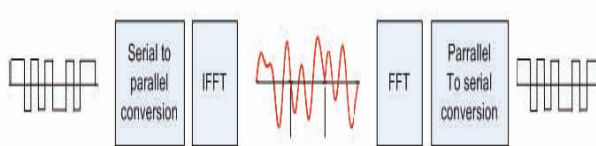
Za modulisanje podnosilaca na predaji, a u cilju generisanja ortogonalnih signala, koristimo inverzna Diskretnu Furijeovu Transformaciju (IDFT) dužine N , dok se na prijemnoj strani koristi Diskretna Furijeova Transformacija (DFT) dužine N .

Birajući dužinu IDFT transformacije, N , tako da bude jednaka stepenu broja dva omogućeno je implementiranje OFDM modulacije kroz još efikasniji algoritam koji se zove Inverzna Brza Furije-ova transformacija (IFFT), koji znatno redukuje broj potrebnih operacija prilikom izračunavanja.

Na strani predajnika koristi se IFFT a na strani prijemnika se koristi FFT [3]. Upotrebom ovih algoritama omogućena je realizacija OFDM sistema sa velikim brojem podnosilaca, a opet sa malom kompleksnošću sistema. Možda može biti zbunjujuće zašto se koristi IFFT u predajniku, kada na predajniku imamo nizove bita koji su u vremenskom domenu. Na ulaz IFFT bloka dovodimo bite kojeg prenosimo. Mi te bite možemo shvatiti i kao amplitude određenog opsega sinusoida tj. možemo ih predstaviti kao koeficijente spektra FFT nekog signala.

U principu IFFT je matematički koncept i sasvim je svedeno šta ulazi u IFFT blok a šta izlazi iz njega. Dokle god u IFFT blok ulaze amplitude sinusoida neke frekvencije, IFFT će iskoristiti vrednosti tih amplituda i generisati signal u vremenskom domenu [1].

Funkcionalni blok dijagram koji prikazuje kako izgleda modulacija i demodulacija signala je data na Sl. 1.



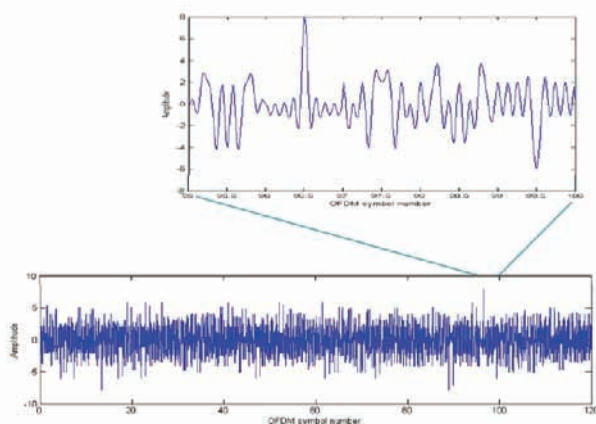
Slika 1. Modulacija i demodulacija pomoću IFFT i FFT [1]

3. PROBLEM VELIKE VARIJACIJE TRENUTNE SNAGE (PAPR - Peak Power Problem of OFDM)

Sa pretpostavkom ograničenog opsega i želje za visokim protokom, dolazimo do korišćenja modulacija višeg reda (*higher-order modulation*). Korišćenje modulacija višeg reda omogućava nam veći protok u datom ograničenom opsegu ali po cenu smanjene otpornosti na šum i

interferenciju. Takođe, ozbiljan nedostatak modulacija višeg reda kao što su 16QAM i 64QAM gde imamo slučaj da je informacija utisnuta i u trenutne promene amplitude modulisanog signala jeste da ovako modulisan signal daje velike varijacije trenutne snage izlaznog signala. Dolazimo do toga, da sabiranjem podnosioca sa različitim frekvencijama i modulacijama dobijamo velike varijacije amplituda.

Maksimalna vrednost amplitude pikova snage jednaka je broju podnosilaca [2]. Na **Sl. 2.** prikazan je OFDM signal sa osam podnosilaca gde je primenjena BPSK modulacija. Na uvećanom delu grafika se jasno vide varijacije amplituda i to da je maksimalna vrednost varijacije amplitude jednaka broju podnosioca, što je u ovom slučaju 8. Velike varijacije trenutne snage kod modulacija višeg reda imaju velike posledice na pojačavače snage koji se koriste u izlaznim stepenima predajnika.



Slika 2. OFDM Signal. Najveća vrednost amplitude jednaka je broju podnosilaca [2]

Velike varijacije tj. velike vrednosti ili pikovi trenutne snage prenošenog signala imaju za posledicu da pojačavači snage moraju biti predimenzionisani kako bi se izbegla izobličenja signala. U suprotnom, pojačavač bi mogao ući u nelinearan režim rada, što bi dovelo do izobličenja signala. Kao posledica toga, imamo smanjenu efikasnost pojačavača snage, što dalje dovodi do povećane potrošnje tih pojačavača.

Takođe, to ima negativan uticaj i na cenu pojačavača. Dobar koeficijent korisnog dejstva pojačavača jako je bitan za mobilne terminale na *uplink* smeru, zbog zahteva za malom potrošnjom i niskom cenom terminala.

Na strani bazne stanice, efikasnost pojačavača izlaznog stepena jeste bitna ali u mnogo manjoj meri nego za slučaj terminala. Usled toga, velike varijacije izlazne snage manji su problem na *downlinku* nego na *uplinku*. Zbog problema velike varijacije trenutne snage OFDM signala, modulacije višeg reda su pogodnije za *downlink* gde i imamo mnogo veće brzine nego na *uplink-u*.

Postoji nekoliko načina za rešavanje ovog problema kod OFDM od kojih se jedan od poznatijih tzv. *tone reservation*. Zasniva se na tome da se određeni OFDM podnosioci ne koriste za prenos podataka. Oni su modulirani na

takav način da su najveći pikovi OFDM signala potisnuti smanjujući tako velike varijacije izlazne snage. Mana ovakvog postupka jeste što smanjuje opseg namenjen realnom prenosu podataka.

Alternativno, može se smanjiti srednja snaga predajnika, što dovodi do smanjenja dometa za dati protok, što je opet loša osobina [3].

4. TEHNIKA VIŠESTRUKOG PRISTUPA

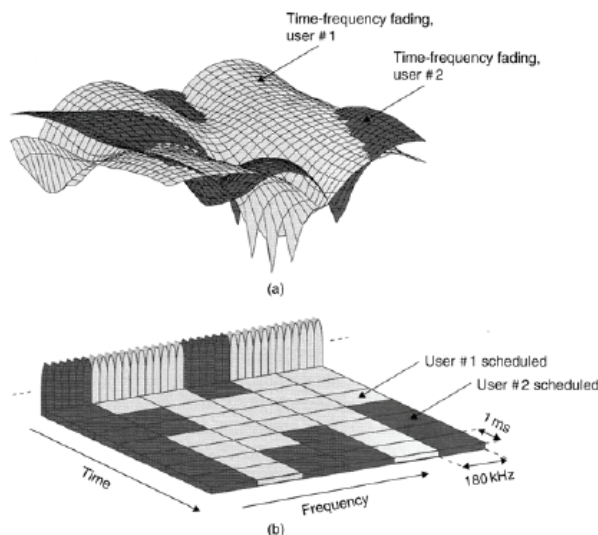
4.1 OFDMA

OFDM se može koristiti i kao šema više-strukog pristupa i ta tehnika je poznata po nazivu **OFDMA** (*Orthogonal Frequency Division Multiple-Access*), što znači da se različiti podnosioci istovremeno mogu koristiti za prenos od više mobilnih terminala kao i ka više mobilnih terminala.

OFDMA može biti lokalizovana ili može biti distribuirana. Kod lokalizovane OFDMA tehnike, svaki terminal dobija sekvencijalan blok podnosioca koji su dodeljeni samo njemu dok god traje konekcija sa tim uređajem dok su kod distribuirane OFDMA podnosioci koji se dodeljuju jednom terminalu ekvidistantni i rašireni po čitavom prenosnom opsegu.

Kako se različiti terminali ili korisnici nalaze na različitim tačkama u prostoru, kanal će za svakog od njih imati različite karakteristike. Kod OFDMA tehnike imamo mogućnost da na osnovu procene ili estimacije kanala vršimo alokaciju podnosilaca pojedinačno za svakog korisnika ili za svaki terminal.

Sl. 3 pokazuje kako je vremensko-frekvencijski feding različit za dva korisnika koji se nalaze na različitim lokacijama.



Slika 3. Različite osobine kanala za dva korisnika na različitim lokacijama [2].

Kada je u pitanju *uplink* OFDMA višestruki pristup (OFDM podnosioci sa različitih mobilnih terminala), vrlo je bitno naglasiti da signali sa različitih mobilnih termi-

nala stižu vremenski poravnati do prijemnika ili baznih stanica. Zbog različitih rastojanja od bazne stanice tj. zbog različitih vremena propagacija, neophodna je vremenska kontrola *uplink* transmisije, koja ima zadatak da obezbedi da u takvim uslovima, uključujući i mobilnost terminala, signali sa različitih mobilnih terminala stignu usklađeni do bazne stanice.

Zbog različitih rastojanja od bazne stanice, različita su i propagaciona slabljenja za signale sa različitih terminala. Ako su snage predajnika mobilnih terminala iste, nivo signala na prijemu usled velikih razlika u propagaciji može biti vrlo različit, što može imati za posledicu da jači signali prekrivaju slabije i da pored ortogonalnosti podnosilaca, predstavljaju jaku interferenciju slabim signalima.

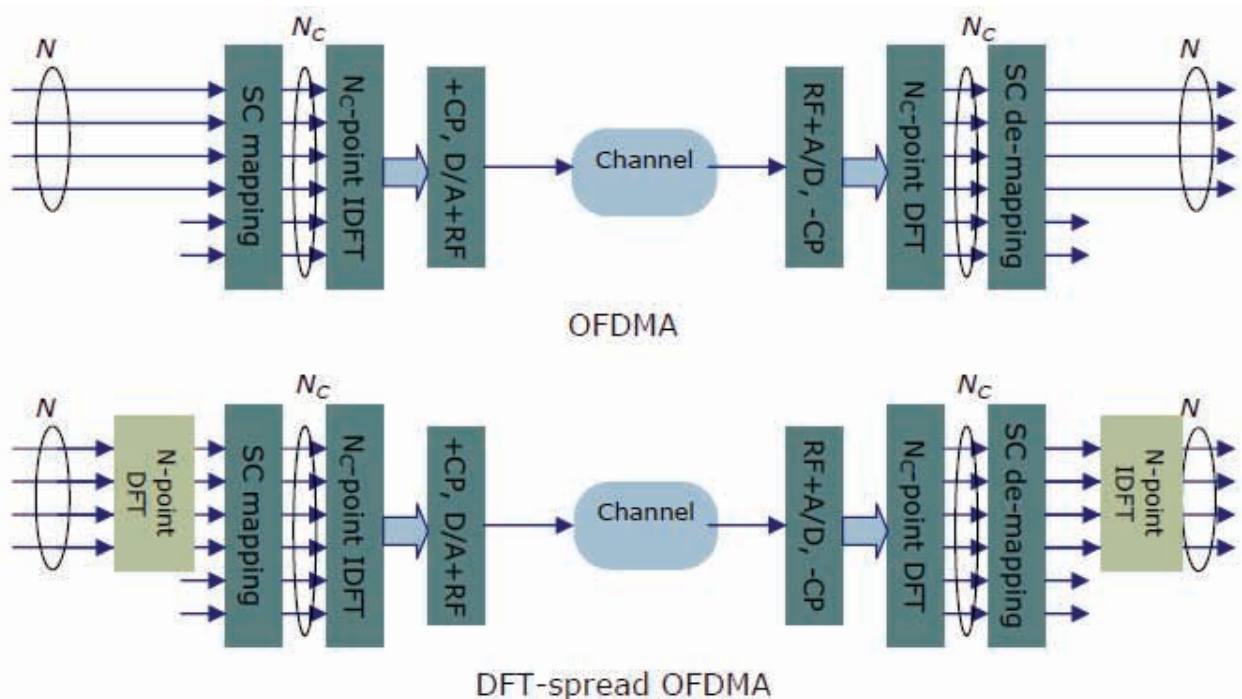
Zbog toga se na *uplink* smeru primenjuje kontrola snage kako bi se smanjila snaga terminalima koji su bliži

baznoj stanici i time omogućilo da svi signali na prijemu budu približno istog nivoa [3].

4.2. SC-FDMA

Da bi se iskoristile dobre strane OFDM a istovremeno rešio problem velikih varijacija trenutne snage koje su karakteristične za *multi-carrier* transmisiju kakva je OFDM, nastala je nova tehnika DFTS-OFDM (DFT-Spread OFDM) poznatija pod nazivom SC-FDMA (Single-Carrier FDMA).

Ova tehnika kombinuje osobine prenosa sa jednim nosiocem i osobine OFDMA prenosa. Ima male varijacije izlazne snage predajnika, mogućnost dobre ekvivalizacije uz pomoć ekvivalizatora male kompleksnosti kao i mogućnost fleksibilne dodele spektra. Na **Sl. 4.** prikazana je razlika između standardne OFDMA i DFT-spread OFDMA.

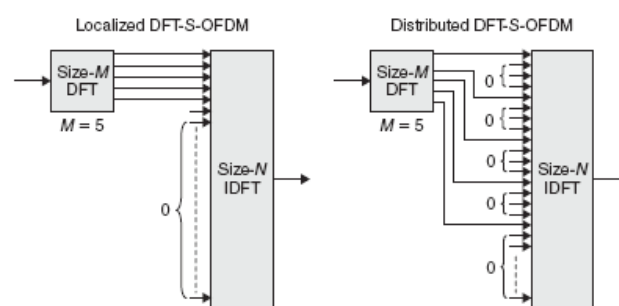


Slika 4. Razlika između standardne OFDMA i DFT-spread OFDMA [2].

Vidi se da je SC-FDMA predajnik jako sličan OFDM predajniku a jedina razlika je **DFT blok** koji prethodi IDFT bloku. Postojanje tog DFT bloka čini SC-FDMA u osnovi prenosom sa jednim nosiocem kojeg karakteriše mala varijacija izlazne snage za razliku od OFDM.

Postoje dva tipa SC-FDMA, slično kao i kod OFDMA, lokalizovana i distribuirana. Lokalizovana SC-FDMA odnosi se na slučaj kada se izlaz DFT mapira na uzastopne ulaze IDFT, dok se distribuirana odnosi na slučaj kada se izlaz DFT mapira na ekvidistantne ulaze IDFT sa nulama ubačenim između.

Razlika između lokalizovane i distribuirane SC-FDMA prikazana je na **Sl. 5.**



Slika 5. Razlika u realizaciji lokalizovane i distribuirane DFT-spread OFDMA [3]

5. ZAKLJUČAK

OFDM predstavlja savremenu tehniku multipleksiranja čija je osnovna osobina velika spektralna efikasnost čime obezbeđuje i velike brzine prenosa podataka.

U odnosu na tehnike prenosa sa jednim nosiocem lako se bori sa problemom frekvencijski selektivnog fadinga. Mana je velika varijacija trenutne snage.

Mobilni radio sistemi sledećih generacija mogu da se oslone na OFDM tehniku kako bi obezbedili velike brzine prenosa podataka.

6. LITERATURA

- [1] Charan Langton, "Orthogonal Frequency Division Multiplex(OFDM) Tutorial ",
www.complextoreal.com
- [2] Per Hjalmar Lehne, Frode Bøhagen, "OFDMA(A) for wireless communication ", R&I 2008.
- [3] Doc. dr Mirjana Simić, "Kognitivni Radio – Evolucija Radio Sistema 2 ",
http://telekomunikacije.etf.rs/predmeti/ms1kr/Evolucija_2.pdf

Kratka biografija:



Dalibor Ćulibrk rođen je u Sremskoj Mitrovici 1979. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Osnovi telekomunikacija odbranio je 2013.god.

NUMERIČKO REŠAVANJE DVE KLASSE FRAKCIONIH DIFERENCIJALNIH JEDNAČINA**NUMERICAL SOLVING OF TWO CLASSES OF FRACTIONAL DIFFERENTIAL EQUATIONS**Damir Mihajlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Centralna tema ovog rada jeste numeričko rešavanje jednačine toplotne provodljivosti i Burgers/Kortweg de Vries-ove jednačine. Kako su to diferencijalne jednačine sa frakcionim izvodima, na početku su date definicije i neke osnovne teoreme frakcionog računa. Nakon toga je upotrebljen numerički metod Atanackovića i Stankovića za rešavanje ove dve klase frakcionih diferencijalnih jednačina (FDJ). Rešenje obe ove FDJ je dato u programskom paketu Mathcad.

Abstract – Central subject of this paper is numerical solving of heat conduction equation and Burgers/Korteweg de Vries's equation. Since these are fractional differential equations, some definitions and basic theorems of fractional calculus were given. After this, numerical method of Atanacković and Stanković has been applied to solve these two types of equations. The solution is given in program package Mathcad.

1. UVOD

Polje primene frakcionog računa je poprilično široko i njegova zastupljenost dobija sve veću dimenziju u nauci [1]. Centralna tema ovog rada je rešavanje jednačine toplotne provodljivosti i Burgers/Kortweg de Vries-ove jednačine.

Da bi se generalizovana jednačina toplotne provodljivosti rešila bilo je potrebno rasčlaniti problem na delove i pristupiti svakom od njih ponaosob, a zatim se upustiti u rešavanje istog kao celine.

Neophodni koraci za rešavanje problema ovakvog tipa su: upoznavanje sa osnovama frakcionog računa, uključujući najčešće oblike frakcionog izvoda i integrala, zatim, upoznavanje sa konceptom frakcionih diferencijalnih jednačina i njihovim rešavanjem metodom Atanackovića i Stankovića [2], te postavljanje samog problema frakcione toplotne jednačine, a potom i njeno rešavanje pomenutom numeričkom metodom.

Na sličan način je razmatrana još jedna klasa frakcionih diferencijalnih jednačina čiji je predstavnik Burgers/Korteweg-deVries jednačina. Ona je takođe rešena metodom Atanackovića i Stankovića.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Zoran Jeličić, vanr. prof.

Ove dve klase frakcionih diferencijalnih jednačina trebaju da imaju date početne uslove. Vodeći se [3] ovi problemi postaju dvotačkasti granični problemi. Empirijski je pokazano da *Matlab* ne omogućava dobro pogađanje graničnih uslova, stoga je rešenje ovoga problema implementirano u *Mathcadu*.

2. FRAKCIONI RAČUN

Frakcioni račun je polje matematičkog izučavanja koji je „izrastao“ iz tradicionalnih definicija integralnih i diferencijalnih operatora na isti način kao što su eksponenti u formi razlomaka izdanak celih eksponenata. U ovom radu ćemo predstaviti neke osnovne definicije frakcionog računa i frakcionih diferencijalnih jednačina. Detaljnije i veoma lepo obrađeno isto ovo polje videti u [4].

Upoznaćemo se sa Riman-Ljuvilovim (*Rieman-Liuvil*) pristupom (frakcionom integraljenju i frakcionom diferencijacijom), Kaputovim (*Caputo*)-izvodom i Grinvald-Letnjikovljevim (Grunwald-Letnikov) izvodom. Zatim ćemo dati definiciju frakcionih diferencijalnih jednačina. To bi bilo dovoljno za upoznavanje sa osnovnim pojmovima frakcionog računa i dalje razumevanje ovog rada.

RIMAN-LJUVILOV FRAKCIONI IZVOD

Definicija 1. Neka je $\alpha \in \mathbb{R}_+$ i $n = [\alpha]$. Operator D_a^α , definisan pomoću

$$J_a^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} f(t) dt \quad (1)$$

za $a \leq x \leq b$, se zove Riman-Ljuvilov diferencijalni operator reda α .

KAPUTOV OPERATOR

Definicija 2. Neka $\alpha \in \mathbb{R}_+$ i $n = [\alpha]$. Tada operator D_{*a}^α definisan kao:

$$D_{*a}^\alpha f(x) = J_a^{n-\alpha} D^n f(x) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_a^x (x-a)^{n-\alpha-1} \left(\frac{d}{dt}\right)^n f(t) dt. \quad (2)$$

Za $a \leq x \leq b$, se zove Kaputov diferencijalni operator reda α [5].

GRINVALD-LETNJIKOVLJEV OPERATOR

Definicija 3. Neka $\alpha \in \mathbb{R}_+$. Operator ${}^{GL}D_a^\alpha$ definisan kao:

$$GLD_a^\alpha f(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(\Delta_h^\alpha f)(x)}{h^\alpha} = \lim_{h \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \binom{\alpha}{k} f(x - kh) \quad (3)$$

$\alpha > 0$, za $a \leq x \leq b$, se zove Grinvald-Letnjikovljev frakcioni izvod reda α .

Daćemo sada formalnu definiciju frakcionih diferencijalnih jednačina:

Definicija 4. Neka je $\alpha > 0$, $\alpha \notin \mathbb{N}$ i $n = [\alpha]$ if $f : A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ Tada:

$$D^\alpha y(x) = f(x, y(x)) \quad (4)$$

jeFDJ Riman-Ljuvilovog tipa. Kao početne uslove za ovaj tip FDJ, koristimo

$$D^{\alpha-k} y(0) = b_k (k = 1, 2, \dots, n-1), \lim_{z \rightarrow 0+} J^{n-\alpha} y(z) = b_n \quad (5)$$

Više o ovim operatorima se može naći u [6]. Na ovaj način su dati osnovni elementi, neophodni za razumevanje pojma frakcionog računa.

3. NUMERIČKO REŠAVANJE FRAKCIONIH DIFERENCIJALNIH JEDNAČINA POMOĆU ATANACKOVIĆEVE I STANKOVIĆEVE FORMULE RAZVOJA FRAKCIONOG IZVODA.

Postoji velik broj metoda za numeričko rešavanje frakcionih diferencijalnih jednačina. U ovom radu je predstavljen metod razvoja frakcionog izvoda koji su razvili Atanacković i Stanković [4].

Ova numerička procedura rešava frakcionu diferencijalnu jednačinu transformišući originalni sistem u sistem običnih diferencijalnih jednačina prvog reda. Polazeći od definicije Riman-Ljuvilovog frakcionog izvoda (3), uvođenjem n -tog momenta funkcije $f^{(p)}$ oblika $V_n(f^{(p)})(t) = \int_0^t f^{(p)}(\tau) \tau^n d\tau$, te primenom binomne formule oblika:

$$(1+z)^\gamma = \sum_{p=0}^{\infty} \binom{\gamma}{p} z^p = \sum_{p=0}^{\infty} \frac{(-1)^p \Gamma(\gamma-p)}{\Gamma(-\gamma)p!} z^p, |z| < 1, \quad (6)$$

a zatim i primenom parcijalne integracije i drugih matematičkih alata dobijamo konačan izraz koji koristimo za numeričko rešavanje frakcionih diferencijalnih jednačina:

$$({}_0 D_t^\alpha f)(t) \approx \frac{f(t)}{t^\alpha} \left[\frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} - \frac{\frac{\Gamma(N+\alpha)}{\alpha(N-1)!} \frac{\Gamma(1+\alpha)}{\alpha}}{\Gamma(\alpha-1)\Gamma(2-\alpha)} \right] - \frac{1}{\Gamma(\alpha-1)\Gamma(2-\alpha)} \sum_{p=2}^N \frac{\Gamma(p-1+\alpha)}{(p-1)!} \frac{\tilde{V}_p(t)}{t^{p-1+\alpha}} \quad (7)$$

4. FRAKCIONA JEDNAČINA TOPLOTNE PROVODLJIVOSTI

Generalizovana jednačina toplotne provodljivosti je data u obliku:

$$\frac{\partial^\alpha T}{\partial t^\alpha} = \frac{\partial}{\partial x} \left[[k + mT^n] \frac{\partial T}{\partial x} \right], \quad x \in (0, \infty), t > 0. \quad (8)$$

gde je $T(x, t)$ temperatura u tački x i vremenu t , a k, m in su date konstante. Predstavićemo datu diferencijalnu jednačinu u pogodnom obliku primenom transformacije sličnosti iz [2]. Zatim ćemo rezultujuću običnu frakcionu diferencijalnu jednačinu rešiti numerički.

Transformacijom sličnosti dobijamo oblik koji je pogodan za numeričko rešavanje jednačine je :

$$\frac{dU^\alpha(\xi)}{d\xi^\alpha} = k \left[a(a-1)U(\xi) + b(2a+b-1)\xi \frac{dU(\xi)}{d\xi} + b^2 \xi^2 \frac{d^2 U(\xi)}{d\xi^2} \right] + m \left\{ [a(1+n)-1]F + b\xi \frac{dF}{d\xi} \right\}, \quad (9)$$

gde je: $F = U^n \left(aU + b\xi \frac{dU(\xi)}{d\xi} \right)$

Da bi rešili (8) numerički, korišćemo metod Atanackovića i Stankovića koji smo već predstavili u ovom radu. Polazeći od (1) i kombinujući sa (9), sređivanjem izraza dobijamo sledeći sistem jednačina prvog reda:

$$\begin{aligned} x_1^{(1)} &= x_2 \\ x_2^{(1)} &= \frac{1}{b^2 t^{2(m\alpha_1^n + k)}} \left\{ \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)} \left\{ t^{(1-\alpha)} x_2(t) \left[1 + \sum_{p=1}^N \frac{\Gamma(p-1+\alpha)}{\Gamma(\alpha-1)p!} \right] - \left[\frac{(\alpha-1)}{t^\alpha} x_1(t) + \sum_{p=2}^N \frac{\Gamma(p-1+\alpha)}{\Gamma(\alpha-1)(p-1)!} \left(\frac{x_1(t)}{t^\alpha} + \frac{\tilde{V}_p}{t^{p-1+\alpha}} \right) \right] \right\} - kbt(b-1)x_2 + mbt x_1^n x_2 - mb^2 t x_1^n x_2 - mn b^2 t^2 x_1^{(n-1)} x_2^2 \right\} \end{aligned} \quad (10)$$

Uz jednačine $\tilde{V}_p^{(1)} = -(p-1)t^{p-2}x_1(t), p = 2, 3 \dots 7$.

Jednostavno je pokazati da momenti $\tilde{V}_p(t), p = 1, 2 \dots$ predstavljaju rešenja sistema diferencijalnih jed. $\tilde{V}_p^{(1)} = -(p-1)t^{p-2}U(t), p = 2, 3 \dots, \tilde{V}_p(0) = 0$. U sistemu (10) je $b = -\frac{2}{\alpha}$.

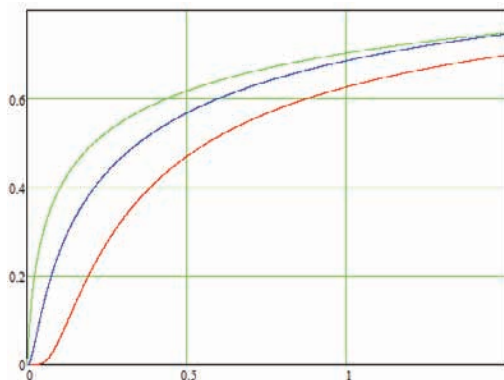
Prvo je pokušano numeričko rešavanje date FDJ u programskom paketu MATLAB, ali se zbog nemogućnosti da se zadaju granični uslovi za dvotačkasti granični problem na koji se suštinski svodi rešavanje ove FDJ, problem na kraju rešen upotrebom programskog paketa Mathcad koji je mnogo robusniji po pitanju numeričke preciznosti.

Isti alat je upotrebljen za rešavanje Burgers/Korteweg-deVries – ove generalisane jednačine.

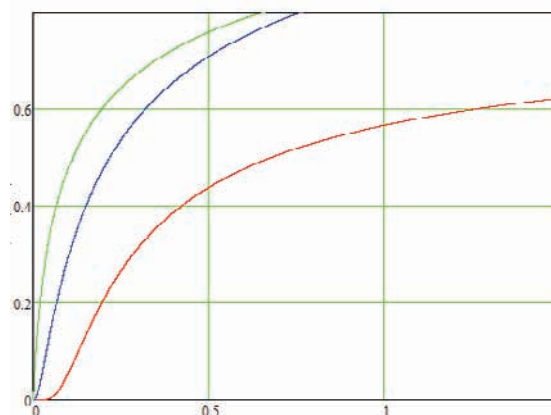
Slučaj 1.

Rešavana je jednačina (10) sa sledećim vrednostima $m = 1, k = 1, n = 1, U(0) = 0, \lim_{\xi \rightarrow \infty} U(\xi) = 1$

Za prethodni slučaj se može primetiti da smanjivanjem nezavisne promenljive ξ , raste nagib rešenja frakcione jednačine toplotnog provođenja $U(\xi)$.



Slika 1. Rešenje generalizovane frakcione jednačine toplotne provodljivosti za slučaj 1 za različite vrednosti α ($\alpha = 1$, crvena; $\alpha = 0.7$, plava; $\alpha = 0.5$, zelena); horizontalna osa je nezavisna promenljiva ξ , a vertikalna rešenje jednačine $U(\xi)$



Slika 2. Rešenje generalizovane frakcione jednačine toplotne provodljivosti za slučaj 2 za različite vrednosti α ($\alpha = 1$, crvena; $\alpha = 0.7$, plava; $\alpha = 0.5$, zelena); horizontalna osa je nezavisna promenljiva ξ , a vertikalna rešenje jednačine $U(\xi)$

Slučaj 2.

Rešavana je jednačina (10) sa sledećim vrednostima $m = 1, k = 1, n = 2, U(0) = 0, \lim_{\xi \rightarrow \infty} U(\xi) = 1$

Za oba prethodna slučaja se može primetiti da smanjivanjem nezavisne promenljive ξ , raste nagib rešenja frakcione jednačine toplotnog provođenja $U(\xi)$.

5. BURGERS/KORTEWEG DE VRIES-OVA FRAKCIONA JEDNAČINA

Veza između Burgers i Korteweg de Vries-ove jednačine je data sledećom frakcionom diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{\delta \phi}{\delta t} + \phi \frac{\delta \phi}{\delta x} = v \frac{\partial^\beta \phi}{\partial x^\beta}, \quad x \in (-\infty, \infty), t > 0 \quad (11)$$

Gde je $2 \leq \beta \leq 3$.

Kao i u prethodnom slučaju, predstavimo datu diferencijalnu jednačinu u pogodnom obliku primenom transformacije sličnosti iz [2]. Zatim ćemo rezultujuću običnu frakcionu diferencijalnu jednačinu rešiti numerički.

Transformacijom sličnosti dobijamo oblik koji je pogodan za numeričko rešavanje jednačine :

$$U(\xi) \frac{dU(\xi)}{d\xi} + \frac{1}{\beta} \left[(1 - \beta)U(\xi) - \xi \frac{dU(\xi)}{d\xi} \right] = v \frac{d^\beta U(\xi)}{d\xi^\beta}. \quad (12)$$

Polazeći od (1) dolazimo do izraza koji je pogodan za dalje rešavanje:

$$\left({}_0 D_t^\alpha f(t) \right) = \frac{f(0)}{\Gamma(1-\alpha)} t^{-\alpha} + \frac{f^{(1)}(0)}{\Gamma(2-\alpha)} + \frac{1}{\Gamma(3-\alpha)} \left\{ f^{(2)}(t) \left[1 + \sum_{p=1}^{\infty} \frac{\Gamma(p-2+\alpha)}{\Gamma(-2+\alpha)p!} \right] t^{2-\alpha} - \sum_{p=1}^{\infty} \frac{\Gamma(p-2+\alpha)}{\Gamma(-2+\alpha)p!} \left(\frac{t^{1-\alpha} f^{(1)}(t)}{(p-1)!} - \frac{t^{-\alpha} f(t)}{(p-2)!} \right) + \frac{t^{2-\alpha+p}}{(p-3)!} \int_0^t f(\tau) \tau^{p-3} d\tau \right\} \quad (13)$$

Kombinovanjem (12) i (13) dobijamo sledeći sistem jednačina:

$$x_1 = U(t)$$

$$x_2 = \dot{x}_1 = \dot{U}(t)$$

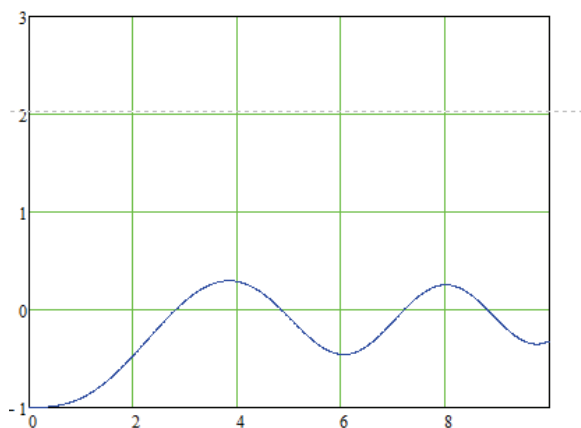
$$x_3 = \ddot{U}(t) = \dot{x}_2 = \frac{\Gamma(3-\alpha)}{\left(1 + \sum_{p=1}^N \frac{\Gamma(p-2+\alpha)}{\Gamma(-2+\alpha)p!} \right) t^{2-\alpha}} \left[\frac{1}{\Gamma(3-\alpha)} \sum_{p=1}^N \frac{\Gamma(p-2+\alpha)}{\Gamma(-2+\alpha)} \left(\frac{t^{1-\alpha} U'(t)}{(p-1)!} - \frac{t^{-\alpha} U(t)}{(p-2)!} \right) - \frac{t^{-\alpha} U(t)}{(p-2)!} \frac{t^{2-\alpha-p}}{(p-3)! (p-2)} \tilde{V}_{p-3}(t) \right] - \frac{U(0)}{\Gamma(1-\alpha)} t^{-\alpha} - \frac{U'(0)}{\Gamma(2-\alpha)}$$

Uz jednačine $\tilde{V}_p^{(1)} = -(p-1)t^{p-2}x_1(t), p = 2, 3 \dots 7$. Jednostavno je pokazati da momenti $\tilde{V}_p(t), p = 1, 2 \dots$ predstavljaju rešenja sistema diferencijalnih jed. $\tilde{V}_p^{(1)} = -(p-1)t^{p-2}U(t), p = 2, 3 \dots, \tilde{V}_p(0) = 0$.

Sada jednostavno rešavamo ovaj sistem nekom poznatom metodom za rešavanje običnih diferencijalnih jednačina.

Slučaj 1.

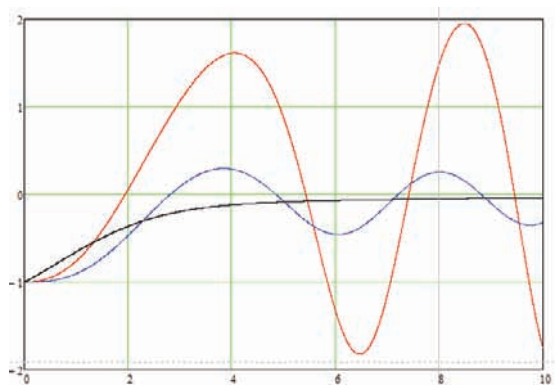
Rešavana je jednačina (11) sa sledećim vrednostima $v = 1, U(0) = -1 = a, \dot{U}(0) = 0 = b, \ddot{U}(0) = 0.3 = c$ za vrednost $\alpha = 2.8$



Slika 3. Rešenje generalizovane Burgers/Korteweg–de Vries-ove jednačine najvišeg reda $2 < \alpha < 3$ za vrednost $\alpha = 2.8$; horizontalna osa je nezavisna promenljiva ξ , a vertikalna rešenje jednačine $U(\xi)$

Slučaj 2.

Rešavana je jednačina (11) sa sledećim vrednostima $v = 1, U(0) = -1 = a, \dot{U}(0) = 0, \ddot{U}(0) = 0.3$ za vrednosti $\alpha = 2, \alpha = 2.8$ i $\alpha = 3$. Vrednost $\alpha = 2$ zadovoljava klasičnu Burgers-ovu jednačinu, dok vrednost $\alpha = 3$ zadovoljava klasičnu Korteweg–de Vries-ova jednačinu.



Slika 4. Rešenje generalizovane Burgers/Korteweg–de Vries-ove jednačine najvišeg reda $2 < \alpha < 3$ za različite vrednosti α ($\alpha = 2$, crvena – Burgers-ova; $\alpha = 2.8$, plava – generalizovana; $\alpha = 3$, zelena – Korteweg–de Vries-ova); horizontalna osa je nezavisna promenljiva ξ , a vertikalna rešenje jednačine $U(\xi)$

Numeričko rešenje generalizovane Burgers/Korteweg–de Vries-ove jednačine pokazuje kontinualnu promenu rešenja od Burgersove ($\alpha = 2$) ka de Vriesovoj jednačini ($\alpha = 3$). Takođe, vrlo jasno se vidi talasasta karakteristika rešenja.

6. ZAKLJUČAK

Definitivno, frakcioni račun generalno zauzima sve veće mesto kako u teoriji, tako i u praksi. U okviru ovog rada razmatrano je numeričko rešavanje dve klase frakcionih diferencijalnih jednačina koje predstavljaju generalizaciju običnih diferencijalnih jednačina i koje predstavljaju matematički model realnih fizičkih procesa. Predstavnik jedne klase diferencijalnih jednačina je frakciona diferencijalna jednačina toplotne provodljivosti, a druge Burgers/Korteweg–de Vries frakciona jednačina. Iz analize rešenja generalizovane jednačine provođenja toplote vidi se da smanjivanjem reda izvoda povećava nagib rešenja za male vrednosti nezavisne promenljive, a postaje ravnija za veće vrednosti nezavisne promenljive. Što se tiče Burgers/Korteweg–de Vries frakcione jednačine iz rešenja se lako vidi njegov talasasti karakter.

7. LITERATURA

- [1] Richar L. Magin. *Fractional Calculus in Bioengineering*. Begell House, Inc., 2006.
- [2] T.M. Atanacković, B. Stanković, On a numerical scheme for solving differential equations of fractional order, *Mechanics Research Communications*, 35:429 - 438, 2008
- [3] Vladan D. Djordjevic, Teodor M. Atanackovic, *Similarity solutions to nonlinear heat conduction and Burgers/Korteweg–de Vries fractional equations*, Journal of Computational and Applied Mathematics, vol. 202, pp. 701–714, 2008
- [4] Igor Podlubny. *Fractional differential equations*. Academic Press, San Diego, 1999.
- [5] M. Caputo, *Elasticita e Dissipazione*, Zanichelli, Bologna, 1969
- [6] Igor Podlubny. *Fractional differential equations*. Academic Press, San Diego, 1999.

KRATKA BIOGRAFIJA

Damir Mihajlović rođen je u Somboru, 1982. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 201. god

**ANALIZA RADA SABIRAČA PROJEKTOVANIH KORIŠĆENJEM
KOMPLEMENTARNE I PROLAZNE LOGIKE****ANALYSIS OF ADDERS DESIGNED IN COMPLEMENTARY AND PASS-TRANSISTOR
LOGIC**

Dragan Bulatović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazane su osnovne odlike kola za sabiranje. Detaljno je prikazano projektovanje dve konfiguracije sabirača u standardnoj $0,35\ \mu\text{m}$ CMOS tehnologiji korišćenjem programskog paketa Cadence. Jedan sabirač je realizovan u komplementarnoj CMOS logici, a drugi je realizovan u prolaznoj logici. Prikazano je projektovanje sabirača sa dva i četiri ulaza. Korišćenjem programskog paketa Cadence izvršena je postlayout simulacija projektovanih sabirača sa dva i četiri ulazna signala. Izmerena su karakteristična vremena i ukupna disipacija snage sabiračkih kola na osnovu kojih je izvršena njihova uporedna analiza.

Abstract – In this paper main characteristics of the adders are presented. Design of two configurations of adders in standard $0,35\ \mu\text{m}$ CMOS technology using Cadence software package. One adder is designed using complementary logic, while other is designed using pass-transistor logic. This paper presents designing of two-bits and four-bits adders. Post-layout simulation of designed adders was created using Cadence software package. Specific time parameters and total dissipation data were obtained using a simulation and then comparative analysis was conducted.

Cljučne reči: dvobitni sabirač, četvorobitni sabirač, komplementarna logika, prolazna logika, Cadence

1. UVOD

Sabirači su aritmetička kola koja vrše operaciju sabiranja. Spadaju u ključne komponente digitalnih i računarskih sistema (CPU, DSP...), a od njihovih performansi bitno zavise performanse celog sistema. Stoga je pri projektovanju sabirača potrebno optimizovati, kako u pogledu brzine rada tako i u pogledu disipacije snage. Međutim ova dva kriterijuma su često u konfliktu; unapređivanjem jednog aspekta dizajna kvarimo drugi. Koji od kriterijuma je najznačajniji zavisi od aplikacije u kojoj se kolo primenjuje. Potrošnja je ključan parametar za mobilne uređaje, a brzina presudna za servere.

U ovom radu predstavljena je uporedna analiza dva moguća rešenja realizacije sabirača. Pokazano je kako izbor logičkog dizajna utiče na disipaciju snage, brzinu kola i površinu koje kolo zauzima na čipu. Za realizaciju sabirača korišćena su dva logička dizajna, jedan sabirač je

realizovan korišćenjem komplementarne CMOS logike, a drugi je realizovan korišćenjem prolazne logike odnosno upotrebom transmisionih kola.

2. OSNOVNE ODLIKE KOLA ZA SABIRANJE

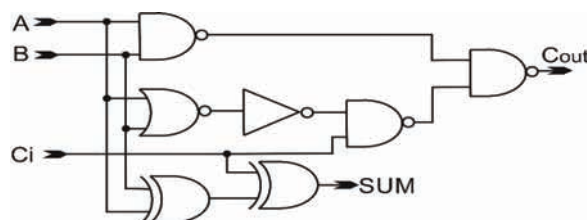
Sabiranje dva operanda je jedna od najčešćih operacija kod većine aritmetičkih jedinica. Kola za sabiranje se, pored operacija sabiranja, koriste i za izvršenje složenih operacija kao što su množenje i deljenje. Prema tome, brzina rada sabirača je veoma važna i predstavlja jedan od bitnih zahteva pri projektovanju [1]. Brzina kola se opisuje vremenom propagacije t_p koje se definiše kao vreme potrebno da signal prođe od ulaza do izlaza kola. Meri se u trenucima kada je došlo do promene 50 % amplitude. Pošto je vreme potrebno da se na izlazu uspostavi visoka ili niska vrednost različito, definišu se dva vremena propagacije: t_{PLH} pri promeni sa niske na visoku vrednost i t_{PHL} pri promeni sa visoke na nisku vrednost [2].

2.1 Potpuni sabirač

Potpuni sabirač (FA – full adder) je osnovna jedinica za formiranje višebitnog paralelnog sabirača. Potpuni sabirač je kombinaciono kolo koje vrši sabiranje tri bita A, B i bit dolazećeg prenosa C_{in} , kao rezultat se generiše suma S i odgovarajući bit prenosa C_{out} [3].

2.2 Potpuni sabirač realizovan u komplementarnoj CMOS logici (CMOS sabirač)

Prvo rešenje potpunog sabirača koje će u ovom radu biti detaljno razmatrano prikazano je na slici 1. FA će biti realizovan korišćenjem komplementarne CMOS logike. Ulazni signali su A i B i ulazni signal prenosa C_i , a izlazni signali su, izlazni signal prenosa C_{out} i suma SUM.



Slika 1. Logička šema potpunog sabirača

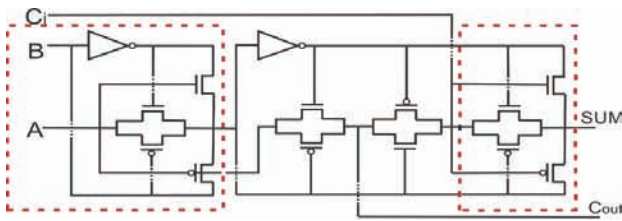
2.3 Potpuni sabirač sa transmisionim kolima (TG sabirač)

Drugo rešenje potpunog sabirača koje je u ovom radu detaljno razmatrano prikazano je na slici 2. Ovaj potpuni sabirač je realizovan korišćenjem prolazne tranzistorske logike, odnosno korišćenjem transmisionih logičkih kola.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Damjanović, vanred. prof.

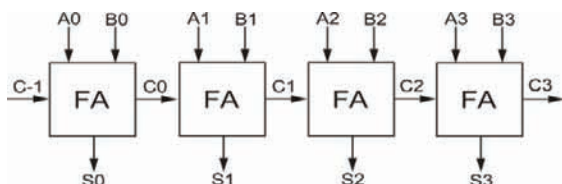
Ulazni signali su A i B i ulazni signal prenosa C_{in} , a izlazni signali su izlazni signal prenosa C_{out} i suma SUM .



Slika 2. Potpuni sabirač sa transmisivnim kolima [4]

2.4 Više-bitni sabirač

Potpuni sabirač se može koristiti i za izračunavanje sume dva binarna broja proizvoljne dužine. Sabiranje n -bitnih brojeva može se izvesti paralelnim vezivanjem blokova potpunog sabirača. Paralelni sabirač koga čini n ($n=4$) potpunih sabirača prikazan je na slici 3. Paralelnoj aritmetičkoj jedinici u istom trenutku dostupno je svih $2n$ ulaznih bitova (A_i i B_i). Sa ciljem da se generiše korektan rezultat neophodno je da se prenosi prostiru od FA na poziciji 0 do FA na poziciji 3. Zbog ovakvog načina rada ovaj tip sabirača se zove RCA (ripple-carry adder).



Slika 3. Arhitektura četvorobitnog RCA sabirača

N -bitni sabirač se realizuje kaskadnim povezivanjem n potpuna sabirača tako da se C_{out} sa i -tog sabirača povezuje na C_{in} ($i+1$)-og sabirača [4].

3. PROJEKTOVANJE PREDLOŽENIH SABIRAČA

Tok projektovanja elektronskih kola može se opisati u nekoliko etapa. Etape zajedničke za sve strukture projektovane u ovom radu su:

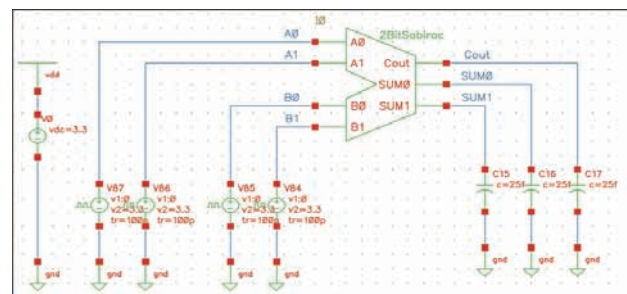
- crtanje šeme,
- crtanje simbola,
- crtanje lejauta,
- verifikacija lejauta,
- ekstrakcija kola i
- postleajut simulacija.

Programski paket *Cadence* u sebi sadrži alate pomoću kojih se vrši projektovanje kola. Šeme kola crtaju se pomoću *composer schematic* *Cadence* alata za crtanje šeme. Za kreiranje simbola određenog električnog kola otvaramo šematik datog kola i izborom opcije iz menija kreiramo simbol. Crtanje lejauta je jedan od najvažnijih koraka u toku projektovanja. *Cadence* podržava više metoda za realizaciju lejauta. Jedna od metoda je *full-castom* metoda, koja se sastoji iz crtanja svih slojeva lejauta ručno, odnosno lejaut se projektuje korak po korak. *Cadence* alat za crtanje lejauta je *Virtuoso*. Nakon nacrtanog lejauta potrebno je proveriti da li je lejaut pravilno projektovan. Alat za proveru lejauta je *Diva DRC* i *Assura DRC*. Posle uspešne verifikacije lejauta, potrebno je iz lejauta izvršiti ekstrakciju kola. Ekstraktor kola identifikuje tranzistore i njegove veze, kao i moguće parazitne otpornosti i kapacitivnosti koje su prisutne

između slojeva. Vrednosti dobijene ekstrakcijom se smeštaju u jedan fajl koji se kasnije koristi za post-leajut simulaciju. Za ekstrakciju *Cadence* poseduje više alata. Alat koji je u ovom radu korišćen je *Assura QRC*. Postleajut simulacija je vrsta simulacije koja se izvodi posle uspešno završene verifikacije lejauta. Da bismo proverili da li kolo sa nacrtanim lejautom ispunjava željene performanse potrebno je da se simulira ponašanje kola sa poznatim vrednostima svih raspoloživih parazitnih parametara (kapacitivnosti i otpornosti). Postleajut simulacijom će se analizirati električne performanse projekta. *Cadence* omogućuje projektovanje jednostavnijih struktura koje će kasnije biti ugrađene u složenije. Ovakav način projektovanja predstavlja hijerarhijsko projektovanje. Manji delovi projekta mogu da se definišu kao posebni funkcijski blokovi koji će moći da se hijerarhijski povezuju sa ostatkom projekta [5]. To znači da se do konačnog izgleda sabirača dolazi prethodnim kreiranjem njegovih sastavnih delova, a to su inverter, NI kolo, NILI kolo, isključivo ILI kolo i transmisivno kola.

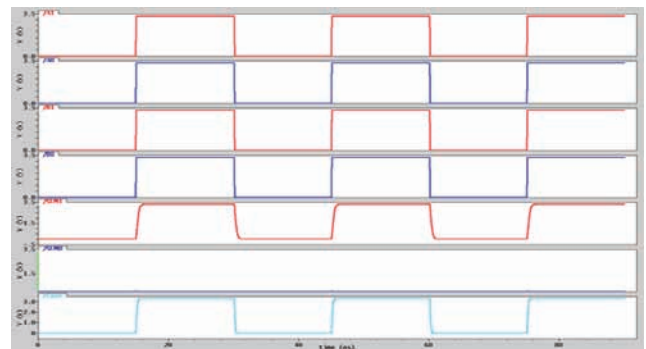
4. ANALIZA RADA DVOBITNOG I ČETVORO-BITNOG SABIRAČA

Princip za određivanje kritičnih vremena pokazan je na primeru dvobitnog CMOS sabirača. Test-kolo za testiranje dvobitnih sabirača dobija se kreiranjem novog šematika u kome pravimo specifično kolo kako bi izvršili simulaciju. Izgled test-kolo oba dvobitna sabirača je identičan i prikazan je na slici 4.



Slika 4.. Test-kolo dvobitnih sabirača

Pri razmatranju karakterističnih vremena treba posmatrati signale $SUM1$ i $Cout$ pri prelazu sa niskog na visoki naponski nivo. Potrebno je izvršiti simulaciju pri čemu će se ulazni signali A_1 , A_0 i B_1 , B_0 menjati tako da se u prvom slučaju vrši sabiranje 00 i 00, a u drugom 11 i 11. Izgled dobijenog vremenskog dijagrama prikazan na slici 5.



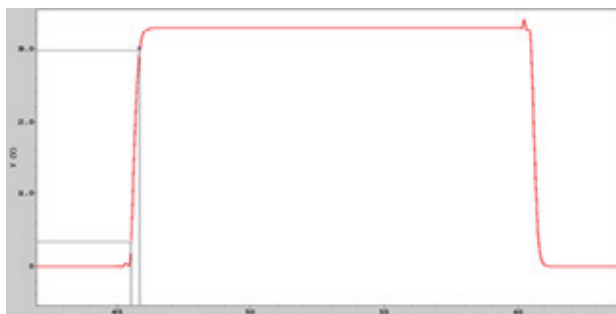
Slika 5. Vremenski dijagram ulaznih signala A_1 , A_0 , B_1 , B_0 i izlaznih signala $SUM1$ i $Cout$ predloženih dvobitnih sabirača sa promenom bita prenosa

Potrebno je odrediti koji signal *SUM1* i *Cout* je kritičniji. To se može odrediti tako što se posmatrani signali postave na isti vremenski dijagram i uoči signal sa manje strmim ivicama. Dijagram dvobitnog CMOS sabirača prikazan je na slici 6.



Slika 6. Vremenski dijagram izlaznih signala *SUM1* i *Cout* kada se menja bit prenosa kod dvobitnog CMOS sabirača

Uočava se da je signal *SUM1* sporiji tako da će se kod njega meriti karakteristična vremena. Vreme porasta t_r je vreme potrebno da se signal promeni od 10% do 90% svoje amplitude. Pošto je amplituda 3,3 V merenje vremena porasta treba izvršiti nad intervalom od 0,33 V pa do 2,97 V. Merenje se vrši korišćenjem markera u programskom paketu *Cadence* kao što je prikazano na slici 7. Vreme opadanja t_f se meri slično kao i vreme porasta. Razlika je u tome što se sada meri opadajuća ivica signala nad intervalom od 2,97 V pa do 0,33 V.



Slika 7. Određivanje vremena porasta izlaznog signala *SUM1* dvobitnog CMOS sabirača

Merenje vremena propagacije pri promeni sa niske na visoku vrednost t_{PLH} je prikazano na slici 8. Korišćenjem markera dobijamo vrednosti za t_{PLH} i t_{PHL} .

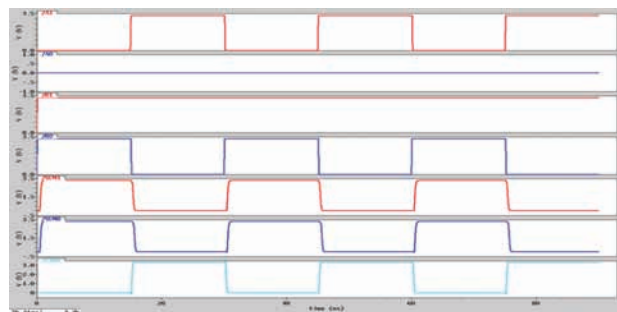


Slika 8. Merenje vremena propagacije t_{PLH} izlaznog signala *SUM1* dvobitnog CMOS sabirača

Da bi se uočila razlika u brzini rada kola potrebno je posmatrati karakteristična vremena bez promene prenosa C_{OUT0} i uporediti ih sa već prethodno izmerenim. Ponavljanjem simulacije pri čemu će signali *A1*, *A0*, *B1*

B0 menjati tako da se u prvom slučaju vrši sabiranje 10 i 00, a u drugom 10 i 11. Izgled dobijenog vremenskog dijagrama je isti za oba sabirača i prikazan na slici 9.

Postupak određivanja karakterističnih vremena je isti i za ostale sabirače. Rezultati merenja dati su u tabelama 1,2,3 i 4.



Slika 9. Vremenski dijagram ulaznih signala *A1A0B1B0* i izlaznih signala *SUM1SUM0Cout* predloženih dvobitnih sabirača bez promene bita prenosa

Tabela 1 rezultati analize dvobitnog CMOS sabirača

	t_r (ns)	t_f (ns)	t_{PLH} (ns)	t_{PHL} (ns)	P (μ w)
Sa promenom bitova prenosa	0,34	0,29	0,58	0,48	114,1
Bez promene bitova prenosa	0,28	0,29	0,56	0,52	

Tabela 2 rezultati analize dvobitnog TG sabirača

	t_r (ns)	t_f (ns)	t_{PLH} (ns)	t_{PHL} (ns)	P (μ w)
Sa promenom bita prenosa	0,65	0,57	0,31	0,23	9,2
Bez promene bita prenosa	0,54	0,8	0,5	0,55	

Tabela 3 rezultati analize četvorobitnog CMOS sabirača

	t_r (ns)	t_f (ns)	t_{PLH} (ns)	t_{PHL} (ns)	P (μ w)
Sa promenom bita prenosa	0,38	0,29	0,58	0,73	188,2
Bez promene bita prenosa	0,28	0,29	0,46	0,69	

Tabela 4 rezultati analize četvorobitnog TG sabirača

	t_r (ns)	t_f (ns)	t_{PLH} (ns)	t_{PHL} (ns)	P (μ w)
Sa promenom bita prenosa	0,65	0,56	0,31	0,22	20,6
Bez promene bita prenosa	0,54	0,77	0,4	0,66	

5. DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

Analiza dvobitnih i četvorobitnih sabirača potvrđuje da je za realizaciju sabirača u komplementarnoj tehnologiji potrebno više (2,6 puta) tranzistora nego kad su sabirači realizovani korišćenjem prolazne logike odnosno upotrebom transmisionih kola. Samim tim i površina lejauta sabirača realizovanih u komplementarnoj logici je veća (2,3 puta) nego površina lejauta sabirača realizovanih u prolaznoj logici.

Kod dvobitnog CMOS sabirača može se primetiti da su kritična vremena približno jednaka u oba slučaja promene bita prenosa. Jedan od razloga za to je i u samoj konstrukciji kola. Za formiranje izlaznih signala $SUM1$ i C_{out} kod dvobitnog CMOS sabirača potrebno je da se signal C_{out} generiše posle prolaska ulaznih signala kroz četiri logička kola prvog sabiračkog bloka i kroz četiri logička kola drugog bloka. A i B signali koji se dovode paralelno, moraju proći kroz dva isključivo ILI kola.

Vremena dobijana analizom dvobitnog CMOS sabirača za slučajeve sa i bez promene bita prenosa su približno jednaka, što znači da su vremena uspostavljanja niskih i visokih vrednosti signala na izlazu logičko kola približno jednaki, odnosno brzina uspostavljanja niskih i visokih vrednosti signala na izlazu logičkih kola je približno ista. Što se tiče četvorobitnog CMOS sabirača princip formiranja izlaznih signala je isti kao i kod dvobitnog CMOS sabirača, stim što je razlika što signal C_{out} ima veće kašnjenje, jer prolazi kroz još dva sabiračka bloka. Iz vremena dobijenih analizom četvorobitnog CMOS sabirača za slučajeve sa i bez promene bita prenosa, može se videti da su vremena kraća kada se bit prenosa ne menja. To znači da su vremena uspostavljanja visoke vrednosti signala na izlazu logičkih kola kraća, odnosno brzina uspostavljanja visokih vrednosti signala na izlazu logičkih kola je veća.

Kod dvobitnog TG sabirača može se primetiti da su kritična vremena kraća kada se menja bit prenosa nego kada se bit prenosa ne menja. Jedan od razloga nalazi se u samoj konstrukciji kola. Za formiranje signala $SUM1$ i C_{out} kod dvobitnog sabirača potrebno je da se signal C_{out} generiše posle prolaska ulaznih signala kroz jedan inverter i dva transmisiona kola ($T1$, $T2$), pa zatim kroz još jedno transmisiono kolo ($T4$) sledećeg sabiračkog bloka. A i B signali koji se dovode paralelno, moraju proći kroz dva invertora i četiri transmisiona kola.

Iz vremena dobijenih analizom dvobitnog TG sabirača za slučajeve sa i bez promene bita prenosa, može se videti da su vremena kraća kada se bit prenosa menja. To znači da su vremena uspostavljanja niske vrednosti na izlazu logičkih kola kraća, odnosno brzina uspostavljanja niske vrednosti signala na izlazu logičkih kola je veća.

Princip formiranja izlaznih signala četvorobitnog TG sabirača je isti kao i kod dvobitnog, stim što je razlika što signal C_{out} ima veće kašnjenje, jer prolazi još kroz dva transmisiona kola.

Analiza dobijenih vremena četvorobitnog TG sabirača je ista kao i analiza dvobitnog TG sabirača.

Sa grafika analiziranih dvobitnih i četvorobitnih sabirača može se uočiti da ne dolazi do slabljenja amplitude signala. Ova je očekivana osobina komplementarne logike i transmisijonih kola.

Ukupna snaga disipacije sabirača realizovanih u komplementarnoj logici je veća u odnosu na sabirače realizovane u prolaznoj logici razlog tome je veći broj tranzistora a samim tim i veći broj prelaznih procesa tokom menjanja stanja logičkog kola

6. ZAKLJUČAK

Analizom dvobitnih i četvorobitnih sabirača je pokazano da je za realizaciju sabirača u komplementarnoj CMOS tehnologiji potrebno više (2,6 puta) tranzistora nego kad su sabirači realizovani korišćenjem prolazne logike

odnosno upotrebom transmisijonih kola. Samim tim i površina lejauta sabirača realizovanih u komplementarnoj logici je veća (2,3 puta) nego površina lejauta sabirača realizovanih u prolaznoj logici.

Vreme propagacije dvobitnog CMOS sabirača kreće se od 0,48 ns do 0,58 ns, dok se vreme propagacije dvobitnog TG sabirača kreće u intervalu od 0,23 ns do 0,55 ns. Vreme propagacije četvorobitnog CMOS sabirača kreće se od 0,46 ns do 0,73 ns, dok se vreme propagacije četvorobitnog TG sabirača kreće u intervalu od 0,31 ns do 0,66 ns.

Ukupna snaga disipacije dvobitnog CMOS sabirača iznosi 114,1 μ w, dok ukupna snaga disipacije za dvobitni TG sabirač iznosi 9,2 μ w. Ukupna snaga disipacije četvorobitnog CMOS sabirača iznosi 188,2 μ w, dok ukupna snaga disipacije za četvorobitni TG sabirač iznosi 20,6 μ w.

Sa grafika analiziranih dvobitnih i četvorobitnih sabirača može se uočiti da ne dolazi do slabljenja amplitude signala.

Iz dobijenih rezultata može se zaključiti da je dvobitni i četvorobitni sabirač bolje realizovati upotrebom prolazne logike odnosno korišćenjem transmisijonih kola. Ovako realizovani sabirači zahtevaju znatno manji broj tranzistora, površina na čipu je manja kao i disipacija snage.

Jedan od glavnih nedostataka realizovanih sabirača je pojava gličeva, koji su izraženiji kod sabirača realizovanih u komplementarnoj CMOS logici

7. LITERATURA

- [1] M. Stojčev, P. Krtolica: „Računarski sistemi - projektovanje digitalnih sistema“, Niš, jun 2004.
- [2] M. Damnjanović: „Projektovanje digitalnih integrisanih kola“ skripta, Novi Sad, april 2010.
- [3] Asim J. Al-Khalili: „Parallel Adders“ Concordia University, Montreal
- [4] M. K. Stojčev, P. V. Krtolica: „Računarski sistemi: principi digitalnih sistema“ Elektronski fakultet u Nišu i PMF u Nišu, Niš, 2005
- [5] Vasa Radonić: „Projektovanje elektronski kola u Cadence radnom okruženju kroz primere“, Univerzitet u Novom Sadu, 2006.

Kratka biografija:



Dragan Bulatović rođen u Novim Sadu 1984. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - Mikroelektronika odbranio je 2013. godine.

IMPLEMENTACIJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ZAŠTIĆENIM GRADSKIM JEZGRIMA**IMPLEMENTATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN HISTORIC DISTRICTS**

Nikola Laković, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada analizirane su mogućnosti primene različitih sistema obnovljive energije u istorijskim četvrtima, uz puno poštovanje i očuvanje njihovog stilskog i istorijskog karaktera, kao i poštovanje zakonskih regulativa. Dat je pregled više slučajeva gde su sistemi obnovljive energije uspešno instalirani na istorijske objekte i smernice za njihovu integraciju u istorijskim sredinama. Takođe, razmatrana je upotreba električnih i hibridnih vozila, kao i politike gradova za uvođenje održivog saobraćaja u istorijskim jezgrima.

Abstract – This paper analyses possibilities of integration of different renewable energy systems in historic districts, with regard to their historic character and character defining features, as well as to local regulations. An overview of different examples of succesful implementations of renewable energy systems in historic environment is given, as well as guidelines for their inegration is given. Furthermore, application of different hybrid and electric vehicles and policies of cities aimed at implementation of sustainable traffic in their historic districts is discussed.

Cljučne reči: Obnovljivi izvori energije, Zaštita spomenika, Fotonaponski paneli, Geotermalna energija, Električna i hibridna vozila

1. UVOD

Istorijski objekti u urbanom kontekstu trenutno su odgovorni za 4 % ukupne energetske potrošnje i učestvuju u ukupnoj emisiji CO₂ sa 30% [1]. Iz tih razloga, povećanje energetske efikasnosti i upotreba obnovljive energije u istorijskim objektima i četvrtima ne sme biti izgubljena iz vida, prilikom sveprisutnih napora da se gradovi učine održivim.

Istorijske četvrti predstavljaju delove naseljenih mesta koji sadrže značajnu koncentraciju zgrada i drugih konstrukcija, koje su arhitektonski značajne i predstavljaju istorijsko arhitektonsko nasleđe.

U većini zemalja istorijske četvrti su pod različitim oblicima zakonske zaštite i svaka renovacija postojećih objekata, kao i zidanje novih je strogo regulisano zakonom.

Pristup zaštiti kulturnog i istorijskog nasleđa teži da bude integrativan i kao takav je u potpunosti kompatibilan sa konceptom održivosti, jer predstavlja uspostavljanje kompromisa kulturno održivog uređenja korišćenja

baštine i savremenih potreba društva, koje se opredelilo za održivi razvoj. U međunarodnoj praksi ovaj pristup se naziva „kulturno održiva ekonomska zaštita i revitalizacija kulturnog nasleđa“ [2].

Sistemi obnovljive energije predstavljaju u najvećem broju slučajeva poželjno i prihvatljivo rešenje u istorijskim četvrtima. Korišćenje geotermalne i hidro energije se može primeniti uzimajući u obzir konzervatorske zahteve, dok se kod ostalih sistema kao što su solarni, moraju poštovati smernice i voditi računa da se ne naruši stilski karakter objekta. Pored obnovljivih izvora, dodatna mera u cilju veće održivosti istorijskih četvrti i gradova jeste uvođenje održivog saobraćaja, pre svega putem korišćenja električnih i hibridnih vozila.

2. GEOTERMALNI SISTEMI

Geotermalni sistemi, prihvatljivi u zaštićenim oblastima, obuhvataju razna tehnička rešenja geotermalnih toplotnih pumpi. One funkcionišu na osnovu sakupljanja prirodno generisane toplote iz zemljine unutrašnjosti pomoću sistema cevi ispunjenih tečnošću koje transportuju toplotu do objekta, gde se ona oslobađa. Tokom toplog perioda godine sistem funkcioniše obrnuto i transportuje toplotu iz objekta u zemljinu unutrašnjost. Ova tehnologija se može koristiti i za grejanje vode u domaćinstvima.

Instalacija geotermalnih sistema (toplotnih pumpi) je skuplja od instalacije konvencionalnih sistema za grejanje (kreće se od 7.000 do 11.000 evra). Međutim, ona ima dugačak vek trajanja (preko 20 godina) i za to vreme u velikoj meri dovodi do uštede. Tipično, u zavisnosti od uslova, potrebno je oko 3-4 godine da bi se sistem isplatio.

Ono što posebno čini geotermalne sisteme privlačnim za istorijske objekte i četvrti jeste činjenica da su ovi sistemi estetski potpuno neinvanzivni, usled činjenice da se veći deo nalazi ispod zemlje, dok se pumpe i ostala prateća oprema nalaze u unutrašnjosti objekta gde ne zahtevaju puno prostora, kao ni izmene u originalnim materijalima i strukturi samog objekta. U nastavku su data dva primera primene u SAD.

2.1 Primer primene - Unity Temple, Ouk Park, SAD

Dobar primer korišćenja geotermalne energije za zagrevanje-hlađenje objekata je geotermalni sistem dizajniran za jedno od remek-dela ranog američkog modernizma Unity Temple u Ouk Parku, SAD, prikazan na slici 1. Projektanti su osmislili ovaj sistem tako da maksimalno koristi već postojeće ventilacione kanale, kako bi uticaj na strukturu objekta bio što manji. Predviđeno je da se oko objekta izbuši niz bunara dubine 10m-15m sa okolnim zonama oko 30cm da se obezbedi

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Katić, red.prof.

razmena geotermalne energije. Takođe biće instaliran najsavremeniji sistem za ventilaciju koji će biti automatski kontrolisan i prilagođavaće se trenutnim potrebama (reagovaće na nivo ugljen dioksida, koji služi kao indikacija broja ljudi u prostoriji). Na taj način u prostoriju ulazi samo onoliko svežeg vazduha koliko je potrebno, štiteći originalnu strukturu zgrade. Urađena je kompjuterska simulacija projektovanog sistema, tj. energetski model objekta. Očekuje se da će novi sistem smanjiti račun za grejanje i hlađenje za 40 % u odnosu na konvencionalne HVAC sisteme (engl. *Heat Ventilation Air Conditioning* tj. sistem za grejanje, hlađenje i klimatizaciju) i doprineti smanjenju emisije CO₂ za čak 80%. [1,2]



Slika 1. Unity Temple, Oak Park, SAD

2.2 Primer primene - Trinita crkva, Boston, SAD

Još jedan dobar primer je Trinita crkva, izgrađena 1873. godine u Bostonu, koja se smatra začetkom neo romanskog stila u arhitekturi SAD. Danas crkva ima status nacionalnog istorijskog spomenika i spada u jedan od najznačajnijih istorijskih objekata u tom delu SAD.

Projektni tim uradio je analizu moguća tri HVAC sistema uključujući i geotermalni sistem, koji bi omogućavao i grejanje i hlađenje objekta. U slučaju sistema koji koristi rashlađenu vodu, instalacija bojlera za hlađenje vode na zgradi sa spoljašnje strane je odmah odbačena kao mogućnost, jer bi se u velikoj meri narušio stilski karakter objekta. Nakon detaljne analize, razmotrene su mogućnosti instalacije bojlera unutar objekta, i jedino prihvatljivo rešenje za instalaciju ove glomazne opreme je da se ona instalira u prostor između apsida i krova. Međutim i to predloženo rešenje je bilo daleko od idealnog.

Pored analize troškova ugradnje, urađena je i analiza troškova tokom životnog veka sistema. Ova analiza je pokazala uštedu od preko 10 posto tokom ciklusa od 20 godina u slučaju geotermalnog sistema u poređenju sa druga dva konvencionalna sistema. Pored ekonomske isplativosti u periodu od 20 godina, konačnoj odluci da se upotrebi geotermalni sistem doprineli su i drugi faktori kao što su: estetska kompatibilnost, odsustvo vibracija i buke i trajnost upotrebene opreme.

Odlučeno je da bude ugrađen geotermalni sistem za grejanje i hlađenje kako renoviranih tako i novih prostorija. Izbušeno je šest nezavisnih bunara oko crkve, kroz različite slojeve zemljišta uključujući i stene, dubokih 457 metara, što je duplo više od visine obližnje John Hancock Tower, najviše zgrade u Bostonu. Bunari

su bušeni na samo 2,5 metra od crkve, i inženjeri su morali da osiguraju da prilikom bušenja i implementacije sistema ne dođe do oštećenja temelja crkve. Ukupno 13 toplotnih pumpi smešteno je u podzemnu kotlarnicu, tako da su estetski i fizički potpuno neinvazivne. Sistem se koristi za grejanje i hlađenje 1300 m² renoviranog prostora, kao i preko 1400 m² parohijskog doma [1].

3. SOLARNI SISTEMI

U velikom broju slučajeva autentičan karakter istorijskih objekata i struktura može biti očuvan uz instalaciju solarnih fotonaponskih sistema. Kako potreba za obnovljivom energijom raste i tehnologija istovremeno napreduje, raste i politički pritisak za uklanjanje regulacionih barijera, koji ograničavaju njihovu primenu u istorijskim četvrtima.

Potrebno je izbegavati rešenja kod kojih bi došlo do trajnih izmena ili uklanjanja originalnog istorijskog materijala objekata. Prilikom instalacije solarnih panela mora se voditi računa o mogućnosti da budu uklonjeni bez bilo kakvih izmena na istorijskom tkivu objekta, tj. instalacije moraju biti u potpunosti reverzibilne. Korišćenje različitih vrsta solarnih krovnih pokrivača (solarnih crepova, laminata...) i sličnih tehnologija koje zahtevaju uklanjanje originalnih materijala treba izbegavati koliko kod je to moguće. Pre instalacija treba izvršiti analizu stanja postojećeg krovnog pokrivača na kome će paneli biti instalirani kao i metoda za njihovu instalaciju i eventualno uklanjanje.

Solarni paneli treba da leže što je više moguće ravno uz krovnu površinu i ne bi trebali da budu montirani na više od 10 cm od površine krova (mali razmak je pak neophodan da bi se obezbedio protok vazduha radi hlađenja). Paneli bi trebali da budu instalirani tako da prate površinu na koji su instalirani. Takođe, treba izbegavati montiranje panela preko više krovnih površina, i generalno treba ih rasporediti tako da prate oblik i konfiguraciju krova na koji su instalirani. Na ravnim krovovima, koji usled minimalne vidljivosti predstavljaju idealno mesto za implementaciju solarnih panela, paneli treba da se nalaze što dalje od ivice, a visina i ugao pod kojim su postavljeni treba da budu podešeni da bi se vidljivost minimizirala. Primer instalacije koja poštuje ove kriterijume je solarni sistem na Spring Lake Inn-u u Spring Lejku, SAD prikazanog na slici 2.



Slika 2. Solarni paneli na krovu Spring lake Inn-a

Ukoliko u okviru istorijskog objekta postoje noviji neistorijski pomoćni objekti ili ekstenzije koje su

odobrene od strane nadležne komisije, poželjno bi bilo instalirati panele na njih umesto na sam objekat, uz naravno što manju vidljivost kako bi se postigla ukupna kompatibilnost sa stilskim karakterom objekta i njegove okoline.

Solarne panele treba postavljati na mestima minimalne uočljivosti sa glavne ili sporednih ulica. Primarna fasada istorijskog objekta je uglavnom arhitektonski najznačajnija i locirana je tako da bude vidljiva sa javnih površina i u najvećoj meri određuje stilski karakter objekta. Ukoliko je moguće, solarni paneli bi trebalo da se nalaze iza arhitektonskih elemenata koji ih mogu zakloniti, kao što su dimnjaci, krovni prozori (badže), parapeti i sl., kao i na krovnim površinama sa zadnje strane objekta. Primer jedne solane instalacije na krovu, iza parapeta, na zamku Danster (U.K.), dat je na slici 3.



Slika 3. Solarni paneli na krovu zamka Danster

Prozori su bitni elementi koji određuju stilski karakter objekta, stoga instalacija panela, tako da zaklanjaju prozore nije prihvatljiva u istorijskim četvrtima.

Ukoliko je moguće, treba razmotriti instalaciju solarnih panela na pomoćne objekte, sekundarna i stražnja krila posmatranog objekta.

Kada na istorijskom objektu nije moguće instalirati solarne panele na odgovarajućem mestu, tako da budu okrenuti ka jugu, treba razmotriti instalaciju panela na slobodnostojećim strukturama na zemlji, na mestima sa minimalnom vidljivošću, po mogućnosti u stražnjim delovima dvorišta što bliže zemlji. Pri tom treba voditi računa da se poštuje istorijsko okruženje zgrade i da se ne naruši istorijski pejzaž, koji se sastoji kako od prirodnih (tj. topografije), tako i od ljudski konstruisanih elemenata. Ukoliko na istorijskom objektu postoje staklene površine moguće ih je zameniti staklom koje sadrži fotonaponske ćelije (engl. BIPV- Building Integrated Photovoltaic), pri čemu se mora voditi računa da ono svojom bojom i izgledom ne odudara od fasade objekta. Razvojem novih tehnologija moguće je sve više uticati na boju i izgled stakala sa integrisanim fotonaponskim elementima, te se ona mogu prilagođavati specifičnim primenama. Takođe mora se voditi računa o činjenici da prozori predstavljaju bitne stilske elemente objekata i stoga se prilikom ugradnje stakala sa fotonaponskim ćelijama ne smeju oštetiti ili na bilo koji način izmeniti. Stakla sa fotonaponskim ćelijama pored svojih osnovnih funkcija da propuštaju dnevnu svetlost i proizvode električnu energiju, služe i kao filter koji ne propušta UV i IR zračenje, što u određenim primenama (kao npr. u Arlington Court muzeju kočija, slika 4) može predstavljati bitnu dodatnu prednost. Takođe, ova stakla mogu služiti i

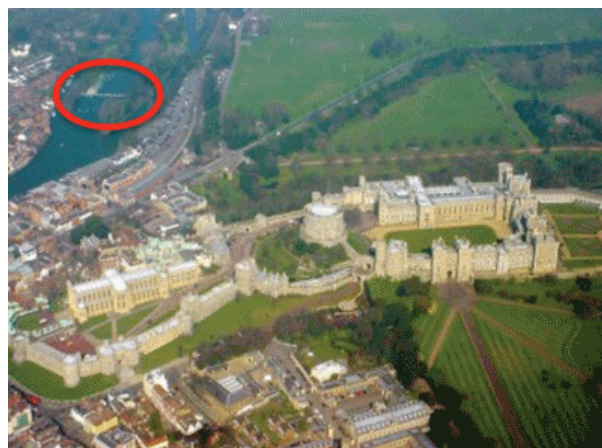
za pojačanje toplotne izolacije, što dodatno doprinosi povećanju energetske efikasnosti objekta [2], [3].



Slika 4. Solarni paneli, Arlington Court

4. MINI HIDROELEKTRANE

Hidroelektrane koje rade na principu Arhimedovog vijka predstavljaju relativno nov koncept u svetu malih hidroelektrana, koji je prisutan poslednjih desetak godina. Hidroelektrana, koja se sastoji iz dva Arhimedova vijka (dugačka 12 m, prečnika 4 m) kapaciteta 300 kW instalirana je u okviru 214 godina stare Romni brane na Temzi pored istorijskog jezgra Vindzora i u neposrednoj blizini zamka Vindzor (slika 5). Voda pokreće vijke (sa maksimalno 22 obrtaja u minuti) od kojih je svaki povezan sa generatorom, u kome se generiše električna energija prilikom obrtanja magneta u bakarnom jezgru.

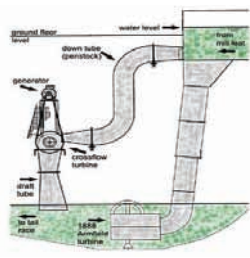


Slika 5. Romni brana u blizini zamka Vindzor

Istorijski mlinovi, koji se često nalaze u okviru šireg istorijskog konteksta, u velikom broju slučajeva se mogu adaptirati i koristiti kao mini hidroelektrane za generisanje električne energije. Naime, instalacija mikro-hidroturbina ne zahteva ospežne radove i zahteva minimalne izmene u unutrašnjosti istorijskih mlinova, a kako je novoinstalirana oprema smeštena u unutrašnjosti, vizualni efekat je minimalan. Pored davanja nove funkcije mlinovima, što ih čini održivim i upotrebljivim i u XXI veku, konverzija u mini hidroelektrane uglavnom u velikoj meri doprinosi i očuvanju, restauraciji i redovnom održavanju istorijskih mlinova.

Grupa od 10 vlasnika istorijskih mlinova u Južnom Somersetu, Velika Britanija - SSHG (*The South Somerset Hydropower Group*) su instalirali, ili planiraju instalaciju mikro-hidroturbina za generisanje električne energije. Kada celokupan projekat bude završen, očekuje se da će svi mlinovi u okviru grupe proizvoditi oko 600 MWh

godišnje, što je dovoljno da se snabdeva oko 150 prosečnih domaćinstava i emisija CO₂ smanji za 260 tona godišnje. Prvi mlin na koji je instalirana turbina je Grantov mlin, koja je u mogućnosti da proizvede 30 MWh godišnje (slika 6).



Slika 6. Grantov mlin i dijagram male hidro elektrane.

5. ELEKTRIČNA I HIBRIDNA VOZILA

Električna i hibridna vozila su adekvatna i izuzetno poželjna rešenja za upotrebu u istorijskim četvrtima, a njihova ograničenja uglavnom nisu relevantna. Pre svega od velikog značaja je da ne proizvode izduvne gasove za razliku od vozila sa SUS motorom, gde se u sastavu izduvnih gasova nalazi velik broj onih koji izazivaju taloženje nečistoća, koroziju i druga oštećenja na objektima i spomenicima. Kod istorijskih objekta ovo je od posebnog interesa, jer svaka šteta učinjena na njima nije samo materijalna, već predstavlja i neprocenljiv gubitak za kulturu i istoriju. Dalje, električna vozila ne proizvode buku i imaju značajno manje vibracije, te na taj način mnogo manje utiču na oštećenje objekata. S druge strane, ova vozila uglavnom ne mogu da razvijaju velike brzine, što u istorijskim četvrtima ne predstavlja ograničenje, jer su ulice uglavnom uske i pretvorene u pešačke zone. Takođe, ova vozila nisu predviđena da prelaze velike razdaljine, što opet nije ograničenje, jer su istorijske četvrti uglavnom kompaktne i ne prostiru se na velikim površinama. Primer je hibridno vozilo na vodonično gorivo za čišćenje ulica CityCat H₂ (slika 7).



Slika 7. CityCat H₂ čistač ulica

Dobar primer su i aktivnosti Gradskog veće grada Firence, koje postepeno sprovodi niz mera sa ciljem da od 2016. god. pristup istorijskom gradskom jezgru bude dozvoljen samo električnim vozilima, tj. da pretvore Firencu u jednog od svetskih lidera održivosti među gradovima. U partnerstvu sa Reno-Nisanom, grad će instalirati stanice za punjenje baterija širom gradskog jezgra u cilju promovisanja upotrebe električnih vozila. Grad takođe planira da u okviru ove saradnje investira u

vozni park električnih vozila za javnu upotrebu, tj. planira se da u prvoj fazi sva komunalna i transportna vozila zamene električnim, dok bi jedino privatna vozila ostala konvencionalna. Počevši već od 2012. vlasnici električnih vozila uživaju niz beneficija u vidu besplatnog ili jeftinijeg parkinga, kao i pristup pojedinim delovima gradskog jezgra, koji su inače nedostupni za motorni saobraćaj. Takođe gradsko veće je kupilo 3 službena putnička vozila Nisan Lif (eng. *Nissan Leaf*) električnog vozila, koje je dobilo nagradu Vozilo godine u 2011. i koja će biti na raspolaganju gradskim odbornicima.

6. ZAKLJUČAK

Suštinski gledano konzervacija istorijskog nasleđa i sistemi obnovljive energije imaju isti cilj - očuvanje postojećih resursa. U nizu primera i analiza u ovom radu je pokazano da u velikom broju slučajeva sistemi obnovljive energije ne predstavljaju neobičnost u istorijskim četvrtima, već u većini slučajeva poželjno i prihvatljivo rešenje. Kroz saradnju i kombinovanjem kriterijuma moguće je doći do prihvatljivih rešenja, koja će pomoći da se savladaju izazovi rastućih energetske potreba, učine istorijske četvrti održivim, tj. da se sačuvaju za generacije koje dolaze.

7. LITERATURA

- [1] T. Perry, and C.A. Jay, "Sustainable Solutions for Historic Buildings: Geothermal Heat Pumps in Heritage Preservation", APT Bulletin, Vol. 40, No. 2 (2009), pp. 21-28.
- [2] M. Giuliano, and A. Stephenson, "Energy Efficiency, Renewable Energy and Historic Preservation: A Guide For Historic District Comissions", Clean Air – Cool Planet Foundation, 2009.
- [3] Kandt, A., E. Hotchkiss, A. Walker, J. Buddenborg and J. Lindberg, "Implementing Solar PV Projects on Historic Buildings and in Historic Districts", National Renewable Energy Laboratory, Technical Report, 2011.

Kratka biografija:



Nikola Laković rođen je u Novom Sadu 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2013.god.



Vladimir A. Katić rođen je u Novom Sadu 1954. god. Diplomirao je na FTN u Novom Sadu 1978., a doktorirao na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1991. god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu.

DVB-T2**DVB-T2**Nemanja Tančik, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad opisuje osnovne karakteristike digitalne televizije prve i druge generacije. Opisan je postupak adaptacije strima, kao i kodiranje i modulacija bitskog interlivinga. Analizirane su razlike između standarda DVB-T i DVB-T2. Opisana su i iskustva drugih zemalja i parametri DVB-T2 signala koji se mere.

Abstract – This paper describes the basic properties of digital Television of the first and the second generation. The procedure for the adaptation of a stream, as well as coding and modulation of bit-interleaving are shown. Differences between the standards of DVB-T and DVB-T2 are also analysed. Experiences of other countries are presented, as well as the parameters of the DVB-T2 signal to be measured.

Ključne reči: digitalna televizija, DVB-T, DVB-T2, kodiranje, OFDM modulacija

1. UVOD

Prelazak sa analognog na digitalno emitovanje televizijskih signala predstavlja jedan od najsloženijih postupaka u istoriji televizije.

Digitalizacija televizije podrazumeva potpunu digitalizaciju televizijskog signala, od trenutka kada se slika i zvuk snime u studiju, do trenutka kada signal stigne do televizijskih prijemnika.

U postupku digitalizacije se formira signal koji zahteva veoma veliki protok koji zahteva značajnu redukciju neophodnog protoka, pa se mora izvršiti kompresija video i audio signala.

Prenos komprimovanog signala vrši se terestrijalnom distribucionom mrežom (koristeći mrežu radio-stanica), satelitskim putem ili kablom. Standard DVB-T2 predstavlja drugu generaciju sistema digitalne televizije i donosi nove mogućnosti za digitalne zemaljske televizijske platforme kao što su 3DTV, HDTV, pay-on-demand.

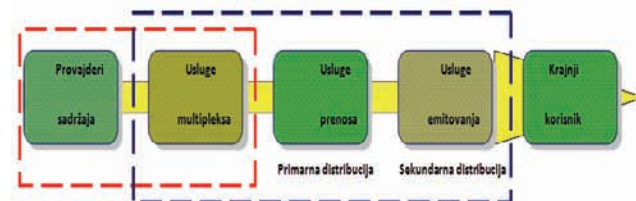
2. ARHITEKTURA DIGITALNOG RADIODIFUZNOG LANCA

Ključne komponente digitalne radiodifuzije mogu se svrstati u tri osnovne ravni: proizvođači sadržaja, operatori mreža i korisnici što je prikazano na slici. 1. Provajdere sadržaja čine emiteri, kao i vlasnici televizijskih, radio i multimedijalnih sadržaja koji se mogu prenositi. Usluge multipleksa će se obezbediti u okviru distribucionih sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, vanr.prof.

Distribicioni sistemi se sastoje od primarnih (koji vrše prenos signala do odgovarajućih predajnika) i sekundarnih (čija je uloga emitovanje signala krajnjem korisniku-gledaocu).



Slika 1. Lanac učesnika u digitalnoj radiodifuziji

3. STRATEGIJA PRELASKA NA DIGITALNO EMITOVANJE U EVROPI

Standardizacijom u oblasti digitalne radiodifuzije u Evropi, od 1993. godine bavi se DVB Projekat, međunarodni sektorski konzorcijum sa više od 270 članova koji čine nosioci regulative, emiteri i predstavnici proizvođača korisničke opreme. Hronologija razvoja najvažnijih DVB standarda prikazana je na slici 2.

Prvi digitalni standard usvojen od strane DVB Projekta (decembar 1993. godine) odnosi se na satelitski prenos televizijskih signala DVB-S. Sa druge strane, postojeći distributeri kablovske televizije preuzimaju veliki broj programa sa satelita. Ova činjenica je bila podstrek za razvoj prvog digitalnog kablovskog standarda, DVB-C, usvojenog 1994. godine.

U daljem razvoju, razmatran je problem emitovanja televizijskog signala zemaljskim vezama u slobodnom prostoru, koji je praćen nizom potencijalnih smetnji, a naročito višestrukom propagacijom. Stoga je razvijen složen način emitovanja digitalne zemaljske televizije putem DVB-T standarda a tehnika koja ovo obezbeđuje je COFDM.

Standard se zasniva na multipleksiranju sa velikim brojem ortogonalnih nosilaca čime se ublažava problem višestruke propagacije i širenja kašnjenja. Time se signal štiti od destruktivnih interferencija eho signala.

Za prijem signala digitalne televizije na pokretnim prijemnicima usvojen je DVB-H standard. DVB Projekat je usvojio način kompresije video i audio signala. Tako je odlučeno da u slučaju videa to bude MPEG-2.

Razvojem novih tehnika, pojavio se tip kompresije MPEG-4, koji je bio namenjen multimedijalnim uslugama, ali je daljim usavršavanjem razvijena kompresija koja pri nešto većim protocima obezbeđuje bolji kvalitet videa.

Nizom poboljšanja kompresije, MPEG-4 verzija 10 uspeo je da ostvari približno isti subjektivni kvalitet dekodiranog videa kao MPEG-2, pri dvostruko nižem protoku.



Slika 2. Hronologija razvoja najvažnijih DVB standarda

4. PREDNOSTI KOJE PRUŽA DIGITALNA TELEVIZIJA

Uprkos visokom kvalitetu slike koja nastaje u studiju analogni televizijskih sistema, na strani gledaoca ona je često dosta slabijeg kvaliteta. Razlog tome jesu brojne smetnje koje se javljaju u procesu prenosa slike od studija do TV prijemnika. Ukoliko je odnos snaga korisnog signala i šuma na mestu prijema nizak, kvalitet slike je loš, tako da je ona često neupotrebljiva. Digitalna televizija u velikoj meri otklanja ove nedostatke i pruža znatno bolji kvalitet reprodukovane slike.

Pogodnosti sa stanovišta gledalaca su :

- Postojan kvalitet prijemnog signala
- Relativno mala greška prijema
- Veća imunost prijemnog signala na smetnje
- Reprodukovana slika je bez refleksija
- Visok kvalitet reprodukovanog zvuka i slike
- Širi format reprodukovane slike
- Niži nivo prijemnog signala
- Veći broj programa po jednom TV kanalu
- Nehijerarhijski/hijerarhijski način rada
- Dodatni sadržaji
- Nisu neophodna velika ulaganja gledalaca.

Postavlja se eksterni dodatak tzv. set top box (STB) koji se priključuje između postojećeg TV prijemnika i antene. STB je zapravo prijemnik (receiver) koji pretvara digitalni signal u oblik pogodan za prikazivanje na postojećim TV prijemnicima. Alternativa ovome jeste kupovina novog TV prijemnika koji ima integrisan tj. u sebi sadržan DVB prijemnik (IDTV).

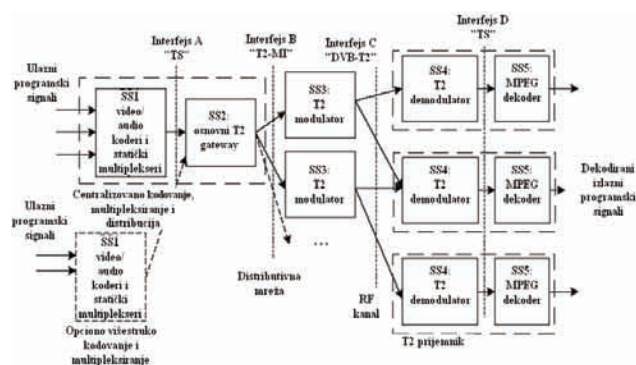
Digitalno emitovanje signala posmatrano sa stanovišta TV stanica (TV emitera) donosi sledeće pogodnosti:

- Veća oblast pokrivanja
- Mogućnost rekonfiguracije i adaptacije sistema
- Emitovanje više TV programa po jednom kanalu
- Mogućnost emitovanja dodatnih sadržaja
- Niža cena eksploatacije emisionih uređaja (predajnika)

5. DVB-T2

DVB-T2 standard nudi mnogo širu lepezu opcija u odnosu na DVB-T. Obuhvata najnovije tehnike kodnih i modulacionih postupaka čime je omogućena visoka spektralna efikasnost za prenos audio, video i servisnih podataka u uslovima stacionarnog, portabl i mobilnog prijema. Prilikom razvoja ove druge generacije standarda vodilo se

računa o kompatibilnosti sa postojećim DVB-T standardom. Blok dijagram DVB-T2 lanca prikazan je na slici 3.



Slika 3. Pojednostavljena šema DVB-T2 sistema

U SS1 podsistemu se vrši generisanje MPEG transportnog niza (TS) i/ili generičkog (enkapsuliranog) u doslovnom prevodu hermetički zatvorenog niza (GSE).

Radi postizanja poboljšanja u SFN radu odluke o alokaciji i rasporedu se vrše u sklopu T2 Gateway-a (T2 prolaza). Kao rezultat, svaki modulator u mreži može formirati identičan signal za emitovanje.

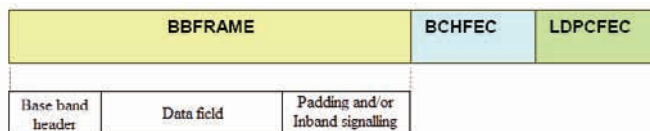
DVB-T2 modulatori uzimaju osnovne frejmove (BB) i instrukcije za T2 frejmove sadržane u dolaznom T2-MI nizu. Na taj način formiraju DVB-T2 frejmove, i emituju ih u odgovarajućem vremenskom intervalu.

Podsistem demodulatora služi za prijem RF signala od jednog ili više predajnika (u SFN mreži) i na svom izlazu daje jedan transportni niz.

Uloga dekodera niza (SS5) podsistema je da prima transportni niz i dekoduje ga na video i audio sadržaj. Ovaj podsistem je esencijalno isti kao za druge DVB standarde.

6. KODIRANJE BITSKOG INTERLIVERA I MODULACIJA

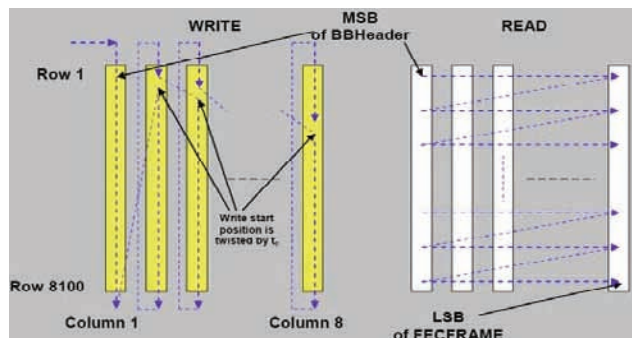
Kao ulaz u BICM modul (BICM - Bit-interleaved coding and modulation) je BB ram. Podmodul za kodiranje FEC-a najpre vrši spoljašnje kodiranje na svakom BB ramu koristeći BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) kodiranje, pri čemu se formira skup bita pod nazivom BCHFEC (zaštićeni paket greške) koji se dodaje na kraju BB rama. Zatim se vrši unutrašnje kodiranje (LDPC - Low Density Parity Check) na ovom promenjenom BB ramu pri čemu se dobija skup bita koji se nazivaju LDPCFEC koji se pridodaju na kraju promenjenog BB rama, kao na slici 4.



Slika 4. Format DVB-T2 podataka pre bitskog interlivera

Na izlazu LDPC kodera dobija se FEC ram koji ulazi u podmodul za bitski interleaving čija je uloga da poveća korekciju greške, kao i da spreči gubitak podataka i prikazan je na slici 5. (za normalni FEC ram i 16-QAM).

Na početku se bitski interleaving vrši samo na uparenim bitima, a zatim se vrši interleaving po kolonama (column twist interleaving). Početna pozicija za upisivanje u kolonama pomeren je za svaku kolonu. Strim bita se serijski upisuje u matricu po kolonama i serijski čita iz matrice po redovima. Struktura bitskog interlevera zavisi od modulacije koja može biti 16-QAM, 64-QAM ili 256-QAM i tipa FEC rama. U slučaju QPSK modulacije ne izvodi se bitski interleaving.



Slika 5. Prikaz bitskog interlevera za normalni FEC ram i 16- QAM

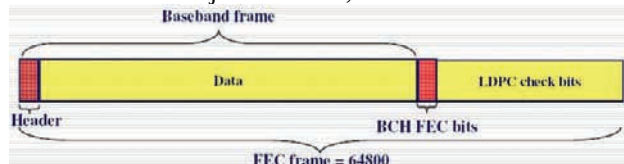
7. GLAVNE TEHNIČKE OSOBINE DVB-T2 SISTEMA

DVB-T2 je usvojila dve ključne tehnologije od DVB-S2 standarda, a to su:

- 1.) Pakovanje podataka u ramove opsega (Baseband Frames)
- 2.) Korišćenje kodova za korekciju greške LDPC i BCH koji se koriste radi zaštite od visokog nivoa šuma i interferencije

DVB-T2 takođe koristi OFDM modulaciju, ali uvodi novu vrstu modulacije 256 QAM koja povećava broj bita po ćeliji podataka. Takođe prošireni interleaving uključuje bitske, ćelijske, vremenske i frekvencijske interlevere.

Podaci koji se prenose su smešteni u ramove sa odgovarajućim zaglavljem za ram koji nosi informaciju o podacima unutar rama. Podaci su zatim zaštićeni kratkim BCH kodom za korekciju greške i LDPC bitima za proveru, kao što je prikazano na slici 6. Ukupna dužina FEC rama je obično 64,800 bita.

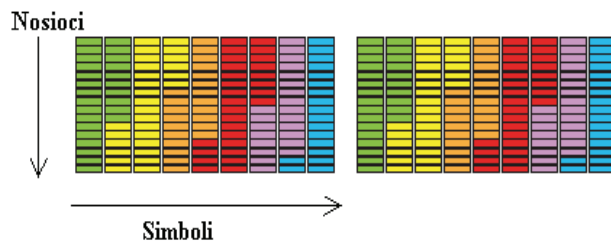


Slika 6. Struktura rama (Baseband Frame)

U OFDM sistemu, disperzovani piloti su OFDM ćelije poznate amplitude i faze koje receiver koristi radi kompenzacije u slučaju pogoršanja kanala zato što se kanal menja u frekvenciji i vremenu. Na slici 7. je prikazano grupisanje OFDM simbola u ramove i zatim dodeljivanje različitih servisa različitim "slajsovima" unutar svakog rama.

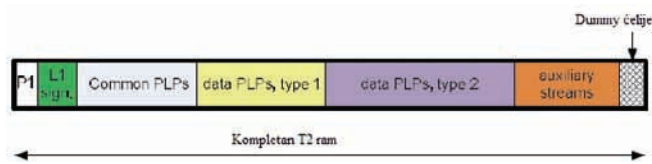
Svaki "slajs" takođe može biti podeljen na podslajsove čime se dobija vremenski diverzitet. Vremenski interli-

ving (time interleaving) može se koristiti radi širenja podataka unutar rama čak i preko T2 ramova.



Slika 7. Prikaz strukture T2 rama (različite boje prikazuju različite servise)

Najveća celina u DVB-T2 sistemu jeste super ram (slika 8.) koji nosi T2 ramove kojih maksimalno može biti 255 i ram za buduća proširenja (FEF - Future-Extension Frame). T2 ram je podeljen na OFDM simbole, a svaki T2 i FEF ram počinje P1 simbolom, kao što je prikazano na slici . T2 ramovi nose PLP-jeve i L1 signalizaciju, odnosno odgovarajuće DVB-T2 servise.



Slika 8. Struktura T2 rama

8. PARAMETRI DVB-T i DVB-T2

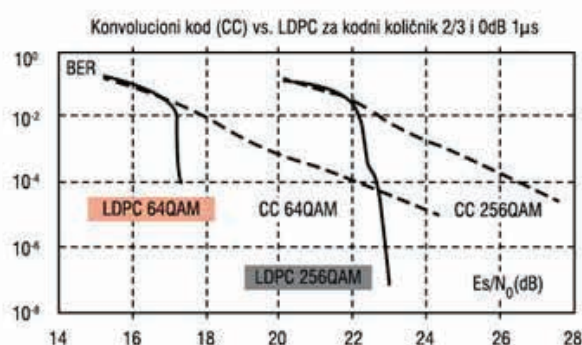
Tabela 1.

	DVB-T	DVB-T2
FEC forward error corection		
Koeficijent zaštite podataka I kodovi za korekciju greške	Conv. Coding + RS 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Modulacija	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Zaštitni interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
FFT veličina	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 16k, 32k
Rasejani piloti	8% od ukupnog	1%, 2%, 4%, 8% od ukupnog
Kontinualni piloti	2,6% od ukupnog	0,35% od ukupnog

U tabeli 1. prikazani su osnovni parametri DVB-T i DVB-T2 sistema. Prikazani su kodovi za korekciju greške i koeficijenti zaštite podataka, zatim vrste modulacije i veličine zaštitnog intervala. Prikazane su i vrednosti FFT veličine čijim povećanjem smanjujemo gubitke na zaštitnom intervalu. Rasejani piloti služe za procenu i korekciju karakteristika prenosnog kanala. Kontinualni piloti služe za automatsku kontrolu frekvencije (AFC) i faznog stava lokalnog oscilatora prijemnika.

9. GLAVNE RAZLIKE IZMEĐU DVB-T I DVB-T2

- korišćenje BB frejmova
- T2 Interfejs modulatora
- robusnost specifična za određeni servis i struktura T2 frejmova – tokovi na fizičkom sloju
- uticaj LDPC kodovanja



Slika 8. Poređenje kodova za kontrolu grešaka za DVB-T (CC) i DVB-T2 (LDPC)

Na slici 8. dato je poređenje kodova za kontrolu grešaka za DVB-T (CC) i DVB-T2 (LDPC) i prikazan je dobitak za slučaj LDPC kodovanja signala (u DVB-T2) prema klasičnom konvolucionom kodovanju u prvoj DVB generaciji. Uočava se nagli pad verovatnoće greške (BER, Bit Error Rate) u oba slučaja, 64QAM i 256QAM.

- broj nosilaca i zaštitni interval

Povećanjem FFT dimenzije, zaštitni interval smanjuje zaglavljje sa 25% (u slučaju 8k nosilaca) na 6% (u slučaju 32k nosilaca).

- nova konstelacija 256-QAM

DVB-T kao najvišu konstelaciju nudi 64-QAM, obezbeđujući veliku količinu podataka sa 6 bita po simbolu po jednom nosiocu (tj. 6 bita po OFDM ćeliji). U DVB-T2, korišćenjem 256-QAM se povećava efikasnost na 8 bita po OFDM ćeliji, što je povećanje od 33% u spektralnoj efikasnosti i kapacitetu kanala pri istom protoku bita.

- rotacija konstelacije

DVB-T2 koristi tehniku „rotirane konstelacije“ kojom se postiže značajna robusnost terestrijalnog kanala. Kada se formira konstelacija, tada se vrši rotacija u kompleksnoj I-Q ravni, tako da svaka osa ima dovoljno informacija o svojim nosiocima za lako razdvajanje susednih tačaka u novoformiranoj konstelaciji.

- korišćenje dve vrste repetitora: regenerativni (demodulišu DVB-T2 signal, pa ga regenerisanog modulišu i dalje prenose) i translatori (samo pomeraju frekvenciju, pojačavaju, kasne i dalje emituju DVB-T2 signal bez kompletne remodulacije)

- ubacivanje regionalnih i lokalnih programa
- sinhronizacija u DVB-T2 mreži sa GPS signalom i bez GPS signala
- povećanje kapaciteta sistema.

10. ZAKLJUČAK

Novo poglavlje u svetskoj tehnološkoj istoriji otvara se danas sa sistemom digitalne televizije i HDTV slikom visoke rezolucije. Inteligentnije iskorišćenje propusnog opsega koji će sada na samo jednoj frekvenciji moći da prenese više kanala, smiri će veće probleme oko zakupljanja 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. No, kada nastupi potpuni prelaz na digitalni način emisije i prijema uz nov način obrade signala, svi će uživati u mnogo boljem kvalitetu TV programa nego ranije (barem što se tiče tehničke strane) uz prenos koji je neuporedivo otporniji na smetnje uz odsustvo slabog prijema.

11. LITERATURA

- [1] Uprava za Digitalnu Agendu ; http://www.mtid.gov.rs/wpcontent/uploads/Dokumenti/Strategije_akcioni_planovi/Strategija_i_akcioni_plan_za_digitalizaciju.pdf;
- [2] “Informaciono društvo Srbije”, <http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2010/html/pdf/161.pdf>
- [3] I.Reljin, A.Sugaris, “DVB-T2“, *Stručno-naučni časopis republičke agencije za elektronske komunikacije*, br.4, Beograd, 2009.,
- [4] “INFOTEH-JAHORINA, Vol. 10, Ref. B-II-8, p. 163-167, March 2011”, <http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2011/radovi/B-II/B-II-8.pdf>,
- [5] “Strategija za prelazak sa analognog na digitalno emitovanje radio i televizijskog programa u Republici Srbiji”, (“Službeni glasnik RS” 55/05,71/05- ispravka 101/07)

Kratka biografija:

Nemanja Tančik rođen je u Novom Sadu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva –Telekomunikacije odbranio je 2013. god.

Željien Trpovski rođen je u Rijeci 1957. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. god ima zvanje vanrednog profesora.

PRIMENA PROGRAMABILNIH LOGIČKIH KONTROLERA ZA MERENJE PRITISKA

APPLICATION OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS FOR PRESSURE MEASUREMENT

Marko Nikolin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

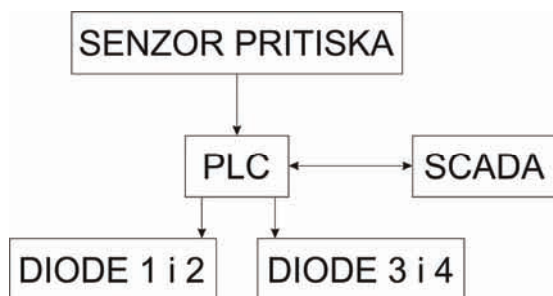
Kratak sadržaj – U ovom radu opisano je jedno rešenje primene programabilnih logičkih kontrolera za merenje pritiska. Opisana je i aplikacija napisana u ladder programskom jeziku, kao i SCADA sistem.

Abstract – This paper describes one example of application of programmable logic controllers for pressure measurement. Application written in ladder programming language is also described, as well as SCADA system.

Ključne reči: Programabilni logički kontroler, Regulisanje pritiska, Ladder programiranje, SCADA

1. UVOD

Kao zadatak za ovaj rad izabran je problem regulisanja pritiska. Sistem se sastoji iz programabilnog logičkog kontrolera proizvođača OMRON, model CJ1M-CPU23. Pored ovoga, postoje i dva prekidača kojima su dodeljene posebne funkcije, senzor pritiska DANFOSS MBS-32 (u radu realizovano pomoću potencijometra koji na svom izlazu daje napon 0÷10V, što je ekvivalent izlaznom signalu senzora), kao i LED dioda koja se koristi za prikaz signala koji bi se uputili prema pumpama koje bi regulisale pritisak u datom sistemu (pumpe se ne koriste iz praktičnih razloga). Na slici 1. data je blok šema ovog sistema.



Slika 1. Blok šema sistema

2. TEORIJSKA ANALIZA

Prema uslovima (slika 2.) zadatka sistem treba podesiti tako da ukoliko je vrednost pritiska u granicama normalnih vrednosti ni jedna pumpa nije uključena. Ukoliko vrednost pritiska iz opsega normalnih vrednosti pređe u opseg visokog pritiska, tajmer 1 se setuje, i nastavlja se sa praćenjem vrednosti pritiska.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miloš Živanov, red.prof.

Mogu da se pojave tri različita slučaja:

1. Ako se pre isteka tajmera pritisak vrati u opseg normalnih vrednosti, ne dolazi do uključivanja pumpe, a tajmer 1 se resetuje.
2. Ako vrednost pritiska nakon isteka tajmera ostane u oblasti visokog pritiska, dolazi do uključivanja pumpe1 za regulaciju (dioda 1).
3. Ako pre isteka tajmera vrednosti pritiska dostigne oblast ekstremno visokog pritiska, tajmer 1 se resetuje, a setuje se novi tajmer 2 koji prati pritisak u ekstremno visokoj oblasti.

Analogna situacija dešava se i kada vrednost pritiska opada preko oblasti niskog pritiska, do oblasti ekstremno nizak pritisak.

Slično malopredšnjem slučaju, ukoliko vrednost pritiska poraste u opseg ekstremno visok pritisak dolazi do setovanja tajmera 2 i nastavlja se sa praćenjem vrednosti pritiska. Mogu da se pojave dva slučaja:

1. Ako pre isteka tajmera 2 vrednost pritiska spusti u neku od oblasti nižih vrednosti ne dolazi do uključivanja pumpe, a tajmer 2 se resetuje i nastavlja se sa praćenjem vrednosti pritiska.
2. Ako vrednost pritiska nakon isteka tajmera 2 ostane u oblasti ekstremno visokog pritiska, dolazi do uključivanja pumpe 1 i 2 za regulaciju (diode 1 i 2).

Slično se dešava ako vrednost pritiska opadne u oblast ekstremno niskih vrednosti, ali se tada uključuju pumpe 3 i 4 (diode 3 i 4).



Slika 2. Opsezi pritiska u sistemu

Takođe, neophodno je projektovati SCADA sistem, koji će na sebi imati mogućnost izbora automatskog ili ručnog režima rada, i dva seta signalnih lampica, od kojih će jedan prikazivati trenutne vrednosti pritiska u sistemu, a drugi trenutni režim rada pumpe.

3. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI

Programabilni logički kontroleri [1] (engl. *programmable logic controller*, PLC), slika 3. je računar namenjen za upotrebu u industrijskim okruženjima, koji se može programirati tako da obavlja upravljačke funkcije. Prednosti PLC-a su: eliminacija žičanih veza, jednostavno programiranje i instaliranje, velika brzina odziva, mrežna kompatibilnost, lako otklanjanje grešaka i testiranje, te visoka pouzdanost.



Slika 3. Programabilni logički kontroler

Za razliku od personalnog računara, PLC je projektovan da radi u industrijskom okruženju, opremljen je specijalnim ulaznim i izlaznim interfejsima i programira se pomoću posebnog jezika za upravljanje procesima. Operativni sistem PLC kontrolera je projektovan tačno za određenu vrstu primene. Od PLC-a očekuje da *periodično očitava* signale sa senzora, *izvršava* određen broj aritmetičko-logičkih operacija čiji rezultati se *prenose* na izvršne organe ili neke druge indikatorske uređaje. Pored toga, sa istom ili nekom drugom učestanošću, PLC treba da održava *komunikaciju* (razmenjuje podatke) sa nekim drugim računarskim sistemima u mreži. Operativni sistem PLC kontrolera projektovan je tako da, u toku rada sistema, automatski obezbedi ciklično ponavljanje navedenih aktivnosti (*Sken ciklus*) kao što je to ilustrovano na slici 4.



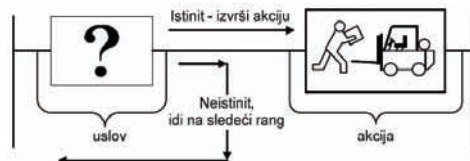
Slika 4. Sken ciklus PLC kontrolera

Projektovanje PLC-ova [2] je podrazumevalo da se za njih mora razviti i odgovarajući programski jezik zasnovan na leder dijagramima – *leder programski jezik*. Ovaj jezik je dominantan kada se radi o programiranju manjih PLC-ova. Za složenije zadatke, razvijeni su i drugi programski jezici, koji se često sreću samo na većim kontrolerima. U osnovi svi jezici se mogu podeliti u četiri kategorije.

- *Leder dijagrami* – namenjeni izvođenju niza, prvenstveno, logičkih operacija, kreiranju i slanju poruka, ispitivanju stanja kontrolera u mreži, kao i operacijama koje bi trebalo da izvode operateri u

slučaju detektovanja i otklanjanja izvesnih grešaka, slika 5.

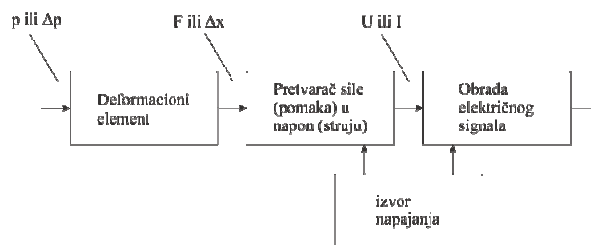
- *Dijagrami funkcijskih blokova* – namenjeni realizaciji kontinualnih procesa, upravljanju drajverima i upravljanju u zatvorenoj sprezi.
- *Struktuiran tekst* – namenjen realizaciji složenih matematičkih operacija, obradi ASCII nizova i protokola, kao i obradi specijalnih tabela podataka.
- *Dijagrami sekvencijalnih funkcija* – namenjeni složenom hijerarhijskom upravljanju niza sekvencijalnih operacija koje se sreću kod upravljanja šaržnim procesima, nadzora i upravljanja stanjem mašinskih grupa, repetitivnom sekvencijalnom upravljanju, upravljanju kretanjem itd.



Slika 5. Rang ladder programa

4. MERAČI PRITISKA

Struktura merača pritiska prikazana je na slici 6. Elastični (deformacioni) element pretvara pritisak p ili razliku pritisa Δp u silu F usled koje dolazi do deformacije - pomaka Δx . Sila ili pomak pretvaraju se u narednom elementu u električni signal. Uređaj za normalizaciju električnog izlaznog signala daje standardni naponski ili strujni signal.



Slika 6. Struktura senzora pritiska

Od tačnosti elastičnog elementa zavisi tačnost celog uređaja. U praksi se najviše primenjuju membrane, cevi i mehovi. Membrane su pogodne za merenje pritiska od najnižih do najviših vrednosti, cevi se primenjuju za merenje relativnog natpritiska od 0-1 bar pa do 10000 bar, a mehovi za manje relativne pritiske. Njihovi mnogobrojni oblici, koji se susreću u praksi, nastali su zbog prilagođavanja opsegu i uslovima merenja pritiska. Prave se najčešće od posebnih materijala kao što su berilijumova bronza (legura bakra, tantala, titana i specijalnih čelika) i konstantan (legura bakra, nikla i mangana).

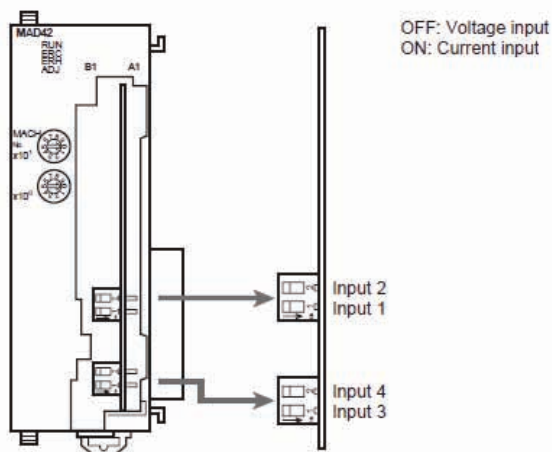
Većina merača pritiska ima primarni elemenat u vidu membrane, meha ili Burdonove cevi. Od karakteristika ovog elementa zavise merni opseg, prirodna frekvencija i osetljivost senzora. Prema načinu pretvaranja deformacije (sile) u električni izlaz razlikuju se elektromagnetni (indukcioni), piezoelektrični, kapacitivni i piezorezistivni merači pritiska.

5. REALIZACIJA PRAKTIČNOG DELA

Ovde će biti ukratko izloženo ispravno podešavanje CJ1W-MAD42 [3] modula za A/D i D/A konverziju.

1. Podešavanje prekidača napon/struja (Slika 7.).

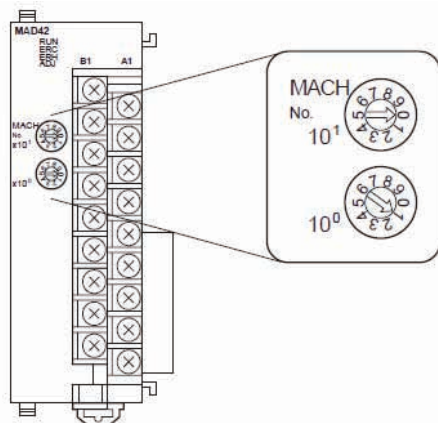
Ulaz za analognu konverziju može biti menjan sa naponskog ulaza na strujni, promenom stanja prekidača napon/struja koji se nalazi sa druge strane terminala.



Slika 7. Podešavanje prekidača napon/struja na MAD-42

2. Podešavanje identifikacionog broja modula (Unit Number prekidač) (Slika 8.).

Pre podešavanja Unit Number prekidača uvek treba isključiti napajanje. Posebnu pažnju treba obratiti da se ne desi da prekidač ostane u međupoložaju.



Slika 8. Podešavanje Unit Number prekidača

Ako dve ili više Specijalnih I/O jedinica imaju isti Unit Number, biće generisana (u konzoli za programiranje) "UNIT No. DPL ERR" greška (A40113 će preći u ON) i PLC neće raditi. Na slici 9. date su adrese koje će biti dodeljene Analognoj I/O jedinici u CIO i D registru.

3. Podešavanje registra DM oblasti.

Inicijalna podešavanja Analogne I/O jedinice su nameštena u skladu sa podacima koji su smešteni u DM oblast.

Postavke, kao što su korišćeni ulazi i izlazi, opseg analognog ulaznog signala i opseg analognog izlaznog signala moraju biti urađene u ovoj oblasti.

pleksan i moćan ovaj modul može nam nagovestiti slika 10. na kojoj se mogu videti mnogobrojna podešavanja, koja nam omogućavaju da precizno izrazimo šta želimo da dobijemo i na taj način ostvarimo ono što smo zamislili.

Switch setting	Unit number	Special I/O Unit Area addresses	Special I/O Unit DM Area addresses
0	Unit #0	CIO 2000 to CIO 2009	D20000 to D20099
1	Unit #1	CIO 2010 to CIO 2019	D20100 to D20199
2	Unit #2	CIO 2020 to CIO 2029	D20200 to D20299
3	Unit #3	CIO 2030 to CIO 2039	D20300 to D20399
4	Unit #4	CIO 2040 to CIO 2049	D20400 to D20499
5	Unit #5	CIO 2050 to CIO 2059	D20500 to D20599
6	Unit #6	CIO 2060 to CIO 2069	D20600 to D20699
7	Unit #7	CIO 2070 to CIO 2079	D20700 to D20799
8	Unit #8	CIO 2080 to CIO 2089	D20800 to D20899
9	Unit #9	CIO 2090 to CIO 2099	D20900 to D20999
10	Unit #10	CIO 2100 to CIO 2109	D21000 to D21099
~	~	~	~
n	Unit #n	CIO 2000 + (n x 10) to CIO 2000 + (n x 10) + 9	D20000 + (n x 100) to D20000 + (n x 100) + 99
~	~	~	~
95	Unit #95	CIO 2950 to CIO 2959	D29500 to D29599

Slika 9. Adrese u CIO i DM registru za različit Unit Number

SYSMAC CJ-series CPU Unit		CJ1W-MAD42 Analog I/O Unit	
(Special I/O Unit DM Area)		(Fixed Data Area)	
Unit	Word		
Unit #0	D20000 to D20099	D(m)	I/O conversion permission loop mode setting
Unit #1	D20100 to D20199	D(m+1)	I/O signal range
Unit #2	D20200 to D20299	D(m+2 to m+3)	Output hold function setting
Unit #3	D20300 to D20399	D(m+6 to m+9)	Sets number of samples for mean value processing
Unit #4	D20400 to D20499	D(m+10 to m+13)	Ratio set value, bias value setting
Unit #5	D20500 to D20599	D(m+18)	Conversion time/resolution setting and operation mode setting
Unit #6	D20600 to D20699	D(m+19 to m+22)	Output scaling function setting (Only when conversion time is 1 ms and resolution is 4,000.)
Unit #7	D20700 to D20799	D(m+27 to m+34)	Input scaling function setting (Only when conversion time is 1 ms and resolution is 4,000.)
Unit #8	D20800 to D20899	D(m+35)	Voltage/current range setting (Only for 1 to 5 V and 4 to 20 mA.)
Unit #9	D20900 to D20999		
Unit #10	D21000 to D21099		
~	~		
Unit #n	D20000 + (n x 100) to D20000 + (n x 100) + 99		
~	~		
Unit #95	D29500 to D29599		

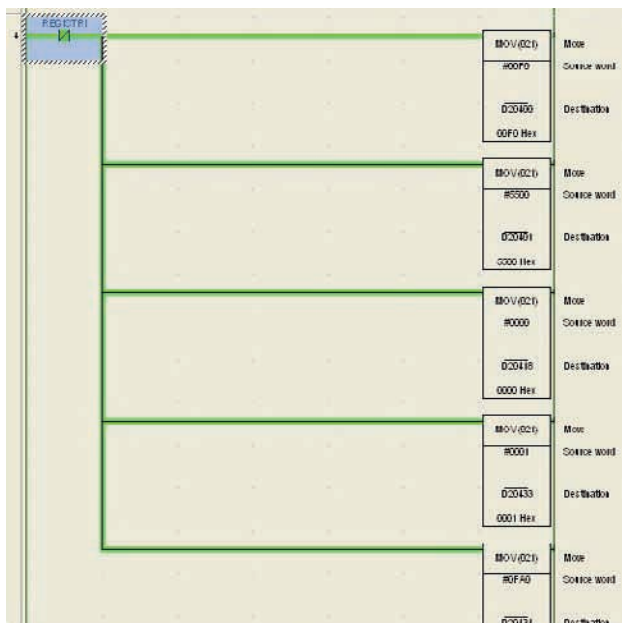
Podaci se automatski prebacuju do svake jedinice kada se uključi napajanje

m = 20000 + (unit number x 100)

Slika 10. Vrste podešavanja u okviru Analogne I/O jedinice, u DM oblasti

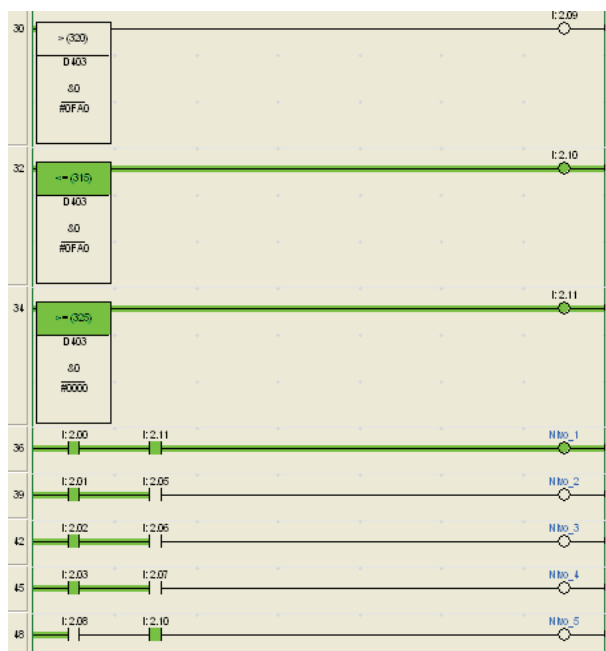
6. ANALIZA PROGRAMSKOG KODA

Na slici 11. dato je podešavanje registara ulazno-izlazne ekspanzione kartice. Kao što se može videti sa slike, u registar D20400 se upisuje #00F0, kako bismo omogućili ulazne signale. U registar D20401 upisujemo #5500, čime podešavamo opseg ulaznih signala od 0 do 10 V. Zatim podešavamo vreme konverzije na 1 ms, upisujući u registar D20418 vrednost #0000. Takođe, može, a ne mora, u registre D20433 i D20434 da se unese dozvoljeni opseg ulaznog signala.



Slika 11. Podešavanje parametara A/D i D/A konverzije

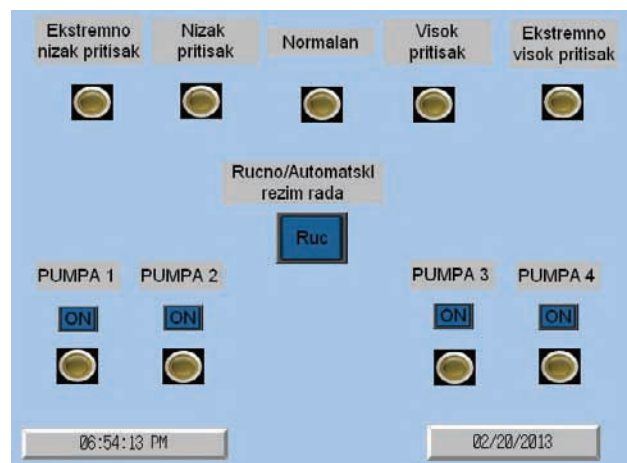
Rezultat A/D konverzije se nalazi u I:2048. Taj podatak je potrebno pomoću MOV funkcije prekopirati u registar D00403, tek tada sadržaj tog registra možemo da poredimo sa predefinisanim vrednostima, koje nam određuju granične vrednosti opsega pritiska. Ovaj postupak prikazan je na slici 12.



Slika 12. Određivanje nivoa pritiska

Na slici 13. prikazan je izgled SCADA sistema, koji nam omogućava da biramo način rada ovog sistema. Ako je aktivan automatski režim rada, tada će na SCADA sistemu biti signaliziran trenutni nivo pritiska, uključivanjem odgovarajuće signalne lampice. U ovom režimu, korisniku nije omogućeno da upravlja radom pumpi, već o uključivanju i isključivanju pumpi odlučuje sam PLC. S obzirom na to da za svaku pumpu postoji na

SCADA sistemu odgovarajuća signalna lampica, koja se pali prilikom uključivanja pumpe, korisniku je omogućeno da u svakom trenutku ima uvid u trenutno stanje rada pumpi. U ručnom režimu rada, na SCADA sistemu prikazan je trenutni nivo pritiska, ali u ovom slučaju o uključivanje/isključivanje pumpi odlučuje sam korisnik.



Slika 13. Izgled SCADA sistema

7. ZAKLJUČAK

Ovim radom je uspešno sprovedeno rešenje definisanog zadatka. Analizirana je problematika prirode konkretnog zadatka, zatim su razmotrene komponente i alati od značaja za rešenje. Predloženo rešenje je podrobno simulirano. PLC, korišten u ovom radu je OMRON – CJ1W-CPU23, koji se pokazao izuzetni praktičan i pouzdan. Softversko okruženje za programiranje i simulaciju se pokazalo veoma pouzdanim. Verodostojnost simulacije je ispitivana kroz niz različitih primera. Nedostatak ovog sistema je što nije postojala mogućnost testiranja u realnim uslovima. Radi bolje urednosti prostora, ukoliko bi se ovo rešenje primenjivalo u praksi, potrebno je ovaj sistem smestiti u odgovarajući industrijski ormar.

8. LITERATURA

- [1] Srbijanka Turajlić, "Programabilni logički kontroleri", ETF, Beograd, 2011
- [2] Nebojša Matić, "Uvod u industrijske PLC kontrolere", Mikroelektronika, Beograd, 2008
- [3] http://www.ia.omron.com/data_pdf/data_sheet/cj1w-ad_da_mad_ds_csm1630.pdf - Dokumentacija A/D, D/A konvertorska jedinica.

Kratka biografija:



Marko Nikolin rođen je u Novom Sadu 1985 god. Osnovne akademske studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mikroročunarska elektronika na usmerenju za primenjenu elektroniku 2012. godine.

UKOVALAC SESIJAMA**SESSION MANAGER**Vladan Stanojković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je koncept korišćenja sesije i rukovanja sesijama u softveru. Opisana je implementacija Rukovaoca sesijama, komponente zadužene za rukovanje korisničkim sesijama unutar softvera za praćenje, kontrolu i analizu elektrodistributivnih sistema. Izmerene su performanse i analiziran je kvalitet rešenja. Implementacija je realizovana upotrebom alata Microsoft Visual Studio 2010 i programskog jezika C#.

Abstract – This paper presents concept of use of session and session management in software. Implementation of Session Manager, the component responsible for managing user sessions in software for monitoring, control and analysis of power distribution systems, is described. Performance were measured and quality of the solution is analyzed. Solution has been implemented using tools like Microsoft Visual Studio 2010 and programming language C#.

Cljučne reči: Sesija, Rukovalac sesijama

1. UVOD

Softver za upravljanje elektrodistributivnim sistemima predstavlja tehničko-informacioni sistem koji omogućava kompletan uvid u tehničke podatke, analizu rada elektrodistributivne mreže, primenu ekspertskih metoda za unapređenje rada sistema, kao i upravljanje i planiranje u elektrodistributivnom sistemu. Elektrodistributivni sistem predstavlja veoma složen skup elemenata (trafostanica, vodova, prekidača, račva na stubovima...) i procesa koji se odvijaju među tim elementima. Analiza i obrada ovakvog sistema sastoji se od velike količine podataka o fizičkim veličinama (naponi, struje, snage, itd.) i proračuna koji se vrše nad tim podacima. U cilju smanjenja zauzeća resursa i ubrzanja procesa dobijanja proračuna, klijentu je omogućeno da radi nad delom mreže koji mu je interesantan (npr. jednom ili više trafostanica), umesto nad celom. Taj deo mreže se naziva kontekst. On ne mora biti kreiran na klijentovoj mašini, već može biti kreiran i na mašini iz mreže. Klijent, da bi radio nad kontekstom, mora biti konektovan na njega. Period (interval) jedne konekcije se naziva korisnička sesija. Nakon završetka sesije, potrebna je ponovna konekcija na prethodno korišćeni kontekst, ako se, posle diskonektovanja, podaci o sesiji ne čuvaju. To znači da se ceo proces konektovanja mora u potpunosti ponoviti. Zato je ovakvo rukovanje sesijama nepotpuno i potrebno ga je doraditi.

NAPOMENA:

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

2. POJAM SESIJE I PRIMERI UKOVANJA SESIJAMA

Sesijom[1] se naziva vremenski interval posvećen nekoj aktivnosti koja se odvija na relaciji klijent-server. Neki od primera relacija su korisnik-aplikacija, korisnik-operativni sistem i klijentska aplikacija-serverska aplikacija. Sesija se može odnositi na komunikaciju između dve aplikacije (npr. **web** programiranje) ili interval rada korisnika (korisnička sesija).

U nastavku su navedeni primeri rukovanja sesijama.

Mozilla Firefox je **web** pretraživač. Rukovanje sesijama je omogućeno instalacijom **plug-in**-a koji se naziva **Session Manager** [2]. On pruža trajno čuvanje sesija i njihov oporavak, oporavak kartica i prozora, grupisanje sesija, pretragu sačuvanih sesija i mnoštvo drugih funkcionalnosti.

Google Chrome je takođe **web** pretraživač sa **Session Manager plug-in**-om. **Session Manager** omogućuje brzo čuvanje stanja pretraživača i ponovno učitavanje, kad je to potrebno. Pored **Session Manager**-a, postoji i **Sessions Saver** koji je njegova ekstenzija (proširenje). Opcije koje on nudi su čuvanje svih otvorenih tabova iz svih otvorenih prozora, učitavanje svih stranica iz jedne sesije u trenutni radni prozor i pregled **URL**-ova svih stranica iz sesije pre njenog učitavanja.

PuTTY je klijentska aplikacija koja preko mreže otvara sesije ka udaljenim mašinama [3]. **PuTTY Session Manager** je alat koji administratorima daje nove opcije za rad sa sesijama: organizovanje sesija po datotekama, istovremeno startovanje sesija koje se nalaze u istoj datoteci, dodavanje prečica za deset sesija, prikaz sesija po listama, izvoz sesija u datoteku, kopiranje sesija, kopiranje atributa iz jedne u drugu sesiju, preimenovanje sesija, brisanje sesija itd. [4].

z/OS je operativni sistem proizveden od strane kompanije **IBM**. **IBM Session Manager for z/OS**, koristeći **VTAM** i **TCP/IP** protokole, nudi bezbedan pristup **z/OS** sistemima sa jednog terminala [5]. On omogućuje pristup aplikacijama pokrenutim na bilo kojoj **z/OS** mašini iz mreže, konekciju na kritične aplikacije ili prelazak sa jedne na drugu pomoću prečica ili jednostavnih komandi, nudi oporavak sesije posle planiranog ili neplaniranog prekida rada, prati podatke o korisnicima, nalogima, aplikacijama, terminalima, parametrima sistema...

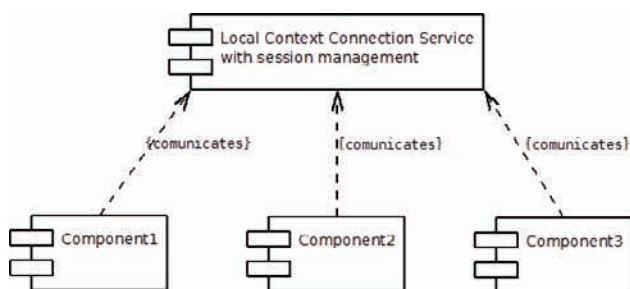
X session manager je rukovalac sesijama u **X Window System**-u [6]. Iz ugla **X session manager**-a sesija je stanje desktopa u datom trenutku (lista prozora sa trenutnim sadržajem).

Cache My Work je alatka za **Microsoft Windows** operativni sistem [7]. Za razliku od **X session manager**-a, **Cache My Work** sesije ne čuva trajno i ne može povratiti stanja aplikacija. Koristi se kada je potrebno restartovati

računar, jer instalacija aplikacije to zahteva, a korisnik se nalazi usred posla.

Aplikacije koje implementiraju rukovanje sesijama privremeno ili trajno čuvaju stanje sistema. Utrošak vremena koji bi se javio pri dovođenju sistema u željeno stanje je smanjen.

Među softverima koje rukuju sesijama je i softver koji se bavi praćenjem, kontrolom i analizom elektrodistributivnih mreža. Rukovanje sesijama se obavlja unutar **Local Context Connection Service** komponente koja se nalazi na serverskoj strani. Ova komponenta je zadužena za konektovanje klijenata na kontekst i praćenje tih konekcija (sesija). Rukovanje sesijama podrazumeva konektovanje, diskonektovanje, prijavljivanje i privremeno čuvanje sesije. **Local Context Connection Service** pri radu, osim sa klijentom, komunicira i sa drugim komponentama (slika 1).



Slika 1. Komunikacija između **Local Context Connection Service-a** i ostalih komponenti

3. IMPLEMENTACIJA RUKOVAOCA SESIJAMA

Princip modularnosti nalaže da se rukovanje sesijama izdvoji u posebnu komponentu da bi dobila nezavisnost od **Local Context Connection Service-a**. Ona je nazvana Rukovalac sesijama (**Session Manager**).

Funkcionalnosti iz **Local Context Connection Service-a**, vezane za rukovanje sesijama, su prenete u Rukovaoca sesijama. Pored njih, Rukovaocu su dodate nove. Funkcionalnosti su opisane kroz navedene primere slučajeva korišćenja.

Inicijalizacijom Rukovaoca sesijama otvara se datoteka, učitavaju se sesije iz nje i pokreće se nit koja će pronalaziti klijente koji se nisu prijavili duže od 10 sekundi. Pronađeni klijenti će biti diskonektovani. Izveštavanje klijenta da je sesija diskonektovana se odnosi na **callback** metodu, koja se poziva uvek, kada se sesija diskonektuje. Klijent može zatražiti konektovanje (kreiranje) nove sesije. Nova sesija će se kreirati i sačuvati u datoteci. Klijent može zatražiti i već pomenuto diskonektovanje sesije, kada želi da završi sa radom. Pomenuto prijavljivanje klijent je obavezan da radi redovno na svake 2 sekunde, ako želi da ostane konektovan na sesiju. Ako klijent pokuša da se prijavi na diskonektovanu sesiju, izvršiće se rekonektovanje sesije. Dodavanje ili zamena atributa i uklanjanje atributa se odnose na izmenu rečnika atributa koji se nalazi u sesiji. Rečnik čuva parametre konekcija ka objektima i sve attribute tipa **string** koji su potrebni klijentu. Klijent, koji želi da se konektuje na poslednju korišćenu sesiju, može tu sesiju naći uzimanjem poslednje kreirane ili poslednje diskonektovane sesije. Iz liste konektovanih sesija klijent

može saznati sve informacije o svojim konektovanim sesijama, osnovne informacije o svim konektovanim klijentima ili svim konektovanim sesijama. Klijent može dobiti i listu svih sesija ikada ili listu svih sesija ikada koje je kreirao. Takođe, može saznati ukupno trajanje konekcije bilo koje sesije. Bilo koje izmene sesija povlače izmene u datoteci.

3.1. Podaci o sesiji

Rukovalac sesijama prati podatke o vremenu kreiranja (konekcije) sesije, vremenu diskonekcije, vremenima rekonekcija (u slučaju konektovanja sesije koja je bila diskonektovana), korisniku koji je kreirao sesiju, mašini na kojoj je kreirana i rečniku atributa (**Dictionary<string, string>**). Rečnik se može iskoristiti za čuvanje identifikatora (ili liste identifikatora) objekta na koji je sesija konektovana, makroa ili drugih podataka koji su korisni klijentu.

Svi podaci se serijalizuju i trajno čuvaju u binarnoj datoteci. Učitavanje sesija se vrši samo na početku, pri inicijalizaciji servisa. Čuvanje se vrši automatski, pri svakoj promeni podataka. U datoteci se čuvaju sve ikada kreirane sesije.

3.2. Osnovne funkcionalnosti

Klasa **SessionManagerService** implementira sve funkcionalnosti Rukovaoca sesijama. Njene metode su definisane u **ISessionManagerContract** interfejsu, kojeg ona implementira.

Konfigurisanje krajnjih tačaka **SessionManagerService-a**, primena sigurnosnih podešavanja i startovanje **listener-a**, koji će rukovati dolazećim zahtevima, se obavljaju u klasi **SessionManagerHost**.

Pri **konektovanju nove sesije** ("**ConnectSession**" metoda) klijent prosleđuje identifikator sesije i listu parametara (identifikator ili identifikatore objekta) na osnovu kojih se može jednoznačno utvrditi na koji to objekat klijent želi da se konektuje. Uz identifikatore mogu se proslediti i dodatni atributi, čije čuvanje klijent želi da prepusti Rukovaocu sesijama. Kao odgovor klijentu se vraća da li je sesija kreirana, koje je vreme konektovanja sesije, koji korisnik je i na kojoj mašini kreirao sesiju.

Kada klijent želi da **diskonektuje sesiju**, u pozivu metode ("**DisconnectSession**") mora proslediti identifikator sesije kao parametar. Obaveštenje da je sesija diskonektovana Rukovalac sesijama šalje klijentu preko **callback** metode "**OnSessionDisconnected**".

Klijent na svake 2 sekunde **prijavljuje** ("**CheckIn**") servisu na koju sesiju je konektovan i koje objekte ta sesija prati. U slučaju da se klijent nije prijavio duže od 10 sekundi, Rukovalac sesijama će automatski diskonektovati tu sesiju i to javiti klijentu. Rezultati prijavljivanja mogu biti: da je ono prošlo bez problema, da se desilo rekonektovanje sesije, jer je diskonektovana, ili da ne postoji sesija nad zadatim objektom.

Dodavanje ili zamena atributa iz rečnika ("**AddOrReplaceSessionAttributes**") može se raditi naknadno, posle kreiranja sesije.

Rukovalac sesijama će pronaći sesiju i, zavisno od toga da li atribut postoji ili ne, kreirati ga, ili mu samo izmeniti vrednost.

Nije bitno da li je sesija konektovana ili ne. **Uklanjanje atributa iz rečnika** (“*RemoveSessionAttributes*”) se takođe može raditi naknadno i nezavisno od toga da li je sesija konektovana.

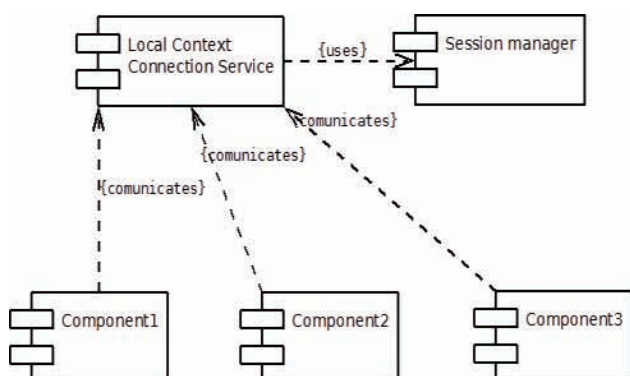
Iz sesije će se ukloniti atributi, ako postoje.

Pronalaženje korisnika (“*GetConnectedUsersInfo*”) ili **sesija** (“*GetConnectedSessionsInfo*”) **konektovanih na neki objekat** se vrši se na osnovu zadate liste atributa (identifikator/i objekta kojeg sesija prati).

Na osnovu nje, Rukovalac sesijama će pronaći koji su to korisnici ili sesije trenutno konektovane na objekat. U odgovoru se prosleđuju korisničko ime ili identifikator sesije, vreme konektovanja, trajanje konekcije i vreme poslednjeg prijavljivanja.

3.3. Izgled Rukovaoca sesijama

Dijagram komponenti modifikovanog **Local Context Connection Service**-a je prikazan na slici 2.



Slika 2. Komunikacija **Local Context Connection Service**-a sa Rukovaocem sesijama i ostalim komponentama

Local Context Connection Service, iz kojeg je izbačeno rukovanje sesijama, komunicira sa Rukovaocem koji se nalazi u izdvojenoj komponenti.

On može kreirati sesije bilo kojoj drugoj komponenti koja od njega to zatraži.

3.4. Korišćeni alati i tehnologije

Rukovalac sesijama je razvijen pomoću **Microsoft**-ovih alata i tehnologija. Korišćeni su **Microsoft Visual Studio 2010** i **C#** programski jezik na **Microsoft .NET Framework** platformi. Mehanizam, koji se koristi za komunikaciju između servisa, je **WCF**.

4. PERFORMANSE

U tabeli 1 su prikazani rezultati merenja vremena izvršavanja koda i zauzeća memorije starog rešenja (**Local Context Connection Service**-a). Date vrednosti u tabeli su srednje vrednosti rezultata merenja. Merenja su rađena na jednoj mašini sa više klijenata.

Pošto je staro rešenje u praksi bilo podvrgnuto radu sa najčešće do pet klijenata, takav scenario je korišćen i pri merenjima.

U prvoj koloni se nalaze vremena od trenutka slanja zahteva klijenta **Local Context Connection Service**-u do trenutka dobijanja odgovora. Klijent najduže čeka pri konektovanju nove sesije (oko 100ms), a najkraće pri prijavljivanju (oko 3ms). Na diskonektovanje se čeka u proseku oko 12ms. Druga kolona predstavlja vreme koje je sastavni deo vremena izmerenog u prvoj koloni. Odnosi se na čekanje **Local Context Connection Service**-a na odgovor po pozivu funkcionalnosti. Razlog postojanja druge kolone je izmena poziva funkcionalnosti, pa je to vreme posebno mereno. Promene vrednosti u drugoj koloni direktno utiču na vrednosti u prvoj koloni. Izmerene vrednosti su zanemarljive (manje od 1ms). U trećoj koloni su prikazane količine memorije zauzete od strane procesa pri izvršenju koda. Pri konektovanju i diskonektovanju se zauzme 24kB, a pri prijavljivanju 8kB. Redovi su podeljeni po funkcionalnostima i broju klijenata. Prva tri reda predstavljaju merenja pri konektovanju sesije, druga tri pri diskonektovanju, a poslednja tri pri prijavljivanju. Merenje performansi je vršeno kad je **Local Context Connection Service** imao jednog, tri i pet klijenata. To je razlog što svaka funkcionalnost zauzima po tri reda po tabeli. Vrednosti nisu značajno varirale sa promenom broja klijenata.

Tabela 1. Performanse starog rešenja

	broj klijenata	čekanje klijenta na odgovor [ms]	izvršenje koda [ms]	zauzeće memorije [kB]
konektovanje	1	94	0.25	24
	3	103.9	0.25	24
	5	102.3	0.25	24
diskonektovanje	1	11.75	0.01	24
	3	11.9	0.01	24
	5	14.3	0.01	24
prijavljivanje	1	3	0.01	8
	3	2.9	0.01	8
	5	2.8	0.01	8

Tabela 2. Performanse novog rešenja

	broj klijenata	čekanje klijenta na odgovor [ms]	izvršenje koda [ms]	zauzeće memorije [kB]
konektovanje	1	99.9	3.7	32
	3	102.8	3.8	32
	5	101.2	3.8	32
diskonektovanje	1	14.3	2.3	24
	3	14.9	2.7	24
	5	14.25	2.4	24
prijavljivanje	1	8.9	4.6	32
	3	9.1	5.2	32
	5	9.4	5.5	32

Rezultati merenja performansi novog rešenja (Rukovaoca sesijama) su dati u tabeli 2, koja je istog izgleda kao tabela 1.

Kao i kod starog rešenja, klijent čeka na konektovanje najduže (oko 101ms), a na prijavljivanje najkraće (oko 9ms). U drugoj koloni su primetne najveće razlike u rezultatima. Posledica komunikacije sa drugim servisom (Rukovaocem sesijama) je dodatnih od 2.3ms do 5.5ms pri čekanju **Local Context Connection Service**-a na odgovor. To vreme se odrazilo i na prvu kolonu, gde, kao posledicu, vreme prijavljivanja novog rešenja ima 200% veću vrednost od starog. Porast zauzeća memorije je nastao usled veće količine podataka koje sesija sadrži. Pri konektovanju i prijavljivanju se zauzme 32kB, a pri diskonektovanju 24kB.

Nisu prikazani rezultati merenja performansi ostalih funkcionalnosti. Te vrednosti su takođe reda nekoliko milisekundi.

Primetne su neznatno lošije performanse novog rešenja. One su posledica komunikacije sa dodatnim, novim servisom u koji je izmešteno novo rešenje, odnosno izmene poziva funkcionalnosti i povećanja obima podataka kojim se rukuje.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisano rukovanje sesijama u **Local Context Connection Service**-u. Dati su primeri aplikacija koje su pristupile sličnom rešenju problema. Po ugledu na njih je implementirana nova komponenta za rukovanje sesijama koja je zamenila staro rukovanje i dat je njen detaljan opis. Na kraju je upoređeno staro i novo rešenje.

Rukovalac sesijama se može iskoristiti gde god je potrebno praćenje i čuvanje rada korisnika. Tako je korisniku, između ostalog, omogućeno da pregledom svojih (ili tuđih) sesija odabere željenu, umesto da kreira novu, da učitava poslednju sesiju nad kojom je radio i jednostavno nastavi sa započetim radom, da trajno čuva celu istoriju rada, da vezuje različitu vrstu podataka za sesiju i mnoštvo drugih funkcionalnosti koje staro rešenje nije imalo. Rukovalac sesijama na taj način povećava efikasnost korisnika.

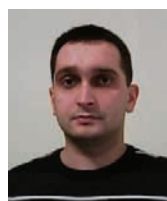
Jedina mana uvođenja Rukovaoca sesijama je blago opadanje performansi. Sa druge strane softver je dobio na pouzdanosti, funkcionalnosti, lakoći korišćenja...

Do eventualnih poboljšanja performansi može se doći optimizacijom koda, promenom **WCF** protokola (**binding**-a) ili promenom tipa datoteke i načinom čuvanja podataka u njoj. U obzir treba uzeti i dodavanje funkcionalnosti ili izmenu postojećih. Jedan od načina na koji je moguće iskoristiti komponentu u cilju unapređenja sistema je automatizovanje poziva učitavanja poslednje korišćene sesije. Korisniku se tako može omogućiti da ga, po pokretanju aplikacije, zatekne stanje u kojem je aplikaciju poslednji put napustio.

6. LITERATURA

- [1] [http://en.wikipedia.org/wiki/Session_\(computer_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Session_(computer_science)), **Session (computer science)**
- [2] <http://sessionmanager.mozdev.org/documentation.html>, **Session Manager**
- [3] <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/faq.html>, **PuTTY FAQ**
- [4] <http://puttysm.sourceforge.net/>, **PuTTY Session Manager**
- [5] <http://www-01.ibm.com/software/http/cics/smanag/>, **IBM Session Manager for z/OS**
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/X_session_manager, **X session manager**
- [7] <http://cachemywork.codeplex.com/>, **Cache My Work: reopen your Apps after reboot**

Kratka biografija:



Vladan Stanojković je rođen 1988. godine u Zrenjaninu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2007. godine. Bsc diplomu je stekao 2011. godine na usmerenju Primenjene računarne nauke i informatika.

RAČUNARSKO PRAĆENJE PROCESA VIŠEFAZNE OBUKE COMPUTER BASED TRACKING OF MULTIPHASE TRAINING

Jelena Sedlar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je procedura višefazne obuke novozaposlenih, koja je namenjena orijentaciji zaposlenih i ima cilj da poboljša njihovu efikasnosti u obavljanju radnih obaveza u posmatranoj organizaciji. U radu je prikazana implementacija sistema za računarsko praćenje procesa višefazne obuke. Namena resenja je da se olakša evidencija i praćenje procesa obuke polaznika.

Abstract – This paper describes a multiphase training procedures for new employees, which is intended to orient them and aims to improve their efficiency in the performance of duties in the respective organization. The paper describes implementation of system for computer based tracking of multiphase training. The purpose of the solution is to facilitate the registration and monitoring training of attendees.

Ključne reči: WF, WCF, EWS Managed API, multiphase training

1. UVOD

Većina poslova koje ljudi obavljaju sastoji se od niza unapred utvrđenih koraka koje je potrebno izvršiti kako bi se posao ispravno obavio. Primenom novih tehnologija jednostavnije je identifikovati takve procese rada i automatizovati ih radi lakšeg i bržeg obavljanja posla. Kako sami procesi definišu tok rada, njihovu automatizaciju moguće je definisati korišćenjem **workflow** tehnologija. U okviru ovog rada biće opisano jedno rešenje upotrebe **workflow** tehnologije za automatizaciju procesa višefazne obuke u jednoj organizaciji.

U drugom poglavlju opisan je proces višefazne obuke u posmatranoj organizaciji, koji je potrebno automatizovati radi računarskog praćenja i upravljanja.

Treće poglavlje sadrži opis osnovnih koncepata **workflow**-a.

U četvrtom poglavlju opisana je implementacija samog procesa.

Zaključak rada dat je u okviru petog poglavlja, sa opisom postignutih rezultata.

2. OBUKA U POSMATRANOJ ORGANIZACIJI

Obuka je proces sticanja veština i usavršavanja zaposlenih sa ciljem poboljšanja njihove efikasnosti u obavljanju radnih obaveza [1]. Nakon zapošljavanja novog radnika, sve više organizacija praktikuje da novozaposleni najpre prođe kroz proces obuke, pre nego što mu se dodele radne dužnosti [2].

NAPOMENA:

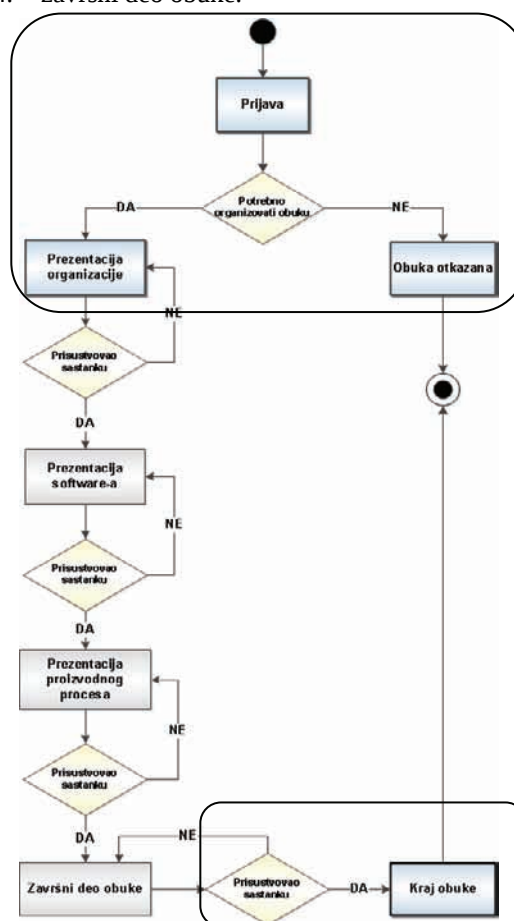
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, red. prof.

U okviru jedne organizacije može da postoji standardna procedura obuke kroz koju prolaze svi novozaposleni. Organizovanjem i sprovođenjem obuke bavi se tim za obuku (trening tim).

Mogući tok procesa obuke prikazan je na slici 2.1. Proces obuke počinje kada menadžer tima prijavi polaznika (novozaposlenog) na obuku. Ukoliko se desi da je polaznik greškom prijavljen na obuku, tj. da je već prošao proceduru obuke, obuka se otkazuje.

Pre svake faze polaznicima obuke se šalje pozivnica za sastanak i materijal za obuku. Standardna procedura obuke se sastoji od sledeće četiri faze:

1. prezentacija organizacije,
2. prezentacija softvera (osnovnog proizvoda organizacije),
3. prezentacija proizvodnog procesa, i
4. završni deo obuke.



Slika 2.1 Tok procesa obuke

Prezentacija organizacije je prva faza kroz koju polaznik prolazi. U toku ove faze polaznik se upoznaje sa organizacijom, njenim poslovanjem, kao i sa pravilima i procedurama koje se koriste u organizaciji. Ova faza

obuke pomaže polazniku obuke da se lakše uklopi u novo radno okruženje.

Prezentacija softvera je faza u kojoj se polaznik upoznaje sa osnovnim proizvodom organizacije, softverom koji se razvija u organizaciji. Upoznaje se sa arhitekturom i osnovnim načinima upotrebe softvera, različitim verzijama softvera i razlikama između njih. U toku ove faze polazniku se demonstrira rad softvera.

Prezentacija proizvodnog procesa je faza u kojoj se polaznik upoznaje sa proizvodnim procesom koji se sprovodi tokom razvoja softvera. Upoznaje se sa osnovnim alatima koji se koriste tokom razvoja softvera, kao i sa njihovim osnovnim karakteristikama i načinom upotrebe tih alata u organizaciji.

Završni deo obuke je poslednja faza obuke kroz koju polaznik prolazi. U ovoj fazi polaznik se upoznaje sa zadacima tima u okviru koga je angažovan i njegovom ulogom u procesu razvoja softvera. Po završetku ove faze polaznik je spreman za obavljanje zadataka u okviru svog tima. Ukoliko je polaznik prisustvovao zakazanom sastanku za ovu fazu, obuka se za njega završava.

Ukoliko je polaznik prisustvovao sastanku zakazanom za neku od faza obuke, prelazi u narednu fazu obuke, u suprotnom sastanak se ponovo zakazuje.

Opisani proces obuke ima svoj tok, učesnike procesa i niz koraka koje je potrebno izvršiti u okviru svake faze obuke, kao i uslove koji treba da budu ispunjeni da bi se prešlo iz jedne faze u drugu. Cilj ovog rada je da istraži mogućnosti automatizacije procesa obuke za novozaposlene u okviru organizacije i da demonstrira jednu od mogućnosti. Kako sam proces predstavlja jedan radni tok, implementaciju ovakvog procesa omogućavaju **workflow** tehnologije. U okviru rada implementiran je uokvireni deo toka procesa obuke sa slike 2.1.

3. WORKFLOW

Workflow je proces koji se sastoji od niza povezanih koraka (komponenti), koji opisuju delove procesa rada u poslovnom okruženju. Koraci se izvršavaju jedan za drugim bez odlaganja, čim se ispune uslovi koji omogućavaju njihovo izvršavanje. **Workflow** je prikaz niza operacija koje može izvršiti jedna osoba, grupa osoba ili radna organizacija. Apstraktnije, **workflow** je šablon aktivnosti koji omogućava sistematsko organizovanje resursa, definisanje uloga i toka informacija u procesu rada koji može biti dokumentovan ili izučavan.

Workflow se najčešće opisuje korišćenjem dijagrama tokova, koji predstavljaju usmerene tokove između svake komponente procesa. Jedan korak tj. komponenta procesa definiše se pomoću tri parametra:

- **Opis ulaza** – informacije, materijali i energija potrebni za izvršenje koraka,
- **Transformaciona pravila** – algoritmi koji mogu biti dodeljeni na izvršavanje ljudima ili mašinama, ili kombinovanjem oba faktora,
- **Opis izlaza** – informacije, materijali i energija koje korak proizvodi i koji predstavljaju ulaz u sledeći korak [3].

3.1. Workflow management system

Workflow management system je računarski sistem koji omogućava definisanje, upravljanje i izvršavanje **workflow** procesa. **Workflow management system**

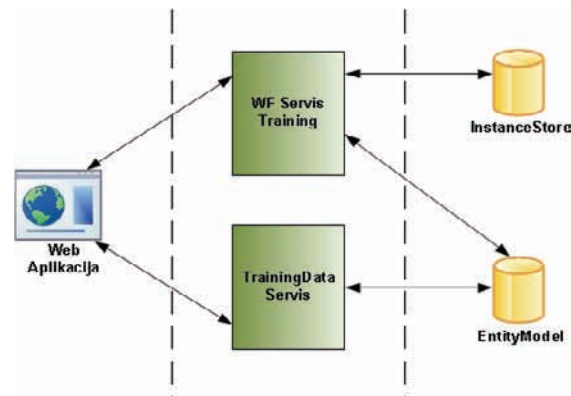
omogućava definisanje različitih tokova rada za različite tipove posla ili procesa. U svakom stanju toka, jedna osoba ili grupa osoba je odgovorna za jedan korak. Jednom, kada je korak završen, obaveštavaju se osobe zadužene za sledeći korak i obezbeđuju im se podaci potrebni za izvršenje koraka [3].

4. ARHITEKTURA REŠENJA

U ovom poglavlju je opisana implementacija rešenja za automatizaciju procesa obuke, kao i mogućnosti koje ona pruža. Na slici 4.1 prikazana je komunikacija između slojeva sistema. Sistem se sastoji iz:

1. klijentske **web** aplikacije, koja služi za interakciju sa korisnikom,
2. aplikacije koja sadrži implementaciju servisa, kojima se klijentska aplikacija obraća, i
3. dve baze podataka
 - **InstanceStore** – u kojoj se skladište instance **workflow** procesa, i
 - **EntityModel** – koja sadrži model podataka potreban za rad aplikacija.

U okviru rada je implementirana serverska aplikacija i baza podataka **EntityModel**.



Slika 4.1 Komunikacija između slojeva sistema

Kada u tim stigne novozaposleni, pomoću **web** aplikacije menadžer tima ga prijavljuje na obuku. Kada je prijava izvršena, tim za obuku dobija obaveštenje da je na obuku prijavljen novi polaznik. Da bi polaznik počeo sa procesom obuke, potrebno je da neko od članova tima za obuku, odobri početak obuke polaznika. Ukoliko je obuka polaznika odobrena, započinje prva faza obuke. U okviru ove faze polazniku se šalje **e-mail** obaveštenje sa materijalom za obuku i kreira se pozivnica za sastanak. Kada je pozivnica kreirana, šalje se polazniku i zakazuje se sastanak. Posle održavanja sastanka, tim za obuku označava da li je polaznik prisustvovao sastanku. Ako je sastanak održan, polazniku i menadžeru tima se šalje obaveštenje da je obuka završena. Ako sastanak nije održan polazniku se šalje pozivnica sa novim terminom sastanka. Ukoliko tim za obuku nije odobrio obuku polaznika, obuka se otkazuje. U tom slučaju, polazniku i menadžeru tima se šalje obaveštenje da je obuka otkazana.

4.1. Arhitektura WF aplikacije

Definicija **workflow** procesa implementirana je korišćenjem **Windows Workflow Foundation (WF)** tehnologije. **WF** proces je hostovan kao **Windows Communication Foundation (WCF)** servis pod **Internet Information Services (IIS)** web serverom. Ovo pruža

moгуćnost korišćenja servisa iz razliĉitih klijentskih aplikacija. **Workflow** servis moţe da izvrši logiku koja je definisana kroz korake (aktivnosti) definicije procesa. MeĊutim, pored ovih funkcionalnosti, klijentska aplikacija ima potrebu i za dodatnim informacijama, koje ne pripadaju koracima procesa, kao što je lista svih novih polaznika obuke i sliĉne funkcionalnosti. Zbog ovakvih potreba razvijen je još jedan servis (**TrainingData** servis) koji rukuje podacima i upravlja raznim dodatnim transakcijama.

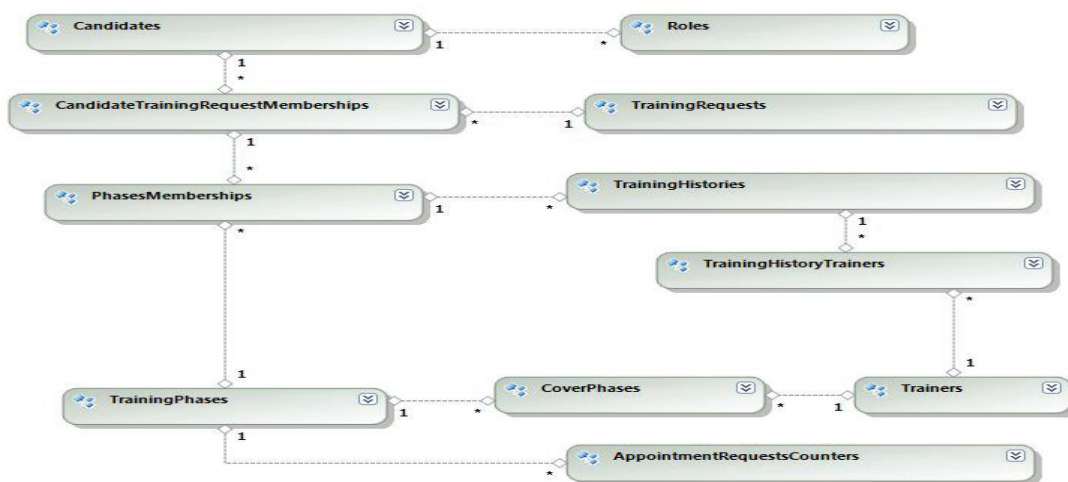
U implementaciji **workflow** servisa koristi se **request-response** šablon za razmenu poruka. Ovaj šablon je poznat još i kao polu dupleks (**half-duplex**) i u okviru servisa modelovan je korišćenjem **Receive** i **SendReply** parova **Messaging** aktivnosti.

4.2. Ćuvanje instanci procesa

Zbog Ćuvanja instanci **WF** procesa, potrebno je kreirati šemu baze podataka. To je moguće izvršavanjem **SQL** skripti koje su deo **.NET Framework**-a. Kao sistem za upravljanje bazom podataka koristi se **Microsoft SQL Server 2008 R2**. U **WF** servisu aplikacije automatsko Ćuvanje instanci procesa je omogućeno konfigurisanjem servisa.

4.3. Model podataka

Da bi se saĉuvali dodatni podaci, potrebni za rad aplikacije, kao što su podaci o polaznicima, nije dovoljna samo baza podataka koja Ćuva instance procesa. Dodatni model podataka koji koristi aplikacija prikazan je na slici 4.2.



Slika 4.2 Model podataka

U tabeli **Candidates** se skladište podaci o polaznicima obuke. Kako polaznici mogu biti razliĉitih vrsta i mogu više puta biti prijavljeni na obuku, za svakog polaznika se veţe uloga **Roles**. Tabela **TrainingRequests** skladišti sve bitne informacije o zahtevu za obuku. Za **TrainingRequest** su vezani polaznici koji se šalju na obuku. **TrainingHistories** predstavlja istoriju obuke polaznika (kroz koje faze je prošao, kada su bili sastanci, na kojim sastancima je prisustvovao, koji predavaĉi su odrţavali obuku.)

Spisak predavaĉa se nalazi u tabeli **Trainers**. Da bi aplikacija sama mogla da odredi koji predavaĉ drţi koju fazu obuke, u tabeli **CoverPhases** je mapirano koji predavaĉi mogu da predaju u kojim fazama obuke, kao i to da li su podrazumevani ili ne.

Pored izvršavanja **SQL** skripti za kreiranje šeme baze u kojoj se Ćuvaju instance procesa, potrebno je izvršiti i **SQL** skripte za kreiranje šeme baze u kojoj se skladišti prikazani model podataka.

4.4. Opis WF servisa

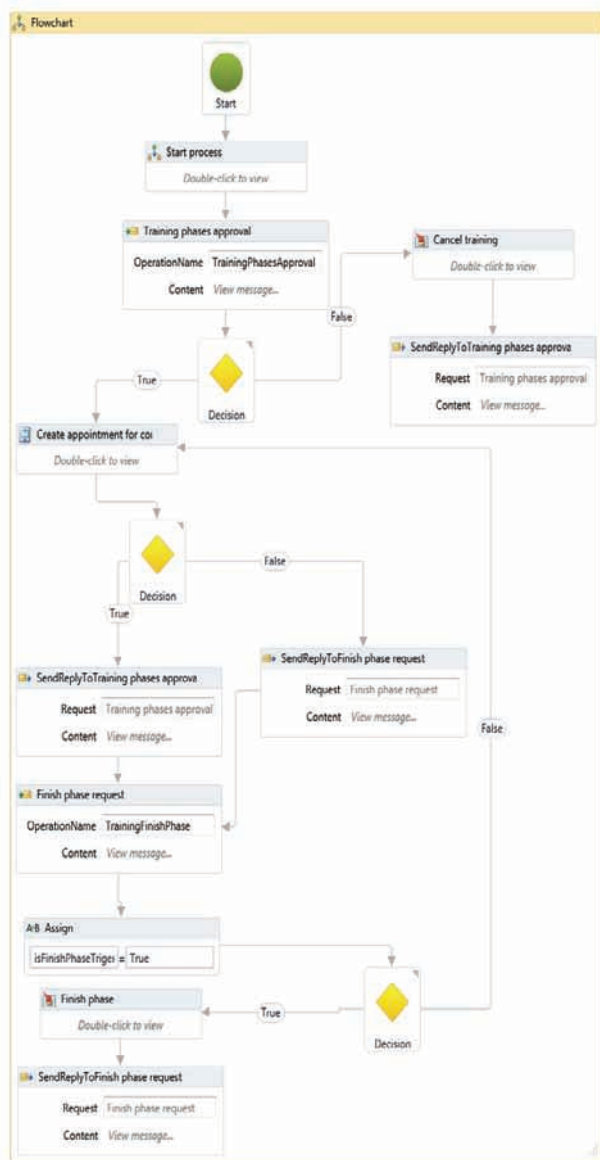
Na slici 4.3 je prikazana definicija **workflow** procesa obuke. Proces obuke zapoĉinje prijavom polaznika na obuku, koja je implementirana u okviru **Start process** aktivnosti. Prilikom prijave polaznika šalje se **TrainingRequest** koji sadrţi informacije o timu polaznika, listu polaznika koji se prijavljuju na obuku, datum poĉetka obuke i neke dodatne informacije. Kada **WF** servis primi poruku, kreira se nova instanca **workflow**-a. Instanca predstavlja celokupnu grupu polaznika jednog tima koja se prijavljuje na obuku. U okviru prijave polaznika pristiglom **TrainingRequest**-u se dodeljuje **id**, isti kao **id** instance **workflow** procesa. Ćuvaju se podaci o pristiglom zahtevu i obaveštava se tim za obuku o prijavi novih polaznika na obuku. Obaveštenja koja se šalju definisana su u šablonima (**template**) i Ćuvaju se u okviru **document management system**-a (**DMS**) organizacije. Pre slanja obaveštenja servis dobavlja odgovarajući **template**. Da bi se **template** dobio, u rešenju je podrţana komunikacija sa **KnowledgeTree** serverom. Obaveštenja se šalju putem **e-mail**-a, za ĉije potrebe je razvijena **SendEmail** korisniĉki definisana (**custom**) aktivnost koja, u zavisnosti od podešavanja, šalje razliĉita obaveštenja odgovarajućim

grupama ljudi. Za potrebe slanja **e-mail** poruka i kreiranja pozivnica implementirana je komunikacija sa **Microsoft Exchange Server**-om korišćenjem **Exchange Web Services Managed API**-ja.

Nakon izvršene prijave, **WF** servis ĉeka novi zahtev od klijentske aplikacije. Zahtev koji se šalje je **TrainingApprovalRequest** koji sadrţi **id workflow** instance i polje logiĉkog tipa (**bool**), koje oznaĉava da li je potrebno zapoĉeti prvu fazu obuke ili se obuka otkazuje.

Na osnovu prosleĊenog **id**-a **workflow** instance i korišćenjem **Correlation Handler**-a vrši se povezivanje sa odgovarajućom instancom procesa iz baze podataka, koja se uĉitava u memoriju i rekonstruiše kako bi se nastavilo njeno izvršavanje.

Ukoliko je tim za obuku zaključio da za prijavljene polaznike nije potrebno organizovati obuku, prelazi se u otkazivanje obuke. Prilikom otkazivanja obuke, generiše se obaveštenje koje je potrebno poslati menadžeru tima prijavljenih polaznika kako bi bio obavešten da je obuka otkazana. Vršiti se ažuriranje podataka u bazi i kada se završi otkazivanje obuke, instanca procesa se završava.



Slika 4.3 Definicija **workflow** procesa obuke

Ukoliko je tim za obuku odlučio da je potrebno započeti proces obuke, prelazi se u fazu **Prezentacija organizacije**. U okviru ove faze potrebno je za polaznike obuke zakazati sastanak i kreirati pozivnicu koja će se slati polaznicima i predavačima obuke. Pre zakazivanja sastanka određuje se datum sastanka. Ukoliko instanca procesa prvi put prolazi kroz fazu, za datum sastanka se uzima predloženi datum prilikom prijave polaznika. Ako je za ovu fazu obuke sastanak već zakazivan i polaznici nisu prisustvovali sastanku, novi datum se određuje za sledeći radni dan. Da bi se zakazao sastanak, potrebno je kreirati pozivnicu. Za kreiranje pozivnice potrebno je odabrati predavače za tu fazu obuke i salu u kojoj će biti održan sastanak. Ako za ovu fazu u odabranom terminu već postoji organizovan sastanak, ne kreira se nova

pozivnica, već se vrši ažuriranje (**update**) već postojeće pozivnice.

Završetkom faze **Prezentacija organizacije**, **WF** servis čeka novi zahtev od klijentske aplikacije, u kome će biti označeno da li su polaznici prisustvovali sastanku. Zahtev koji se čeka je **FinishPhaseRequest**. Ukoliko polaznici nisu prisustvovali sastanku, instanca **workflow**-a se vraća na kreiranje novog sastanka. U suprotnom se obuka završava. Prilikom završetka obuke potrebno je ažurirati podatke o zakazanom sastanku i poslati odgovarajuće obaveštenje o završetku obuke u zavisnosti od vrste polaznika. Nakon izvršenja svih koraka instanca procesa se završava.

4.5. Opis **TrainingData** servisa

Pored **WF** servisa koji sadrži definiciju **workflow** procesa i omogućava kretanje njegove instance kroz faze, razvijen je još jedan servis, **TrainingData** servis. Ovaj servis služi da klijentskoj aplikaciji obezbedi informacije potrebne za neke funkcionalnosti aplikacije. Servis sadrži dve funkcije:

1. **GetAllNewTrainingRequests** – ova funkcija vraća listu svih novopristiglih zahteva za obuku,
2. **GetAllScheduledPhaseMeetings** – ova funkcija vraća listu svih zakazanih sastanaka u zavisnosti od faze obuke prosledene kao parametar.

5. ZAKLJUČAK

Implementirani skup funkcionalnosti omogućava korisniku da prijavi polaznika na obuku i upravlja njegovim kretanjem kroz faze obuke. Ovo znatno olakšava evidenciju i praćenje procesa obuke polaznika, čime se olakšava posao ljudima zaduženim za organizaciju i praćenje obuke.

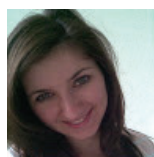
Potrebno je naglasiti da je opisana aplikacija nezavisna od klijentske aplikacije koja je poziva, i da se može koristiti iz bilo koje aplikacije koja će obezbediti potrebne podatke za izvršavanje procesa. Korišćenje **WF** tehnologije za kreiranje definicije procesa omogućava da proces bude implementiran kao servis koji može koristiti proizvoljan broj udaljenih klijentskih aplikacija, kao i integraciju sa nekim drugim sistemima, ukoliko to u budućnosti bude potrebno.

Trenutno rešenje implementira delove kompletnog procesa, te predstavlja tek prvi korak u radu na kompletnom rešenju sa svim preostalim fazama.

6. LITERATURA

- [1] *Training and professional development*, <http://www.fao.org/docrep/W5830E/w5830e0h.htm>
- [2] *What Is Employee Training*, <http://www.wisegeek.com/what-is-employee-training.htm>
- [3] *Wikipedia, Workflow*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Workflow>

Kratka biografija:



Jelena Sedlar rođena je u Pakracu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranila je 2013.god.

PREGLED I ANALIZA ZASTUPLJENOSTI TEHNOLOGIJA ŠIROKOPOJASNOG INTERNETA U BIH**OVERVIEW AND ANALYSIS OF BROADBAND INTERNET TECHNOLOGIES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA**

Mira Pajić, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su detaljno analizirane tehnologije za realizaciju širokopojasnog Interneta. Posebno opisane mrežne komponente i arhitektura različitih varijanti optičkih mreža. Izvršena njihova analiza i detaljno poređenje. Analiza stanja na tržištu Republike Bosne i Hercegovine.

Abstract – The paper thoroughly analyzed technologies for the realization of broadband Internet. Particularly described network components and architecture of different variants of optical networks. Performed their analysis and detailed comparison. Analysis of the market of the Republic of Bosnia and Herzegovina.

Glavne riječi: mrežni elementi, optička vlakna, pasivne optičke mreže, FTTH koncepti, analiza stanja IT-a u BIH

1. UVOD

Pojava i nagli razvoj novih širokopojasnih telekomunikacionih servisa doveli su do toga da se unapređenje pristupnog dijela mreže javlja kao prijetnja potreba. U ciju unapređenja ovog dijela mreže, posljednjih godina razvijena su mnoga tehnološka rješenja, a jedno od najznačajnijih jeste FTTH tehnologija.

Optika do krajnjeg korisnika (FTTH) ili šire poznatija kao optika do kuće (FTTH) je primjer tehnologije koji je dizajniran s namjerom da pruži veoma brz širokopojasni pristup internetu, kao i pružanje raznih drugih servisa koji zahtijevaju velike protoke, poput HD televizije, videa i raznih drugih aplikacija krajnjem korisniku.

2. MREŽNI ELEMENTI**2.1 Tipovi vlakana**

Optičko vlakno je efikasna "svjetlosna cijev" koja nosi svjetlosne impulse generisane pomoću lasera ili drugih optičkih izvora (detektor). Prenos svjetlosti u vlaknima može se ostvariti na velikim rastojanjima. Vlakna omogućavaju velike protoke koje današnje bakarne mreže ne mogu obezbijediti.

Vlakna se, u suštini, sastoje od jezgra, omotača i spoljašnje obloge. Svjetlosni impulsi se kreću u jezgri. Sloj spoljašnjeg omotača čuva svjetlost koja putuje u jezgri i sprečava je da procuri napolje. Prema broju modova koji se prostiru kroz jezgro vlakna se dijela na: monomoda (singlemode fiber SM) i multimodna (multimode MM). Na slici 2.1 prikazana je putanja svjetlosti unutar jednomodnog i multimodnog vlakna.

NAPOMENA:

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

Singlemode fibre**Multimode fibre**

Slika 2.1. Putanja svjetlosti unutar vlakana

2.2 Optički distribicioni ramovi

Optički distribicioni ram (eng. Optical Distribution Frame - ODF) je interfejs između vanjskih kablova (otvorene mreže) i aktivne emisijske opreme. Obično se oni nalaze u POP-u koji sadrži veći broj ODF-ova i okuplja nekoliko stotina do nekoliko hiljada vlakana. POP (eng. Point of Presence) je pristupni čvor i treba ga klasifikovati kao sigurnu zonu. Dakle, moraju se uzeti u obzir odredba za požar, protivprovalni alarm, mehanička zaštita od vandalskih napada.

Pečcord (eng. Patch cord) su optički kablovi koji su opremljeni na jednom kraju (pigtail) ili na oba kraja (jumper) sa konektorima. Kako kablovi nisu beskonačne dužine i imaju potrebu da budu razgranati na više lokacija, potrebne su posredničke spojnice. To su ekološki i mehanički zaštićena kućišta za spoljašnju upotrebu koja nude mala kompaktna sredstva za upravljanje vlaknima i za skladištenje u podzemne komore i nadzemne stubove. Ulični kabineti su metalna ili plastična kućišta koja služe kao distribuciona/pristupna tačka između distribucionog vlakna i privodnog vlakna do pretplatnika.

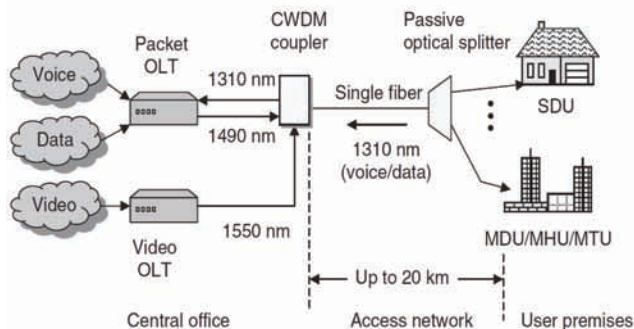
3. PASIVNE OPTIČKE MREŽE (PON)

Za razliku od konvencionalnih mreža, pasivne optičke mreže (eng. Passive Optical Network - PON) nemaju aktivnih komponentata između glavnog komutacionog centra i korisničkih prostorija. Pasivne optičke mreže (PON) postale su alternativa u rješavanju problema optičkog pristupa do krajnjeg korisnika (eng. Fiber To The Home - FTTH). Ključna prednost PON sistema, zasnovanih na potpuno pasivnim komponentama, jeste u tome što ne zahtijevaju napajanje, niti primjenu dodatnih uređaja za instalaciju opreme na licu mjesta.

3.1 Osnovne PON arhitekture

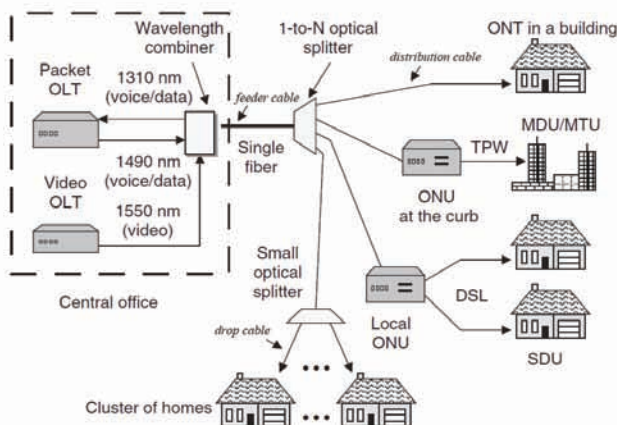
Kao što samo ime implicira, pasivne optičke mreže (PON) ne sadrže nikakve aktivne optičke elemente na svojim mrežnim trasama. Slika 3.1 ilustruje osnovnu

arhitekturu tipične PON mreže, u kojoj optička mreža povezuje svičeve u glavnoj centrali sa brojnim pretplatnicima usluga. Primjeri telekomunikacione opreme u centrali, koja može da se povezuje PON mrežom, jesu svičevi fiksne telefonije (eng. Public Switched Telephone Network - PSTN), ruteri Internet protokola (IP), video na zahtjev serveri (eng. Video-on-demand servers), ethernet svičevi, ATM svičevi, kao i bekap sistemi za skladištenje.



Slika 3.1 Osnovna arhitektura tipične PON mreže

Aktivni moduli u ovoj mreži sastoje se od OLT-a, odnosno optičkih linijskih terminala (eng. Optical Line Terminal - OLT) koji se nalazi u glavnom komutacionom centru, i/ili ONT-a, odnosno optičkih mrežnih terminala (eng. Optical Network Terminal - ONT) i ONU-a, odnosno optičkih mrežnih jedinica (eng. Optical Network Unit - ONU) na drugom kraju mreže. Kao što je prikazano na slici 3.2, ONT se koristi kada se optička vlakna prostiru do korisničkih prostorija, dok se ONU koriste kada se optika završava u nekoj vrsti telekom. kabineta koji se nalaze pored grupe kuća ili preduzeća. Veza između ONU-a i korisničkih prostorija može biti raznovrsna, to mogu biti i UTP kablovi DSL linkova kao i koaksijalni kablovi, ili nešto treće.



Slika 3.2 Osnovni blokovi PON mreže

Link koji povezuje glavnu centralu i optički splitter poznat je pod nazivom glavno optičko vlakno (eng. Feeder Cable). Jedan optički splitter može da opslužuje i do 64 korisnika. Kablovi koji polaze iz optičkih splitera nazivaju se distribicioni kablovi (eng. Distribution Cable). Oni se od splitera vode ili direktno do korisnika, ili do lokalnih splajs kutija zvanih pristupni terminali (eng. Access Terminal). Od ovih splajs kutija vode individualni privodni kablovi (eng. Drop Cable) do korisničkih prostorija.

3.2 PON varijacije

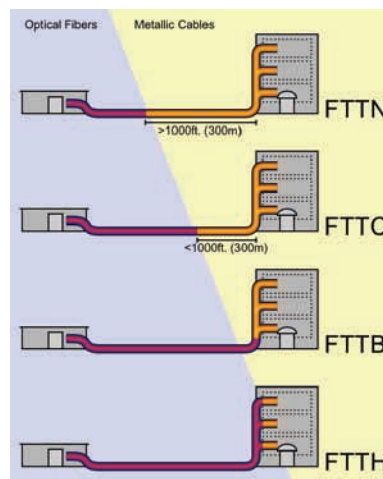
Postoji nekoliko različitih PON implementacionih šema. Tri najčešće korišćene su Broadband PON (BPON), Ethernet PON (EPON) i Gigabit PON (GPON). U tabeli na slici 3.3 su prikazane neke od karakteristika svake od šema, kao i standardi kojima se pridržavaju.

	BPON	GPON	EPON
Standard/godina	ITU-T G.983.x / od 1998	ITU-T G.984.x / 2003	IEEE 802.3ah / 2004
Binarni protok downstream [Mb/s]	155, 622 ili 1244	1244 ili 2488	1000
Binarni protok upstream [Mb/s]	155 ili 622	155, 622, 1244, 2488	1000
Korisnika/PON	32	64	16
Binarni protok po korisniku [Mb/s]	20	40	60
Maksimalan domet [km]	20	20	20
Jedinica za prenos podataka	ATM ćelija	GEM ram	Ethernet ram
Servisi	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Ethernet servisi
Procenjeni troškovi	Mali	Srednji	najmanji

Slika 3.3 Glavne PON tehnologije i njihove karakteristike

4. FTTP KONCEPTI I APLIKACIJE

Fiber to the X (FTTx) je opšti naziv za bilo koju širokopojasnu mrežnu arhitekturu koja koristi optička vlakna kao zamjenu metalnih lokalnih petlji koje se koriste za telekomunikacije u poslednjem kilometru. Generički termin je bio prvobitna generalizacija nekoliko različitih konfiguracija optičke realizacije (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH itd) gdje su početna tri slova FTT uvijek bila ista, a konfiguracije razlikovale po zadnjem slovu, čime je ono zamijenjeno slovom x u toj generalizaciji. Primjeri tih varijacija su dati na slici 4.1.



Slika 4.1 Varijacije FTTx arhitekture

4.1 Implementacioni scenariji

Veoma često su potrebna različita razmatranja mogućih dizajna pristupnih mreža, zavisno od toga da li je oblast koja se uslužuje nova ili se proširuje već postojeća mreža. Tri ključna instalaciona koncepta pristupnih mreža su:

- greenfield (izgradnja potpuno novih objekata),
- overbuild (nadogradnja) i
- refurbishment (renoviranje).

Termin *Greenfield* se upotrebljava za prostore na kojima se vrši izgradnja stambenih prostora ili poslovnih lokala. Termin *Overbuild*, odnosno nadogradnja, odnosi se na instaliranje nove širokopojasne mreže od strane nekog

drugog servis operatora u sredini koju već opslužuje neki drugi konkrentni operator.

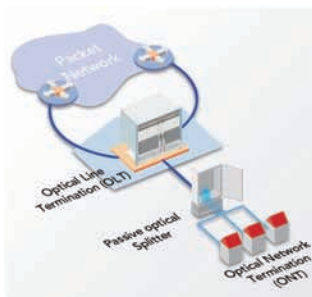
Termin *Refurbishment*, odnosno renoviranje ili rehabilitacija, odnosi se na mreže koje su dosta stare i u kojima se stari bakarni provodnici zamjenjuju optičkim vlaknima. Još jedan od često korišćenih termina u ovim situacijama jeste *Overlay* odnosno preklapanje, što predstavlja sistem kada jedna mreža radi iznad druge.

5. OPTIKA DO PRAGA, PRAKTIČNE REALIZACIJE

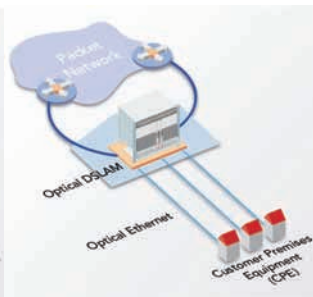
Postoje dva pristupa za realizaciju FTTH koncepta: FTTH sa P2MP (Point-to-Multipoint) PON ili FTTH kao P2P (Point-to-Point) active Ethernet. Radi pravilnog tumačenja – postoji razlika između termina FTTH p2p i FTTH p2p aktivni Ethernet – aktivni Ethernet podrazumijeva postojanje aktivne opreme kod korisnika.

5.1 Osnovne činjenice

Objekture tehnologije, i PON Point-to-Multipoint (P2MP) i Ethernet Point-to-Point (P2P) imaju za cilj da izvrše pozicioniranje optičkog vlakna što bliže krajnjem korisniku, a u idealnom slučaju i do samog korisnika (FTTH/FTTP). Jedna od glavnih razlika između ove dvije tehnologije jeste upotreba pasivnih splitera radi simultanog korišćenja jednog glavnog optičkog vlakna od strane više korisnika, što je slučaj kod PON sistema (Slika 5.1). Ethernet Point-to-point sistemi (Slika 5.2) ne vrše distribuciju signala preko splitera, već imaju po jedno optičko vlakno posvećeno svakom korisniku (eng. Dedicated Fiber) koje povezuje korisnički mrežni terminal CPE (eng. Customer Premises Equipment - CPE) i multiplekser u centrali (CO).



Slika 5.1 Realizacija PON mreže



Slika 5.2 Realizacija Active Ethernet P2P

5.2 Poslovni aspekti

Postoje dva glavna faktora o kojima treba voditi računa pri donošenju odluke koliko blizu korisniku uvesti optiku. Prvi faktor je zahtjevani propusni opseg po korisniku i korisnikovo rastojanje od centralne lokacije. To rastojanje utiče na fizička ograničenja u prenosu preko bakarnih kablova. Drugi faktor je balans CAPEX-a i OPEX-a. Za ulaz optikom što bliže korisniku potrebna su veća inicijalna ulaganja, što sa druge strane smanjuje troškove održavanja, jer ima manje čvorova u mreži koje treba održavati i kontrolisati.

U današnje vrijeme, pogotovo u ovoj trenutnoj ekonomiji, ovi aspekti su možda i najznačajniji za izgradnju bilo koje mrežne infrastrukture. Svakom investitoru od presudne važnosti je koliki su investicioni troškovi (eng. Capital Expenses, CAPEX), operativni troškovi rada te infrastrukture, mreže i pružanje servisa (eng. Operational

Expenses, OPEX), kao i koliko se brzo uložene investicije mogu vratiti nazad i generisati dodatni profit. Bilo da je riječ o pasivnim ili aktivnim realizacijama FTTH ili FTTH mreža glavne razlike u poslovnom pogledu se ogledaju na ove CAPEX i OPEX troškove.

5.3 Namjena i stavovi

PON sistemi su takvi da nude relativno zadovoljavajući protok po svakom korisniku po veoma pristupačnoj cijeni. To je jako bitan aspekt u današnjoj ekonomiji i veoma često presudan faktor kod dosta mrežnih operatora, jer je cijena po korisniku relativno niska. Kao rezultat toga za ovakve sisteme se najčešće odlučuju operatori za sredine koje su u izgradnji (Greenfield) i koje su namijenjene za rezidencijalne korisnike. Tada se uz minimalne investicione troškove može ostvariti dobar povraćaj investicija relativno brzo.

Ethernet Point-to-Point sistem predstavlja veoma čest izbor mrežnih operatora koji žele da pružaju širok dijapazon usluga i servisa kako rezidencijalnim, tako i poslovnim korisnicima koji mogu da imaju dosta veće zahtjeve. To je veoma korisno pošto ovakav sistem ipak pruža bolju skalabilnost, smanjuje zavisnost od proizvođača opreme, i dosta brzo može da odgovori na povećanje potreba svojih korisnika.

6. ANALIZA STANJA INFORMACIONO-TELEKOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Na kraju 2011. godine na tržištu Bosne i Hercegovine je djelovalo ukupno 80 pružalaca internet usluga. Rezultati ankete su pokazali da je u 2011. godini u Bosni i Hercegovini bilo ukupno 515.296 internet pretplatnika.

Kada je u pitanju pristup internetu, statistika pokazuje da je u 2011. godini dominantna vrsta internet pristupa bio xDSL, čiji broj pretplatnika čini 48,1% od ukupnog broja internet pretplatnika u BiH. Na drugom mjestu nalaze se pretplatnici kablovskog pristupa čiji broj pretplatnika čini 22,3% od ukupnog broja internet pretplatnika.

6.1 Stanje na ISP tržištu u 2011. godini

U sljedećoj tabeli prikazan je broj pretplatnika prema vrstama pristupa internetu u 2011. godini:

Vrsta internet pristupa	Broj pretplatnika u 2011. godini
Dial-up	85.046
Fiksni bežični pristup (FWA)	65.733
Kablovski pristup	114.849
xDSL	248.006
Iznajmljene linije	1.374
FTTx	278
Ostalo	10
Ukupan broj internet pretplatnika	515.296

Tabela 6.1 Broj pretplatnika po vrstama internet pristupa u 2011. godini

Polazeći od definicije Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU) prema kojoj je korisnik interneta svako lice od 16 do 74 godine koje koristi internet tokom godine, Regulatorna Agencija za komunikacije procjenjuje da je u Bosni i Hercegovini u 2011. godini bilo 2.113.000 korisnika interneta, odnosno da stopa korištenosti

interneta u Bosni i Hercegovini za 2011. godinu iznosi 55%.

Tabela 6.2 daje prikaz kretanja broja korisnika interneta u periodu 2004. – 2011. godina.

Godina	Broj korisnika interneta
2004	585.000
2005	805.185
2006	950.000
2007	1.055.000
2008	1.307.585
2009	1.421.540
2010	2.000.000
2011	2.113.000

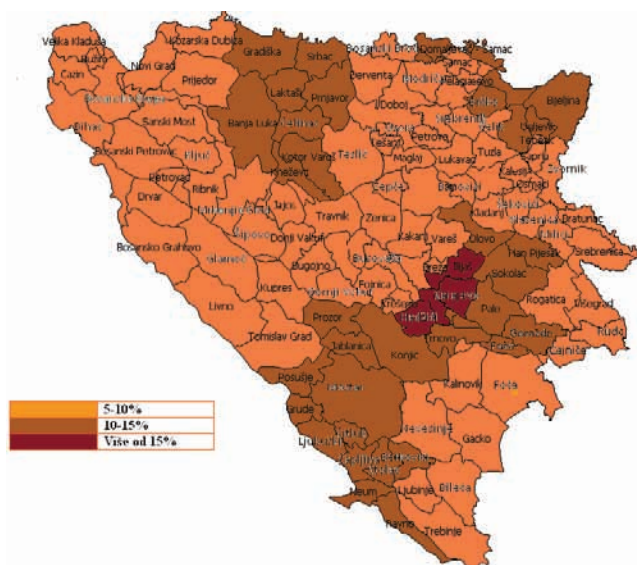
Tabela 6.2 Broj korisnika interneta

6.2 Širokopojasni pristup u Bosni i Hercegovini

Godišnja anketa korisnika za pružanje ISP usluga u BiH za 2011. godinu odnosi se na cijelo područje Bosne i Hercegovine. Kako bi se prikupio što veći obim podataka i stekla jasnija slika o stanju ISP tržišta u Bosni i Hercegovini, pojedini gradovi su grupisani u "regione" čiji su nosioci veći gradovi u BiH. Na taj način anketom je obuhvaćeno 10 kantona u Federaciji BiH, 10 većih gradova/regiona u Republici Srpskoj i Distrikt Brčko.

Analiza je pokazala da je pristup internetu moguće ostvariti u gotovo svim gradovima u Bosni i Hercegovini, bez obzira na njihovu veličinu. Za sve pružaoce internet usluga karakteristično je da, pored dial-up pristupa, nude i barem jedan od oblika širokopojasnog povezivanja na internet.

Na Slici 6.1 prikazana je penetracija širokopojasnog pristupa po regionima. Penetracija je izračunata kao ukupan broj širokopojasnih priključaka podijeljenih s ukupnim procijenjenim brojem stanovnika kantona ili regiona.



Slika 6.1 Penetracija širokopojasnog pristupa po područjima BiH

Generalno, i u većim i u manjim bosansko-hercegovačkim gradovima primjetan je trend opadanja ukupnog broja dial-up pretplatnika, dok je istovremeno evidentiran porast broja pretplatnika širokopojasnog pristupa internetu. Analiza po gradovima i kantonima je pokazala da je u svim posmatranim kantonima i gradovima pretplatnici xDSL pristupa čine najveći broj od ukupnog broja internet pretplatnika.

7. ZAKLJUČAK

Potrebe korisnika za sve većim brzinama prenosa predstavljaju našu svakodnevnicu. Sve aktuelniji širokopojasni IP servisi, video telefonija, HDTV i drugi servisi nameću korisnicima zahtjeve za brzinama prenosa i do nekoliko stotina Mbps. Ovi zahtjevi mogu biti ispunjeni unapređenjem postojeće pristupne mreže tj. zamjenom bakarnih pristupnih mreža optičkim i uvođenjem nove tehnologije FTTH – optika do korisnika.

U našoj zemlji, situacija nije zadovoljavajuća kada je u pitanju FTTH tehnologija. Na osnovu statistike koja je prikazana u šestom poglavlju možemo zaključiti da čak 48% pretplatnika koristi internet putem bakarne pristupne mreže, dok veoma mali broj pretplatnika koristi FTTH tehnologiju. Jedan od glavnih razloga su preveliki troškovi za zamjenu postojeće pristupne mreže.

Optičke komunikacije imaju izvanredne osobine i sve veću primjenu. Ipak, ostaje da se vidi kada će se izvršiti potpuna implementacija ovih mreža i u našoj zemlji.

8. LITERATURA

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x, Februar 2012
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_optical_network, Januar 2013
- [3] FTTH-Handbook-2011-V4.1
- [4] Josep Prat, "Next-Generation FTTH Passive Optical Networks", Novembar 2008
- [5] KEYMILE, "Ethernet Point-to-Point vs PON", Avgust 2009
- [6] www.rak.ba
- [7] <http://www.ispreview.co.uk/index.php/2012/10/ftth-ultrafast-fibre-optic-broadband-connections-pass-175000-uk-homes.html>

Kratka biografija:



Mira Pajić rođena je u Tuzli 1986. godine. Od školske 2005/06. je student Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva, odbranila je 2013. godine.

UREĐAJ ZA BEŽIČNU ZAŠTITU KOMUNALNIH DOBARA DEVICE FOR WIRELESS PROTECTION COMMUNAL VALUES

Albert Menrat, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Sadržaj: -U ovom radu opisan je uređaj koji generiše alarm u slučaju da se podigne poklopac sa okna. Analizirano je više tehničkih rešenja i odabrano je rešenje sa tasterom. Uređaj se uključuje kada se poklopca podigne i generiše se alarm, koji se preko RF modula i GSM modema pošalje u kontrolni centar.

Abstract – This paper describes a device which are generating an alarm when the cover of manholes are lifted. More technical solutions was analyzed and the solution with a switch are chose. When the lid is lifted up then the device is turned on and an alarm is generated. The alarm sends across the RF module and GSM modem to the control center.

Ključne reči: Alarmni sistem, MPPT punjač. RF primopredajnik, GSM/GPRS modem

1. UVOD

U slabo razvijenim zemljama čest je problem krađa metalnog poklopca sa okna. Ako su ta okna na prometnim mestima lako može da dođe do nezgode. U boljem slučaju to su samo materijalne štete ali može da se desi da neko upadne u okno i da pretrpi lakše ili teže telesne povrede. Primenom ovakvog rešenja brzo se može reagovati na nastali problem i sprečiti nezgode.

2. TEORIJSKA ANALIZA

Kako bi jedan ovakav uređaj ispravno radio, potrebno je da zadovolji sledeće uslove:

- Treba da ima dugačak vek trajanja bez održavanja.
- Na poklopac okna ne sme se ništa montirati da kod manipulacije sa poklopcem ne ošteti uređaj.
- Uređaj treba da radi u ekstremnim klimatskim uslovima.

Problematika uređaja je podeljena na tri dela:

- Kako detektovati da nema poklopca
- Kako napajati uređaj a da ima što veću autonomiju rada
- Kako obavestiti nadležnu osobu o nestanku poklopca

2.1. Način detektovanja

- Senzor daljine

Senzor daljine služi za merenje razdaljine predmeta od senzora. Rad ovakvih senzora se bazira na refleksiji infracrvene svetlosti i merenja upadnog ugla ili na refleksiji ultrazvučnih talasa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Miloš Živanov, red. prof.

Mana ovakvih senzora je da im je potrebno konstantno napajanje i nakon nekog vremena kada se prašina nataloži na senzor, izgubili bi funkcionalnost i uređaj bi bio neupotrebljiv.

- Senzor svetlosti

Senzor svetlosti se jednostavno može realizovati pomoću fototranzistora ili fotodiode. Kad nema poklopca fotoelement bi bio osvetljen i postao bi provodan.

Mana ovakvog rešenja je da se ne može koristiti noću.

- Senzor pokreta

Senzor pokreta ili akcelerometar radi po principu detekcije pomeranja po x, y i z osi.

Mana ovakvog rešenja je da bi uređaj trebali montirati na poklopac okna, što bi prouzrokovao razne probleme kao i mogućnost oštećenja uređaja prilikom manipulacije sa poklopcem.

- Taster

Taster može da se koristi kao senzor i vezuju se na ulazni port mikrokontrolera ili kao prekidač koji uključuje ceo uređaj kad se podigne poklopca.

Ako koristimo taster kao glavni prekidač, napajanje uređaja je prekinuto sve dok je poklopac na svom mestu. Kad se poklopac podigne, kontakti tastera se zatvore i uključi se uređaj koji generiše alarmnu poruku. Ovakvim rešenjem štedimo bateriju i produžavamo vek trajanja uređaja, vek trajanja zavisi od kvaliteta baterije.

- Read relej

Read relej se može koristiti na isti način kao gore navedeni taster. Mana ovog rešenja je da je potreban stalni magnet montiran sa unutrašnje strane poklopca i za ispravan rad poklopac treba da bude uvek tačno pozicioniran tako da magnet bude iznad read relej-a.

2.2. Napajanje uređaja

- Daljinasko napajanje uređaja kroz pretplatničku paricu

Ovakvo rešenje moglo bi da dođe u obzir samo u telekomunikacionim oknima. Kroz paricu konstantno se napaja pretplatnik. Struja je reda veličine nekoliko desetina mA, što bi bilo dovoljno za napajanje uređaja. Veći problem je nedostupnost tih parica. Parice su hermetički upakovane u spojnice i komplikovano je pristupiti njima, zbog toga ovakvo rešenje ne dolazi u obzir.

- Baterija

Napajanje uređaja sa baterijom je isplativ samo ako se koristi taster kao detektor poklopca i da ima ulogu glavnog prekidača. Ovako projektovan uređaj troši energiju iz baterije samo u slučaju kada je poklopac podignut, na taj način ostvaren je dugačak vek trajanja

uređaja bez održavanja. Sa ostalim rešenjima uređaj bi trebalo da napajamo 24 sata dnevno, što bi doveo do brzog ispražnjavanja baterije.

- Solarni panel

Korišćenje solarnog panela za napajanje uređaja nije dovoljno, jer preko noći nema sunca i panel ne može da proizvodi struju.

Solarni panel bi trebalo kombinovati sa baterijom, koja bi preko noći ili kada nema dovoljno sunčeve energije napajala uređaj.

Sa ovakvim rešenjem uređaj bi mogao da bude uvek pod naponom i mogli bi se koristiti senzori kojima je potrebno konstantno napajanje. Pri montiranju solarnog panela može doći do raznih komplikacija kao i znatnog povećanja cene uređaja i troškova montaže.

- Napajanje iz mreže

Takođe ako postoje tehnički uslovi moguće je napajati uređaj iz mrežnog napona, za šta postoji mala verovatnoća sa obzirom da u oknu nema pristupa mrežnom naponu.

2.3. Komunikacija

- RF moduli malog dometa i GSM/GPRS modem

Jedna od ideja je da se za prenos alarmnog signala koriste RF moduli malog dometa i da periferni uređaj bude montiran na svako okno u jednoj ulici i da ima jednog centralnog uređaja na nekom stubu, koji preko GSM/GPRS modema prenosi signal krajnjem korisniku.

Sa ovakvom realizacijom ima više problema. Da bi se signal mogao prenositi od jednog do drugog perifernog uređaja, potrebno je da uređaji budu uvek uključeni, u tom slučaju troše bateriju i vrlo brzo će postati nefunkcionalni. U slučaju da se periferni uređaji samo u nekim vremenskim intervalima uključe i proveravaju da li ima poklopca, dolazimo do problema sinhronizacije rada niza perifernih uređaja u lancu. Ako nema dobre sinhronizacije vrlo lako može da dođe do prekida komunikacionog lanca i u tom slučaju nema prenosa alarma.

Bitno je da centralni uređaj bude uvek pod naponom, jer će on biti taj koji prosleđuje alarmnu poruku. panel.

- RF moduli velikog dometa i GSM/GPRS modem

Kako bi sistem postao pouzdaniji, umesto RF modula malog dometa koriste se RF moduli velikog dometa. U tom slučaju svaki periferni modul direktno komunicira sa centralnim uređajem na stubu Centralni uređaj šalje alarmnu poruku korisniku.

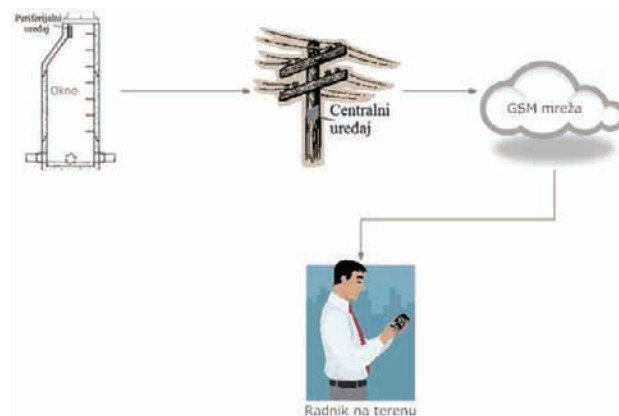
Sa ovakvim povezivanjem nema potrebe za međusobnom sinhronizacijom između perifernih uređaja. Periferni uređaji koji nemaju alarm ne treba da budu uključeni i tako ne troše bateriju.

- GSM/GPRS modem

Ovo rešenje je malo skuplje od prethodne dve varijante, međutim ona je najpouzdanija. Sistem se sastoji samo od perifernih uređaja montiranih u okno bez RF modula i sa GSM/GPRS modemom. Kod podizanja poklopca uključuje se uređaj i alarmna poruka se direktno šalje korisniku putem SMS-a. Ovo rešenje je tehnički najjednostavniji za realizaciju ali su troškovi eksploatacije veći zbog cene pretplate SIM kartice.

2.4. Rezime

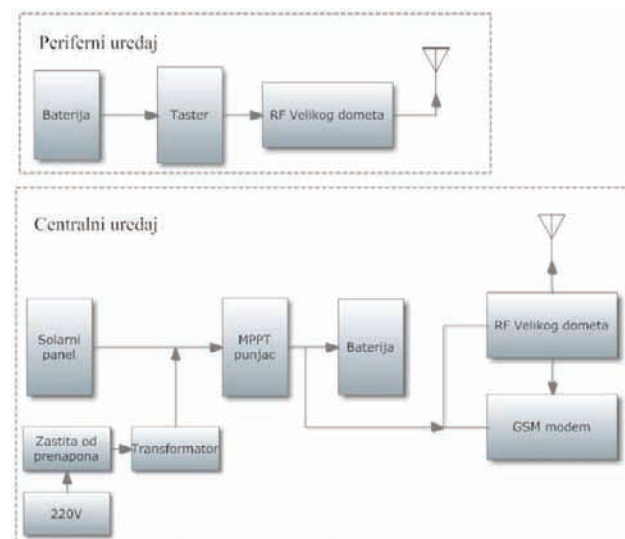
Sistem se sastoji iz dva tipa uređaja, perifernih uređaja u oknima i jednog centralnog uređaja na stubu. Ovi uređaji su povezani sa centralnim uređajem RF modulima velikog dometa. Centralni uređaj koji se nalazi na pogodnom mestu pored RF modula ima GSM/GPRS modem koji SMS-om prosleđuje korisniku alarmnu poruku. Periferni uređaj u oknu se napaja iz baterije i troši energiju samo u slučaju podignutog poklopca tj. alarmnog stanja. Centralni uređaj se napaja iz niskonaponske električne mreže ako je moguće ili iz solarnog panela ako nema mrežnog napajanja u blizini. Neprekidnost napajanja je postignut upotrebom akumulatorske baterije. Na slici 1 je šematski prikaz sistema.



Slika 1: Šematski prikaz sistema

3. HARDVERSKA REALIZACIJA UREĐAJA

Na slici 2. je prikazana blok šema sistema. Sistem se sastoji iz dva tipa uređaja, perifernog uređaja koji se nalazi u oknu (gornji deo slike) i centralnog uređaja koji se nalazi na stubu (donji deo slike).



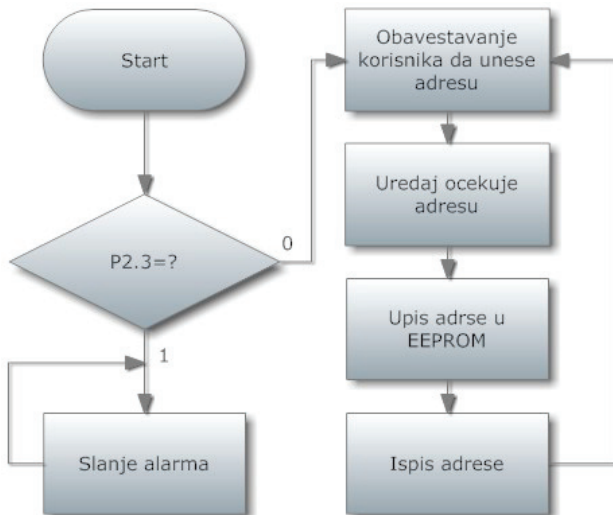
Slika 2. Blok šema sistema

Kad se skine poklopac na tasteru se spoje kontakti, uključuje se periferni uređaj i RF modul [1] počinje sa slanjem radiofrekventnog signala. Centralni uređaj je uvek uključen i za njegovo napajanje se koristi niskonaponski mrežni napon ili solarni panel. MPPT [2] obavlja punjenje baterije i prilagođava sistem kako bi maksimalno

iskoristili snagu opcionog solarnog panela. RF modul u centralnom uređaju prima alarmnu poruku od perifernog uređaja i prosleđuje na GSM modem [3] koji preko mobilne mreže korisniku šalje alarmnu poruku.

4. SOFTVERSKA REALIZACIJA UREĐAJA

Na slici 3 prikazan je algoritam rada perifernog uređaja.



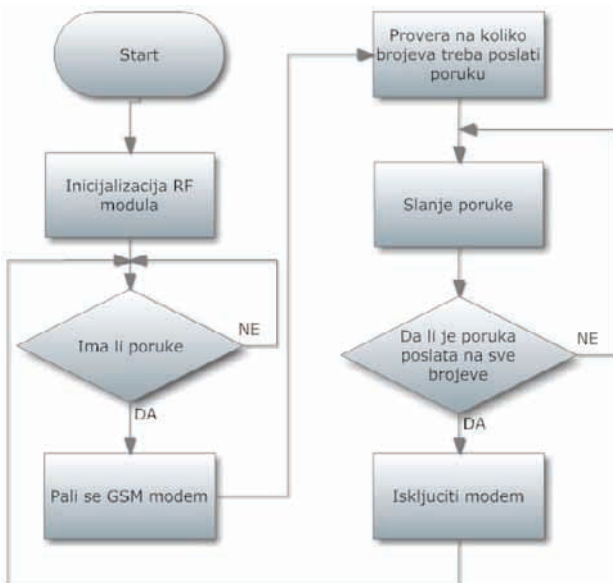
Slika 3: Algoritam rada perifernog uređaja

Kad se podigne poklopac, prekidač se kratko spoji i uređaj dobije napajanje. Program proverava da li je na pinu P2.3 logička "0" ili "1".

Ako je P2.3 logička "0" korisnik se obavesti da unese adresu okna. Korisnik ukuca adresu. Nakon toga upisuje se podatak u EEPROM i nakon upisa isčita se ceo sadržaj EEPROM –a na PC računar preko UART-a.

Ako je P2.3 logička "1" šalje se alarmna poruka sa podatkom koja je memorisana u EEPROM-u.

Algoritam rada centralnog uređaja prikazana je na slici 4.



Slika 4: Algoritam rada centralnog uređaja

Centralni uređaj koji je pod stalnim napajanjem očekuje alarmnu poruku. Kad primi alarmnu poruku adresu okna sačuva u svojoj internoj memoriji i uključi GSM modem.

Iz imenika modema sa prve lokacije isčita na koliko brojeva treba poslati poruku.

Postoji mogućnost slanje poruke na devet različitih brojeva. Isčita se prvi broj sa drugog polja u memoriji i pošalje se poruka. Proverava se da li treba poslati poruku na drugi broj ili ne. Ako treba isčita se sa sledeće lokacije broj i pošalje se poruka, ako je poruka poslata na sve brojeve modem se isključi kako bi smanjili potrošnju na minimum. Telefonski brojevi na koje treba poslati alarmnu poruku upisuje se preko terminala direktno u GSM modem pomoću AT komandi.

5. REZULTATI TESTIRANJA

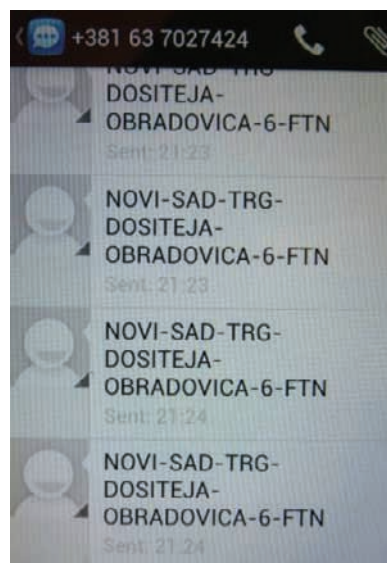
Upis adrese okna je testiran pomoću PC računara. Uređaj je preko UART porta priključen na USB port PC računara. Sa kratkospojnikom na P6 izabran je režim rada upis adrese. Nakon toga se pokrene uređaj i preko terminala na monitoru PC računara se pojavi tekst "Unesite adresu okna!". Unošena adresa okna treba da se završava sa "End of Text" (HEX: 0x30) karakterom. Nakon enter komande, kontroler upiše adresu okna u EEPROM memoriju i istu tu adresu isčita iz EEPROM memorije i prikaže na monitoru PC računara. Komunikacija je prikazana na slici 5.

```

<CR><LF>
Unesite adresu!
21/02/2013 16:13:46.35 [TX] - NOVI-SAD-TRG-DOSITEJA-OBRADOVICA-6-FTN<ETX><CR>
21/02/2013 16:13:46.36 [RX] - NOVI-SAD-TRG-DOSITEJA-OBRADOVICA-6-FTN<ETX><CR><LF>
<CR><LF>
Upisana adresa je:NOVI-SAD-TRG-DOSITEJA-OBRADOVICA-6-FTN<CR><LF>
Unesite adresu!
  
```

Slika 5: Prikaz komunikacije preko terminala

Nakon što je adresa uspešno upisana, kratkospojnikom P6 izabere se režim slanje alarma. Periferni uređaj u oknu pošalje alarmni signal sa adresom okna upisanom u EEPROM memoriju. Centralni uređaj prima alarmnu poruku, adresu okna sačuva u svojoj unutrašnjoj memoriji, uključuje GSM modem i prosledi alarmnu poruku sa adresom na mobilni telefon putem SMS-a. Posle uspešnog slanja alarma, modem se gasi radi uštede energije. Mogućnost slanja na više telefona je testiran sa jednim telefonom, tako što je isti telefonski broj upisan na razne lokacije u memoriju GSM modema. Na slici 6 prikazana je primljena poruka u mobilnom telefonu.

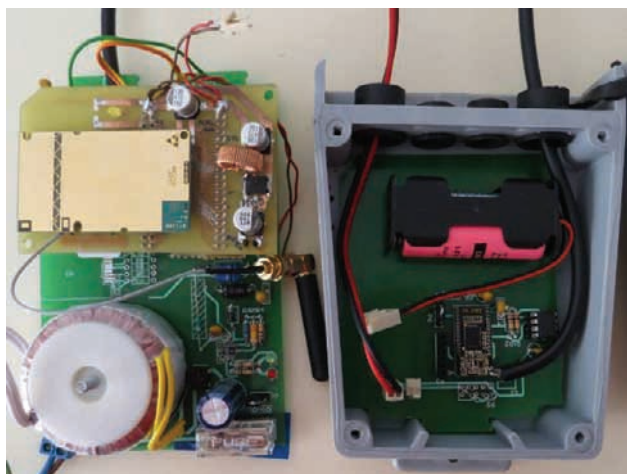


Slika 6: Primljene poruke sa GSM modema

Domet RF primopredajnika je testiran na otvorenom prostoru, tako što je prijemnik fiksiran u tački A, a predajnik se postepeno udaljava od prijemnika. Poruka, koju predajnik pošalje se ispisuje na monitoru PC računara. Kad se poruke više ne ispisuje na monitoru, znači da smo van dometa. Korak po korak približimo predajnik prijemniku i u trenutku kada se poruka ponovo pojavi na monitoru, predajnik je unutar dometa. Ovo rastojanje je oko 30 m, što je daleko od fabričkih vrednosti od 2 km. Problem u povećanju dometa predstavlja antena. Antena je "home made", tipa ground plane (monopol), njegove karakteristike nisu izmerene što bi svakako trebalo da se uradi da se vidi da li ta antena zadovoljava potrebne karakteristike.

Na slici 7 prikazan je realizovan sistem. Levo je centralni uređaj sa GSM modemom i ispod GSM modema se nalazi primopredajnik koji prima alarmnu poruku sa perifernog uređaja. Napaja se sa mrežnog napona i preko MPPT punjača se puni baterija.

Desno je periferni uređaj sa primopredajnikom i ona se napaja iz baterije.



Slika 7: Realizovan sistem

6. ZAKLJUČAK

U daljem razvoju uređaja moguće je implementirati zaštitno kodovanje u slanje alarmnog signala. Poželjno je da u sledećoj reviziji, bude predviđen EEPROM i USB priključak na centralnom uređaju, kako bi se naknadno mogli uneti parametri za slanje alarma. Potrebno je napraviti redizajn štampanih ploča da bi popravili estetiku i funkcionalnost štampane ploče. Potrebno je redizajnirati antenu kako bi povećali domet.

Ovakav uređaj može da ima razne primene, ne samo detekcija podizanja poklopca. Svuda gde je potrebna neka vrsta alarmnog sistema, ovaj uređaj može da se primeni.

7. LITERATURA

- [1] : Silicon Laboratories Inc., "Si1000/1/2/3/4/5", 2012, <http://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/Si1000.pdf>
- [2] : Linear Technology Corporation, "LT3652 Power Tracking 2A Battery Charger for Solar Power", 2010, <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/3652fd.pdf>
- [3] : Siemens, "XT65/XT75 Hardware Interface Description", 01.08.20098, http://www.datasheet.co.kr/datasheet-html/X/T/6/XT65-1_Siemens.pdf.html

Kratka biografija:



Albert Menrat rođen je u Somboru 1988. god. Osnovne akademske studije je završio na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mikroračunarske elektronika na usmerenju za Primenjenu elektroniku 2011. god.

ПРИКЉУЧЕЊЕ ВЕТРОЕЛЕКТРАНА НА МРЕЖУ CONNECTING WIND FARMS TO THE POWER GRID

Бојан Гаврић, Владимир Катић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У раду су приказани технички услови прикључења ветроелектрана на електричну мрежу у Србији. Дат је пример поступка прорачуна за одређивање услова прикључења ветроелектране на дистрибутивну мрежу.

Abstract – The paper presents an overview of technical specifications for the connection of a wind farm to the power grid in Serbia. An example of calculation procedure for connecting a wind turbine is given.

Кључне речи: Ветроелектране, Технички услови, Električna mreža

1. УВОД

Сврха техничких услова за прикључење је очување најбитнијих својстава погона електроенергетског система (ЕЕС) попут сигурности напајања, поузданости, квалитета испоручене електричне енергије, итд. Сагледавањем различитих техничких услова у европским земљама препозната су главна подручја, које технички критеријуми требају задовољити у циљу квалитетне интеграције ветроелектрана у ЕЕС. То су:

- регулација фреквенције и управљање активном снагом;
- регулација напона и компензација реактивне снаге,
- понашање ветроелектране при квару.

У раду ће бити детаљније приказани горе наведени технички критеријуми у Србији.

2. ВЕТРОЕНЕРГЕТИКА У СРБИЈИ

Према студији енергетског потенцијала ветра Србије, која је израђена 2002. године, утврђен је значајан енергетски потенцијал ветра, посебно у области јужног Баната и југоисточне Србије. Енергетски потенцијал ветра у Србији процењен је на 1 300 MWh, а могућа годишња производња електричне енергије из ветра на 2.3 TWh [1]. Овај потенцијал још увек је неискоришћен, тј. у Србији није изграђена ниједна ветроелектрана, мада према подацима ЈП Електромережа Србије, постоје значајно интересовање инвеститора за улагање у овој области. Списак ветроелектрана, које би могле да буду изграђене у будућности, односно за које постоје захтеви, приказан је у табели 1 [2,3].

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био проф. др Владимир Катић.

Табела 1. Списак поднетих захтева до 2011. године

Редни број	Назив ВЕ	Подносилац захтева	Снага (MW)
1.	Бела Анта	Wellbury-Infrastrukturberatungsgesells	120
2.	Бела Црква	ВПБЦ Ветар д.о.о.	187.5
3.	Инђија	ВЕТРОПАРК ИНЂИЈА д.о.о.	20
4.	Шушара	Windtim д.о.о.	60
5.	Вршац	ENERGOWIND д.о.о.	400
6.	Баваниште	Wellbury Wind Energy д.о.о.	188
7.	Долово	LOGGER A.D.	350
8.	Чибук	Vetroelektrane Balkana д.о.о.	300
9.	Честобродица	ДОО Ветроенерго	280
10.	Кошава	МК FINTEL WIND AD	117
11.	Вршац	Green energy Slovakia	40
12.	Голубац	DOO IVICOM ENERGY	112.8
13.	Вршка Чука	WP ENERGY SYSTEMS д.о.о.	189
14.	Омање-Жагубица	DOO IVICOM ENERGY	60
15.	Варденик	АД Масурица	102
16.	Алибунар	ELEKTRAWINDS	48.3

3. ПРИКЉУЧЕЊЕ ВЕТРОЕЛЕКТРАНА НА ПРЕНОСНУ МРЕЖУ У СРБИЈИ

Техничке прописе и одобрење за прикључење на преносну мрежу доноси оператер преносног система, а то је ЈП Електромережа Србије (ЕМС). Области на које је посебно стављен акценат су регулација фреквенције и размене активне снаге, регулација напона и реактивне снаге као и искључење генератора са мреже услед одступања од прописаних вредности напона односно фреквенције.

3.1. Регулација напона и реактивне снаге

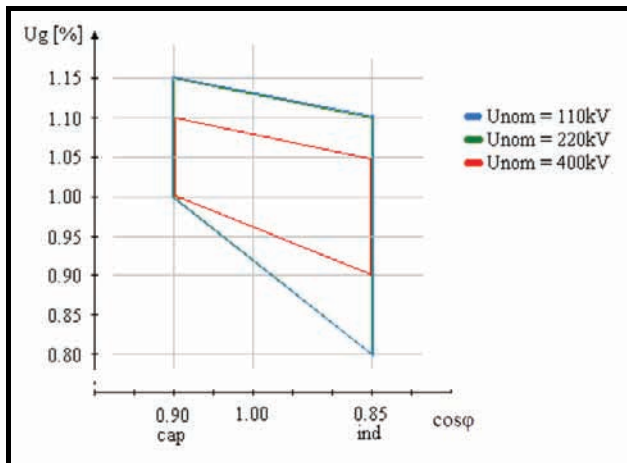
Називне вредности напона у преносној мрежи Републике Србије износе: 400 kV, 220 kV и 110 kV. Вредност напона у нормалним условима погона у било којој тачки преносне мреже налази се у опсегу:

- 400 kV мрежа: између 380 kV и 420 kV;
- 220 kV мрежа: између 200 kV и 240 kV;

- 110 kV мрежа: између 99 kV и 121 kV.

Ветрогенераторска јединица мора бити опремљена аутоматиком која ће задовољавати један од следећа два модела регулације напона:

- размена реактивне снаге у месту прикључења одржава се око нуле;
- напон се регулише за произвољни део означене области са слике 1.



Слика 1. Области регулације напона за фреквенције од 49.5 Hz до 50.5 Hz

где је:

- U_{nom} - називни напон преносне мреже на коју је генератор прикључен;
- U_g - напон на генератору;
- $\cos \phi$ - фактор снаге генератора.

Начин рада аутоматског уређаја за контролу генерисања реактивне снаге у ветрогенератору уређује ЈП ЕМС у одобрењу за прикључење. У квазистационарном стању, када је напон на високонапонској страни блок - трансформатора мањи или једнак:

- 80 % за преносну мрежу 110 kV и 220 kV
- 90 % за преносну мрежу 400 kV

од називне вредности, генератор се може искључити са мреже дејством аутоматских уређаја [3].

3.2. Регулација фреквенције и активне снаге

Називна вредност фреквенције у Србији износи 50 Hz. Дозвољено одступање фреквенције у преносној мрежи у квазистационарном стању је 1%, односно 50 Hz $\pm$ 0,5 Hz.

Ветрогенераторска јединица мора бити способна да генерише називну активну снагу при нормалним вредностима напона у преносној мрежи за опсег фреквенције 49-51 Hz [3]. За одступања фреквенције у опсегу 49-51 Hz ветрогенератор мора бити у стању да остане на преносној мрежи у трајању од:

- за фреквентни интервал 49,0 – 49,5 Hz, генераторска јединица остаје прикључена бар 2 сата;
- за фреквентни интервал 49,5 – 50,5 Hz, генераторска јединица остаје прикључена трајно;

- за фреквентни интервал 50,5 – 51,0 Hz, генераторска јединица остаје прикључена бар 2 сата.

4. ПРИКЉУЧЕЊЕ ВЕТРОЕЛЕКТРАНА НА ДИСТРИБУТИВНУ МРЕЖУ У СРБИЈИ

За прикључење ветроелектрана на дистрибутивну мрежу надлежно је Јавно предузеће Електропривреда Србије (ЈП ЕПС). Детаљни технички захтеви и критеријуми за прикључење дати су у документу под називом "Техничка препорука бр. 16: основни технички захтеви за прикључење малих електрана на дистрибутивну мрежу", који је усвојио Технички савет ЕПС-а 2011. године. Овај документ односи се на све мале електране (МЕ), тј. електране називне снаге до 10 MW, које као примарни извор енергије користе неки од обновљивих извора енергије. За прикључење и безбедан паралелан рад са дистрибутивним системом, МЕ мора да задовољи следеће критеријуме [4]:

- критеријум дозвољеног одступања (промене) напона;
- критеријум снаге кратког споја;
- критеријум фликера;
- критеријум дозвољених струја виших хармоника;
- критеријум безбедне синхронизације;
- критеријум максимално дозвољеног инјектирања једносмерне струје.

4.1. Критеријум дозвољеног одступања напона

Дозвољено одступање (промена) напона (Δu_m) могу бити процењене преко следеће формуле:

$$\Delta u_m = k_{i,max} \cdot \frac{S_{ngm}}{S_{ks}} \quad (1)$$

где је:

- $k_{i,max} = \frac{I_p}{I_n}$ - коефицијент одређен количником максималне полазне струје I_p (струје укључења) и назначене струје I_n генератора;
- S_{ks} - снага кратког споја у тачки прикључења на дистрибутивни систем;
- S_{ngm} - назначена привидна снага генератора која се прикључује на дистрибутивни систем.

Вредност коефицијента $k_{i,max}$ добија се на основу спроведених тестова од стране произвођача генератора у овлашћеној институцији [4].

4.2. Критеријум снаге кратког споја

Мала електрана укупне инсталисане снаге свих генератора $S_{mel} = \sum S_{ng}$ може да се прикључи на дистрибутивну мрежу без штетног деловања, ако је испуњен услов:

$$S_{mel} = \sum S_{ng} \leq \frac{S_{ks}}{500} \quad (2)$$

Надлежна електродистрибуција даје стварне вредности струја (снага) кратког споја на месту прикључења, које су меродавне за оцену деловања посматране МЕ на дистрибутивни систем [5].

4.3. Критеријум фликера

Критеријум фликера се оцењује помоћу фактора сметњи (A_{fs}) мале електране, изазваних фликером дугог трајања (преко два сата). Мале електране са n генератора укупне инсталисане снаге: $S_{mel} = \sum S_{ng}$ може да се прикључи на дистрибутивни систем ако је испуњен услов:

$$A_{It} = \left(c_{f_{mel}} \cdot \frac{S_{mel}}{S_{ks}} \right)^a = \left(\frac{c_{f1}}{\sqrt{n}} \cdot \frac{S_{mel}}{S_{ks}} \right)^a \leq 0.1 \quad (3)$$

$$P_{It} = c_{f_{mel}} \cdot \frac{S_{mel}}{S_{ks}} \leq 0.46 \quad (4)$$

где је:

- A_{It} - дуготрајни фактор сметњи проузрокованих фликерима;
- P_{It} - дуготрајни фактор бројности (емисије) фликера;
- S_{mel} - укупна инсталисана снага МЕ у [MVA];
- S_{ng} - снага једног генератора;
- S_{ks} - снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на дистрибутивни систем у [MVA];
- n - број генератора у МЕ;
- $c_{f_{mel}}$ - коефицијент фликера МЕ са 'n' генератора;
- c_{f1} - коефицијент фликера МЕ са једним генератором.

Коефицијент фликера c_f означава особину МЕ да производи фликере.

Вредност коефицијента фликера c_f даје произвођач МЕ, посебно за сваки генератор и електрану као целину. Критеријум фликера је задовољен ако је $c_f \leq 20$ [4]. У случају ветрогенератора, мора се извршити провера овог критеријума и према следећој формули:

$$P_{It} = \frac{8}{S_{ks}} \cdot \left(\sum_{i=1}^N N_{120i} \cdot (k_f \cdot S_{ng})^{3.2} \right)^{0.21} \quad (5)$$

где је:

- N - број генератора у оквиру МЕ;
- N_{120i} - максимални број прекидних операција i -те производне јединице у временском интервалу од 120 мин.;
- k_f - фактор бројности (емисије) фликера који даје произвођач ветрогенератора за фазне углове импедансе дистрибутивне мреже од 30°, 50°, 70° и 85°.

4.4. Критеријум дозвољених струја виших хармоника

Овај критеријум проверава се помоћу израза:

$$I_{vhdvz} = I_{vhs,v,u} \cdot S_{ks} \quad (6)$$

где је:

- I_{vhdvz} - дозвољена вредност струје вишег хармоника на напонском нивоу генератора у [A];

- $I_{vhs,v,u}$ - вредност струје вишег хармоника /интерхармоника која је сведена на снагу кратког споја на месту прикључења [A/MVA];
- S_{ks} - снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на дистрибутивни систем у [MVA].

4.5. Критеријум безбедне синхронизације и инјектирања једносмерне струје

За прикључење синхроног генератора на дистрибутивни систем, потребан је уређај који треба да задовољи услове синхронизације дате у табели 2.

Табела 2. Услови синхронизације за синхрони генератор

Укупна снага генератора (kVA)	Разлика фреквенција Δf (%)	Разлика напона ΔV (%)	Разлика фазног угла $\Delta \Phi$ (°)
0 - 500	0.3	10	20
500 - 1500	0.2	5	15
> 1500	0.1	3	10

Синхронизација се врши на генераторском прекидачу. За прикључење асинхроног генератора на дистрибутивни систем, који се покреће помоћу погонског агрегата, потребан је уређај који обезбеђује да се прикључење изведе између 95% и 105% од синхроног броја обртаја, без напона. Код самопобудних асинхроних генератора треба да се испуне сви услови који су предвиђени за синхроне генераторе. Код МЕ које се прикључују на дистрибутивни систем преко инвертора, једносмерна компонента инјектирања у дистрибутивну мрежу не сме бити већа од 0.5 % од назначене струје инвертора [5].

5. ПРИМЕР ПРИКЉУЧЕЊА ВЕТРОЕЛЕКТРАНЕ НА ДИСТРИБУТИВНУ МРЕЖУ

Као пример провере неопходних услова за прикључење једног ветрогенератора на дистрибутивну мрежу у Србији, може да се узме пример дат у прилогу Техничке препоруке бр. 16 [6]: Потребно је одредити услове за прикључење електране на ветар на дистрибутивну мрежу 10 kV која се напаја из ТС 35/10 kV инсталисане снаге $S_{35}=8$ MVA. Место прикључења на мрежу ЕД су сабирнице 10 kV у дистрибутивној ТС 10/0.4 kV, која се напаја из ТС 35/10 kV надземним водом 3xAl/џ 70/12 дужине $l_v=1.8$ km. У електрани се користи један синхрони генератор са исправљачем, међуколом једносмерне струје и претварачем, назначене снаге $S_{ng}=400$ kVA, назначеног напона $U_{ng}=0.42$ kV.

За повезивање генератора са мрежом 10 kV у малој електрани се користи енергетски трансформатор 0.42/10 kV, снаге 400 kVA.

Познати су следећи подаци: Коефицијент фликера дугог трајања је $c_f = 32$; Струје виших хармоника су: $I_{vh5}=4.2\%$, $I_{vh11}=4.1\% \cdot I_n$, $I_{vh13}=4.1\% \cdot I_n$, $I_{vh23}=3.6\% \cdot I_n$, $I_{vh25}=2.8\% \cdot I_n$, где је I_n назначена вредност струје генератора (претварача) снаге 400 kVA у малој електрани.

Код овакве електране на ветар треба проверити три основна критеријума:

- критеријум дозвољене снаге мале електране;
- критеријум фликера;
- критеријум дозвољених струја виших хармоника.

5.1. Критеријум дозвољене снаге мале електране

Критеријум дозвољене снаге је задовољен ако је испуњен услов:

$$S_{ngm} \leq \frac{S_{ks}}{50 \cdot k} = \frac{110 \cdot S_{ts}}{u_k} \cdot \frac{1}{50 \cdot k} = \frac{2.2}{k} \cdot \frac{S_{ts}}{u_k} \quad (7)$$

С обзиром да се тачка напајања мреже ЕД налази на сабирницама 10 kV у ТС 10/0.4 kV, за све даље прорачуне меродавна је снага кратког споја S_{ks10} на тим сабирницама. Детаљним прорачуном, као што је показано у [6], добија се да је тражена снага кратког споја: $S_{ks10} \approx 70 \text{ MVA}$. Када уврстимо ову вредност у израз (7), добијамо да је максимална дозвољена снага: $S_{ngm} \approx 1.4 \text{ MVA}$, што је веће од инсталисане снаге електране, која износи: $S_{ng} = 400 \text{ kVA}$. То значи да посматрана ветроелектрана неће имати штетно деловање на мрежу ЕД и може да се прикључи на мрежу 10 kV у ТС 10/0.4 kV.

5.2. Критеријум фликера

Критеријум фликера је задовољен ако је испуњен услов (3). Ако изразимо S_{mat} из поменутог израза, добићемо укупну инсталисану снагу мале електране а самим тим и вредност највеће дозвољене јединичне снаге генератора S_{ngm} која, с обзиром на критеријум фликера дугог трајања, може да се прикључи на мрежу ЕД:

$$S_{ngm} = \frac{0.464}{c_{f1}} \cdot \frac{\sqrt{n}}{n} \cdot S_{ks} \quad (8)$$

Када уврстимо задате бројне вредности, на начин који је приказан у [6], добијамо да је дозвољена снага ветроелектране: $S_{ngm} \approx 1 \text{ MVA}$ већа од инсталисане снаге и у овом конкретном случају ветроелектрана неће производити фликере штетне по мрежу ЕД, па с обзиром на овај критеријум може да се прикључи на сабирнице 10 kV у ТС 10/0.4 kV.

5.3. Критеријум виших хармоника

Овај критеријум проверава се помоћу израза (6), на начин који је приказан у [6]. С обзиром да електрана генерише струју 23-ег и 25-ог хармоника већу од дозвољене, следи да није испуњен критеријум виших хармоника, па се посматрана електрана не може прикључити на сабирнице 10 kV у ТС 10/0.4 kV. Решење насталог проблема захтева додатну техноекономску анализу, а долази у обзир примена једног, или комбинација више следећих решења:

- прикључни вод 10 kV мале електране, уместо у ТС 10/0.4 kV, продужити до ТС 35/10 kV;
- власник мале електране прилаже посебан прорачун (атест) независне овлашћене институције да у конкретном случају мала

електрана неће имати штетно дејство на мрежу ЕД, с обзиром на очекиване вредности струја и/или напона виших хармоника;

- власник мале електране прилаже доказ да је уградио филтре за одговарајуће редове виших хармоника.

6. ЗАКЉУЧАК

Постојећи технички прописи за прикључење ветроелектрана на мрежу у Србији нису на потребном нивоу. Даље, документација која је неопходна за изградњу и пуштање у рад једне ветроелектране је преобимна и захтева пуно времена као и новца. И на крају, подстицајне мере које је донела Влада Републике Србије односе се само на 450 MW снаге добијене из ветроелектрана, а према постојећим захтевима, планира се изградња ветроелектрана укупне снаге од преко 1000 MW. Дакле, првих 450 MW електрана предаваће електричну енергију у мрежу по повлашћеним ценама, док се осталима неће исплатити да продају електричну енергију по нижим ценама.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Катић, И. Капетановић, В. Фуштић, "Обновљиви извори електричне енергије", Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија, 2003.
- [2] Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине, <http://www.merz.gov.rs/>
- [3] М. Денић, "Технички услови прикључења ветроелектрана на електричну мрежу", дипломски рад, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [4] "Правила о раду преносног система", ЈП Електромереже Србије, 2008.
- [5] "Правила о раду дистрибутивног система", ЈП Електропривреда Србије, 2009.
- [6] "Техничка препорука бр. 16: Основни технички захтеви за прикључење малих електрана на дистрибутивни систем", ЈП Електропривреда Србије, 2011.

Кратка биографија:



Бојан Гаврић рођен је у Новом Саду 1987. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства - Енергетска електроника и електричне машине одбранио је марта 2013. год.



Владимир Катић је докторирао на Универзитету у Београду 1991. год. Редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду је од 2002. год. Продекан је ФТН-а и шеф Катедре за енергетску електронику и претвараче.

**PRILAGOĐENJE MODELA MODULARNOG EEG UREĐAJA U SVRHU MERENJA
EVOCIRANIH POTENCIJALA****ADJUSTINGS OF MODULAR EEG DEVICE MODEL FOR MEASUREMENT OF
EVOKED POTENTIALS**Dragan Jovanovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je sistem za merenje i akviziciju evociranih potencijala, koji uključuje pojačanje, anti-aliasing filtriranje i digitalno procesiranje merenog signala. U prvom poglavlju dat je kratak teorijski uvod o EEG i ERP potencijalima sa istorijskim osvrtom na razvoj ERP istraživanja. Naredno poglavlje rada sadrži opis procedura prilagođenja širine propusnog opsega kola EEG pretvarača kao i poboljšanje CMRR (Common mode rejection ratio, što označava faktor potiskivanja zajedničkog signala) pojačavačkog kola. Nakon toga, u trećem poglavlju, su obrazložene faze testiranja i prilagođenja digitalnog modula EEG uređaja sa prikazanim redizajniranim modelima pojačavačkog modula i digitalnog dela uređaja realizovani u softverskom paketu EagleCad. U zaključku su date smernice za dalje unapređenje ovog mernog sistema.

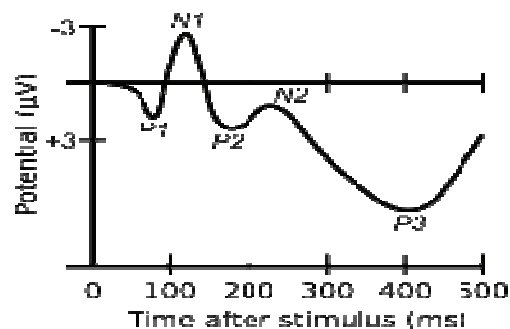
Abstract – This paper presents the description of the system for measurement of evoked potentials, which includes amplifying, filtering and digital processing of measurement signal. The first chapter is about EEG and ERP potentials with historical overview of ERP potentials' research development. The next chapter contains the description of procedures in a purpose to modify bandwidth of EEG transducer, as well as improvement of CMRR of circuit. After this, in the third part, there has been elucidated the testing procedures and modifications of digital part of EEG device and presented modified EEG amplifier module and digital module developed in EagleCad software package. In the conclusion are given proposals for system improvements.

Ključne reči: OpenEEG projekat, modularni EEG uređaj, merenje evociranih potencijala, P300

1. EEG I ERP POTENCIJALI [1] [2] [3]

Godine 1929. nemački fiziolog i psihijatar Hans Berger objavio je revolucionarno otkriće u kojem je pokazao da je moguće izmeriti električnu aktivnost neurona kore velikog mozga fiksiranjem metalnih elektroda na kožu glave, pojačavanjem bioelektričnog signala i iscrtavanjem promena moždanih potencijala u toku vremena. Berger je uočio da je na ove moždane signale moguće uticati putem nekog spoljašnjeg događaja koji bi izazvao stimulaciju čula. EEG snimak odražava hiljade simultanih bioelektričnih procesa mozga, a to znači da odgovor

mozga na dati stimulus ili događaj od interesa ne može biti jasno vidljiv na standardnom EEG zapisu iz jednog puta. Da bismo videli odgovor mozga na određeni stimulus, potrebno je da eksperimentator sprovede set merenja u sklopu tzv. oddball paradigme, nakon čega je metodom uprosečavanja snimljenih EEG potencijala omogućeno usrednjavanje moždane aktivnosti u toku merenja i dobijanje relevantnog talasnog oblika zvanog ERP. ERP potencijali predstavljaju merljivi odgovor mozga koji proističe kao rezultat specifične kognitivne, motoričke ili čulne funkcije usled spoljašnje stimulacije čula, dok evocirani potencijali odslikavaju procesiranje fizičkog stimulusa.



Slika 1. Prikaz ERP talasnog oblika

Na **Sl.1** se uočava da se ERP komponente sa negativnim vrednostima grafički prikazuju iznad apscisne ose dok one sa pozitivnim vrednostima ispod ove ose, što je česta praksa u ERP istraživanjima. U periodu 1935. – 1936. godine Polin i Dejvis zabeležili su prvi poznati ljudski ERP na budnim ispitanicima. Veliki napredak u kognitivnoj neuronauki na polju ERP istraživanja je bio 1965. godine otkrićem P3 komponente od strane Satona, Brerena i Zubina koji su utvrdili da neočekivani (ređi) stimulus izaziva snažnu reakciju koja se manifestuje u ERP talasnom obliku velikom vrednošću pozitivne komponente P3 sa vrhom oko 300 ms po prestanku stimulusa, dok je ova komponenta mnogo manja u slučaju očekivanog stimulusa.

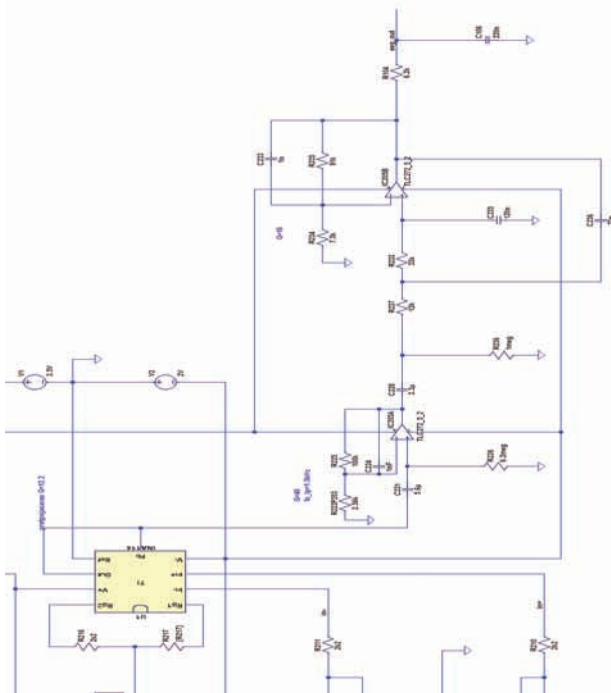
**2. PRILAGOĐENJE POJAČAVAČKOG
MODULA EEG UREĐAJA**

Projektovanje sistema za merenje ERP potencijala, što je postignuto prilagođenjem modela modularnog EEG uređaja, je u prvoj fazi rada podrazumevalo modifikacije, odnosno redizajn OpenEEG pojačavača [4] ili kola mernog pretvarača za dvokanalno merenje i kondicioniranje biomedicinskog EEG signala u cilju prilagođenja amplitudsko-frekvencijske karakteristike ili

NAPOMENA:

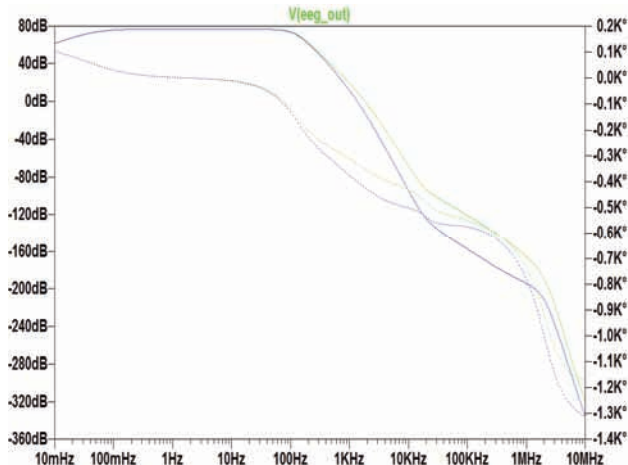
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Platon Sovilj, docent.

frekvencijskog odziva kola. Da bi mogli koristiti kolo EEG pojačavača za merenje ERP potencijala, potrebno je izvršiti proširenje propusnog opsega kola na opseg učestanosti 0.05Hz-100Hz, što je postignuto detaljnom analizom šeme kola EEG pretvarača i podešavanjem vrednosti parametara pasivnih elemenata (filararskih kondenzatora i čisto-omskih otpornika) u drugom i trećem pojačavačkom stepenu koji diktiraju širinu propusnog opsega kola EEG pojačavača pa samim tim i granične učestanosti.



Slika 2. Izmene vrednosti pasivnih elemenata u drugom i trećem pojačavačkom stepenu EEG pojačavača u cilju prilagođenja a-f karakteristike

Nakon sprovedenih izmena u kolu EEG pojačavača, koji čini analogni deo modularnog EEG uređaja, izvršena je simulacija AC režima rada ovog kola u softverskom paketu LTspice u cilju dobijanja frekvencijskog odziva kola koji je prikazan na SI.3.

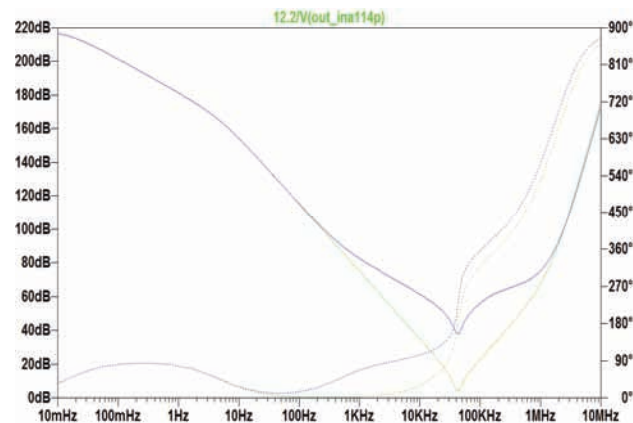


Slika 3. Prikaz amplitudsko-frekvencijske karakteristike prilagođenog pojačavačkog modula

Sledeći korak u cilju prilagođenja pojačavačko-pretpretvaračkog dela EEG uređaja radi merenja i obrade ERP potencijala zahtevao je da se izvrši povećanje vrednosti

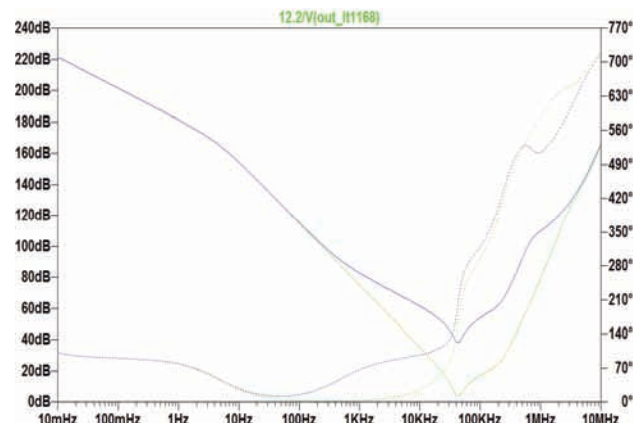
CMRR faktora ili nivoa potiskivanja zajedničkog signala na ulazu u pretpojačavački stepen za 10dB ili više, što je delom postignuto promenom pojačanja DRL kola u povratnoj sprezi EEG pojačavača koje vrši dodatno potiskivanje CM napona.

U skladu s prethodno obrazloženim, sprovedena je spice simulaciona analiza kola modularnog EEG pojačavača, i sa dobijene karakteristike zaključujemo da faktor potiskivanja zajedničkog signala beleži značajan porast od prvobitne vrednosti 110.1dB nakon promene pojačanja DRL stepena na vrednost od 127.1dB na učestanosti 50Hz kao što je dato na SI.4.



Slika 4. Karakteristika CMRR faktora nakon promene pojačanja DRL kola

Dodatno povećanje faktora potiskivanja zajedničkog signala je u kolu dvokanalnog modularnog EEG pojačavača postignuto promenom postojećeg tipa instrumentacionog pojačavača model INA114P u pretpojačavačkom stepenu sa odgovarajućim zamenskim instrumentacionim pojačavačem koji daje veći CMRR. U nastavku rada su prikazani i pojašnjeni rezultati AC simulacionih analiza kola modularnog EEG pojačavača sa zamenskim instrumentacionim pojačavačem LT1168 u cilju verifikacije poboljšanja CMRR faktora.

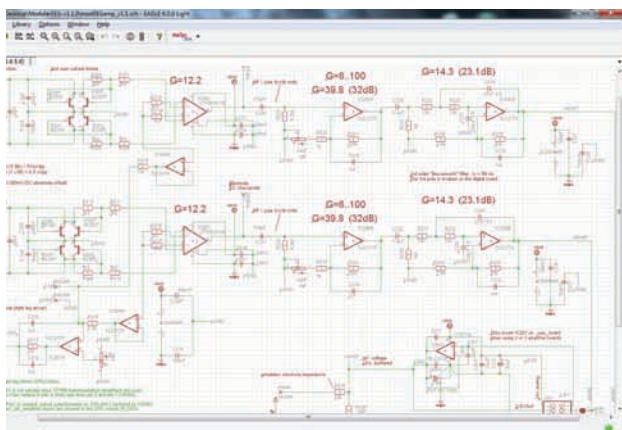


Slika 5. Karakteristika CMRR faktora u slučaju primene LT1168

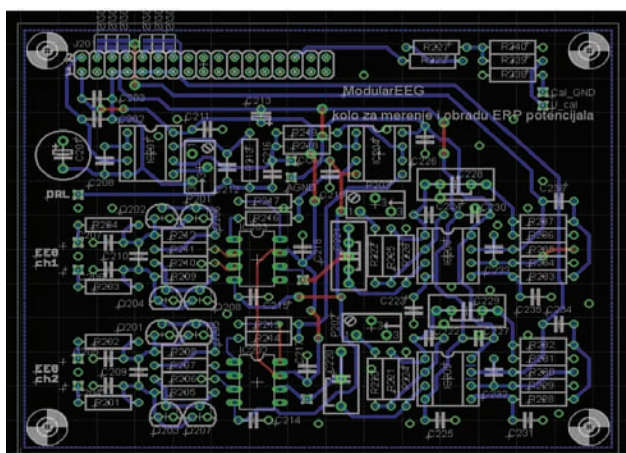
Vrednost CMRR faktora u kolu EEG pretvarača pri upotrebi zamenskog instrumentacionog pojačavača LT1168, prema SI.5 iznosi 128dB.

Analizom svega prethodno izloženog, utvrđeno je da instrumentacioni pojačavač LT1168 daje najveću vrednost nivoa potiskivanja zajedničkog signala, te je stoga i iskorišćen kao odgovarajući zamenski instrumentacioni pojačavač na el. šemi i štampanoj pločici redizajniranog

pojačavačkog modula EEG uređaja koji su isprojektovani i odrađeni u softverskom paketu EagleCad i prikazani na **Sl.6** i **Sl.7**.



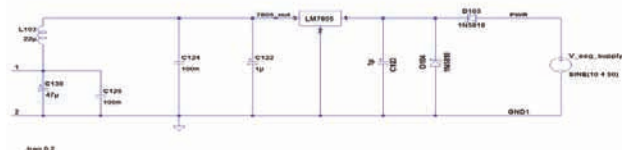
Slika 6. Elektronska šema prilagođenog pojačavačkog modula



Slika 7. Isprojektovana štampana pločica prilagođenog pojačavačkog modula

3. PRILAGOĐENJE DIGITALNOG MODULA EEG UREĐAJA

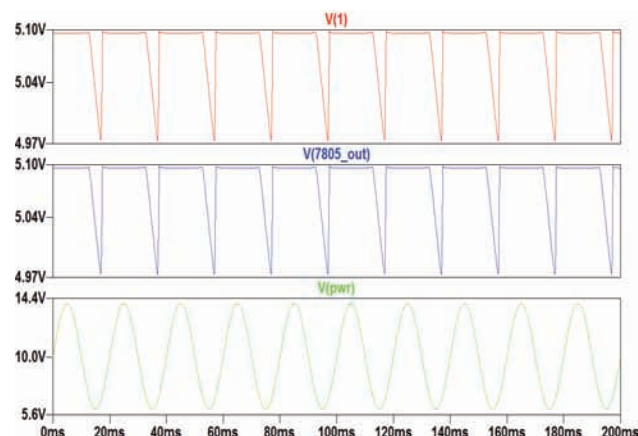
Naredna faza prilagođenja modela EEG uređaja je bila ispitivanje i izmene komponenti bloka za napajanje u cilju poboljšanja PSRR (Power Supply Ripple Rejection Ratio) ili faktora talasnosti napona napajanja. Pored ovoga, neophodno je bilo izvršiti i prilagođenje digitalne ploče uređaja tako da se nađu zamenski mikrokontroleri za postojeći AT90S4433P i to iz familije PIC mikrokontrolera i AVR mikrokontrolera, pri čemu ovi zamenski mikrokontroleri treba da imaju takt A/D konverzije internog A/D konvertora od 2000Hz čija rezolucija mora biti minimum 12 bita.



Slika 8. Šema dela bloka za napajanje

Simulacione analize bloka za napajanje su izvršene parcijalno, iz razloga što za DC/DC konvertor TMV0505S nije bio dostupan simulacioni model, te je

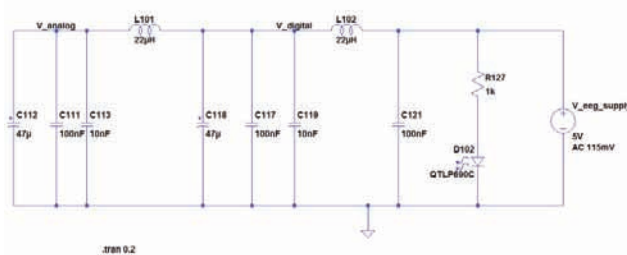
stoga najpre urađena tranzientna analiza dela bloka za napajanje desno od ovog DC/DC konvertora (data na **Sl.8**), zatim analiza dela levo od DC/DC konvertora dok je za TMV0505S urađena analiza kataloških podataka u pogledu vrednosti faktora talasnosti napona koji daje na svom izlazu.



Slika 9. Rezultati tranzientne analize rada prvog dela bloka za napajanje

Na donjem grafikonu V(pwr) je dat talasni oblik napona napajanja na ulazu bloka za napajanje koji je definisan kao naizmeničan prostoperiodičan sinusni napon amplitude 4V, učestanosti 50Hz i čiji je DC ofset 10V a od kojeg je potrebno na izlazu ovog modula dobiti stabilisan jednosmerni napon od 5V za napajanje celog uređaja. Centralni grafikon V(7805_out) prikazuje oblik napona napajanja na izlazu naponskog regulatora LM7805 koji ga ograničava na 5.1V. Gornji grafikon V(1) predstavlja oblik napona napajanja na ulazu u DC/DC konvertor, odakle određujemo talasnost napona napajanja koja iznosi 130mV_{p-p} .

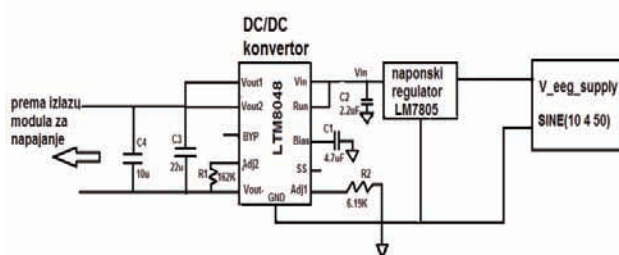
Što se tiče talasnosti napona koji na svom izlazu daje TMV0505S, prema kataloškim podacima ona iznosi 100mV_{p-p} .



Slika 10. Šema drugog dela bloka za napajanje

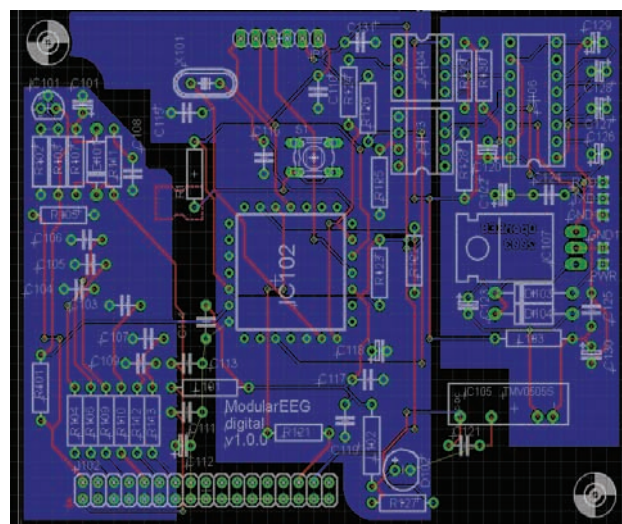
Na osnovu prethodno izloženog, ukupna vrednost talasnosti napona napajanja na izlazu DC/DC konvertora iznosi 230mV_{p-p} , tako da je pri tranzientnoj analizi na ulaz drugog dela modula za napajanje neophodno dovesti DC napon željene vrednosti 5V kod kojeg imamo prisutnu talasnost od 115mV.

Rezultati simulacije su pokazali da se na izlazu bloka za napajanje, u tačkama v_analog i v_digital dobija stabilisan jednosmerni napon od 5V.



Sl.11 prikazuje šemu bloka za napajanje za koji je odrađena tranzijentna spice analiza sa zamenskim DC/DC konvertorom izvedenim na bazi jedne primene čipa LTM8048 u cilju smanjenja talasnosti napona napajanja.

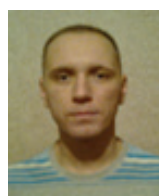
Na **Sl.12** dati su grafikoni koji prikazuju rezultate tranzijentne analize rada kola sa **Sl.11**. Na donjem grafikonu V(7805_out) dat je oblik napona napajanja na izlazu regulatora LM7805, dok preostala dva grafikona predstavljaju napon napajanja pojačavačkog modula na analognom delu uređaja i napon napajanja komponenti van bloka za napajanje na digitalnom delu uređaja (PIC mikrokontroler, digitalni RS232 transciever). Analizom karakteristika na gornjim grafikonima vidimo da najpre dolazi do rasta napona napajanja do vrednosti 5.1V, nakon čega sledi stepenasto opadanje napona do 4.92V da bismo nakon 11.5ms konačno dobili željeni stabilisan jednosmerni napon od 5V. Primenom ovog zamenskog DC/DC konvertora talasnost napona napajanja je smanjena i u ovom slučaju iznosi 180mV_{p-p}.



4. ZAKLJUČAK

Koraci u daljem radu i unapređenju opisanog merno-akvizicionog sistema bi u prvoj fazi obuhvatali praktičnu realizaciju kompletnog hardvera koji bi bio zasnovan na ovako redizajniranim modulima. Nakon izrade redizajniranog pojačavačko-pretvaračkog modula i digitalnog dela uređaja, potrebno je sprovesti odgovarajuće procedure testiranja.

- Naredni korak u cilju unapređenja mernog sistema bi obuhvatio projektovanje i praktičnu realizaciju dodatnog modula sa punjivom baterijom i elektronskim kolima za punjenje i indikaciju stanja baterije, čija uloga bi bila sekundarno ili pomoćno napajanje celog uređaja.
- ## 5. LITERATURA
- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Electroencephalography>
 - [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Event-Related_Potentials
 - [3] D. Popović, M. Popović, „Biomedicinska instrumentacija i merenja“, Nauka, Beograd, 1997.
 - [4] J. Hansmann, A. Robinson, J. Peters, Y. Vilnay, M.v.Buttlar, „The OpenEEG project“, <http://openeeeg.sf.net/>



FRAMELESS SLOTTED ALOHA PROTOKOL ZA BEŽIČNE MREŽE

FRAMELESS SLOTTED ALOHA PROTOKOL FOR WIRELESS NETWORKS

Duška Sarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu se razmatra novi distribuirani protokol za pristup fizičkom medijumu u bežičnim mrežama koji se bazira na Slotted ALOHA protokolu. Motivisan je analogijama između algoritma sukcesivnog otklanjanja interferencije i iterativnog dekodovanja u kanalu sa brisanjem. Postupak je analogan sa rateless kodovima u smislu raspodela verovatnoće kao i činjenici da je dužina rama u posmatranoj ALOHA shemi promenljiva i prilagođena tekucem procesu nadmetanja za pristup medijumu za prenos. Cilj je da se optimizuje verovatnoća sa kojom neki korisnik emituje u datom slotu (slot access probability) kako bi se dostigla rateless-like raspodela, fokusirajući se istovremeno na maksimizaciju propusnosti posmatranog protokola kao i na verovatnoću uspešnosti prijema poslanih paketa (user resolution probability).

Abstract – We propose a novel distributed random access scheme for wireless networks, based on slotted ALOHA, motivated by the analogies between successive interference cancellation (SIC) and iterative belief propagation decoding (BP) on erasure channels. The operation bears analogy with rateless codes, both in terms of probability distributions as well as to the fact that the ALOHA frame becomes fluid and adapted to the current contention process. Our aim is to optimize the slot access probability in order to achieve rateless-like distributions, focusing both on the maximization of the resolution probability of user transmissions and the throughput of the scheme.

Ključne reči: tehnike slučajnog pristupa kanalu, slotted ALOHA, rateless kodovi, sukcesivno uklanjanje interferencije

1. UVOD

Slotted Aloha (SA) je standardni protokol koji se koristi za pristup fizičkom nivou. Nakon svakog vremenskog intervala (slot), povratne informacije se šalju svim terminalima koji su pokušali da ostvare pristup medijumu. Framed Aloha (FA) predstavlja varijaciju prethodnog protokola prema kojoj su slotovi organizovani u ram. Pre početka rama svaki terminal na nezavisan i slučajan način bira jedan slot iz rama unutar koga treba da šalje paket. Na kraju rama terminal dobija povratnu informaciju o uspešnosti slanja.

Tipična pretpostavka koju koriste ALOHA protokoli jeste da je prenos uspešan samo u onim slotovima u kojima je jedan terminal pokušao da emituje paket.

NAPOMENA:

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

Očekivana propustnost klasične SA je: $T = G e^{-G}$, gde je G prosečan broj paketa čija transmisija je pokušana u jednom slotu. Maksimalna propustnost se ostvaruje za $G = 1$ i iznosi $T = 1/e \approx 0.37$.

Nedavno uvedena promena podrazumeva da kolizije unutar jednog slotu ne moraju da bude destruktivne, zato što mogu biti otklonjene korišćenjem SIC. Svaki terminal vrši prenos jednog paketa u nekoliko slotova. Svaki paket poseduje informacije o slotovima u kojima se šalju njegove replike. Ove informacije SIC može da iskoristi da ukloni replike onih paketa kloni su već uspešno poslali. Uklanjanje paketa vrši se iterativnim postupkom opisanim na Slici 1. Na ovaj način propusnost se povećava; npr u scenariju u kojem korisnik šalje dve replike paketa u slučajno izabranim slotovima propusnost dostiže vrednost $T \approx 0.55$. [1]

	slot 1	slot 2	slot 3	slot 4
user 1				
user 2				
user 3				

Slika 1. SIC algoritam primenjen nad slotted ALOHA protokolom.

Paket korisnika 2 uspešno je razrešen u slotu 4, omogućavajući na taj način skidanje njegove replike u slotu 1 i razrešenje korisnika 3 u slotu 1. Na ovaj način, razrešenje paketa korisnika 3 omogućava skidanje njegove replike paketa u slotu 3, što rezultuje razrešenjem paketa korisnika 1.

Drugo unapređenje ovog algoritma zasnovano je na sličnosti SIC algoritma sa iterativnim BP postupkom dekodovanja u kanalu sa brisanjem. To omogućava korišćenje postupaka definisanih za kodove. Dalja generalizacija FA protokola izvršena je uvođenjem slučajnog odabira broja replika od strane korisnika. Konvergencija SIC algoritma analizirana je korišćenjem *and-or-three* postupka i dobijeni su optimalni rezultati strategije slanja (u smislu maksimalne propusnosti sistema). Strategija slanja je slična *left-irregular LDPC* raspodeli i asimptotski dostiže propusnost blisku vrednosti jedan [1].

U ovom radu se opisuje mogućnost korišćenja paradigme *rateless* kodova u SA protokolu. Ideja je da se razvije slučajan način pristupa medijumu koji je analogan sa paradigmatom *rateless* kodova. Naglašavamo da pristup ne podrazumeva prostu primenu nekog tipa kodova za korekciju grešaka. Korišćenjem analogije unose se konceptulane promene u FA. Dužina rama nije *a priori*

poznata. Dodavanje novih ramova se vrši dok određeni procenat korisnika uspešno ne izvrši slanje: odavde potiče naziv *frameless* ALOHA. Posledica toga je da se i trenuci u kojima se dobijaju povratne informacije adaptivno menjaju. Rezultati dobijeni simulacijom pokazuju najveću vrednost propustnosti u poređenju sa ostalim rezultatima dostupnim u literaturi. Istovremeno, implementacija opisanog postupka nije suviše komplikovana [1].

2. FRAMELESS ALOHA PROTOKOL

2.1. Rateless kodovi

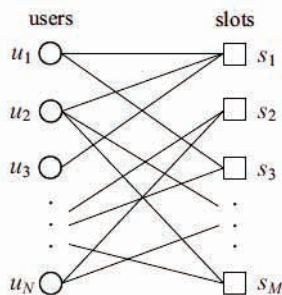
Rateless kodovi mogu da dostignu kapacitet kanala bez obzira na trenutne uslove prenosa. Osobina rateless znači da kodna brzina nije unapred zadata i da zavisi od stanja u kanalu: koder šalje nove simbole dok ne dobije povratnu informaciju da je poruka uspešno dekodovana. Osnovna grupa rateless kodova, *LT* kodovi, zasnovana je na jednostavnom procesu kodovanja: svaki simbol se formira izvođenjem *XOR* operacije nad d uniformno i nezavisno izabranih simbola.

LT kodovi podležu interpretaciji pomoću grafova, kao i iterativnom dekodovanju. Nekodovani simbol predstavljen je pomoću čvorova sa leve strane grafa, a kodovani čvorovima sa desne strane. Grane grafa opisuju način kombinovanja nekodovanih simbola u kodovane. *LT* kodovi se formiraju optimizacijom raspodele na desnoj strani (*right degree distribution*), dok leva asimptotski teži ka Poasonovoj raspodeli. [2] Nasuprot ovome, definisanjem ponašanja korisnika kod slučajnog pristupa, dozvoljeno je samo uticaj na raspodelu leve strane grafa. To uvodi nova ograničenja pri definisanju kodova sličnih *LT* kodovima a za potrebe *Slotted Alohe*.

2.2. Terminologija

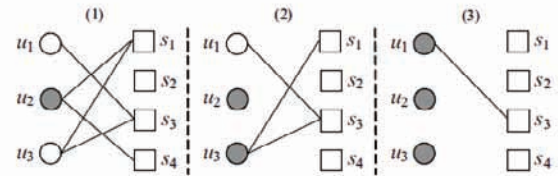
Veza između korisnika i slotova u SA pristupu može se prikazati korišćenjem grafa (Slika 2.) u kojem grane povezuju korisnike sa slotovima u kojima treba da se realizuje ponovljeni prenos. Broj grana povezanih sa nekim korisnikom u (slotom s) naziva se *user degree* $|u|$ (*slot degree* $|s|$). *User degree* i *slot degree* biraju se iz odgovarajuće raspodele $\Delta(x) = \sum_j \Delta_j x^j$ i $\Psi(x) = \sum_k \Psi_k x^k$ respektivno, gde je $\Delta_j = P[|u| = j]$ i $\Psi_k = P[|s| = k]$. Dodatno, uvodimo *edge-perspective degree* raspodelu gde je $\lambda(x) = \sum_j \lambda_j x^{j-1}$ i $\rho(x) = \sum_k \rho_k x^{k-1}$, gde je $\lambda_j (\rho_k)$ verovatnoća da je grana povezana sa korisnikom stepena j (slotom stepena k):

$$\lambda(x) = \Delta'(x)/\Delta'(1); \rho(x) = \Psi'(x)/\Psi'(1). \quad (1)$$



Slika 2. Graf Predstava slotted ALOHA sheme sa ponavljanjem

SIC algoritam, u smislu SA grafa, ima sledeći tok. Na početku, određuju se svi slotovi sa stepenom 1, dozvoljavajući raspakivanje (*resolution*) korisnika tj. korisničkih paketa koji su povezani sa ovim slotovima. Takođe je omogućena i identifikacija svih drugih grana tj. ponovljenih paketa koji su incidentni sa razrešenim korisnicima. U sledećem koraku, ove grane se brišu iz grafa što dovodi do smanjenja stepena incidentnih slotova i potencijalnih slotova sa stepenom jedan. Ovi slotovi omogućavaju razrešenje još nerazrešenih slotova. Slika 3. prikazuje izvršavanje SIC algoritma na grafu koji odgovara SA iz primera na Slici 1



Slika 3. Primena SIC algoritma na SA grafu: (1) Korisnik u_2 je razrešen na grani $u_2 - s_4$. (2) Grana incidentna korisniku u_2 je uklonjena, smanjujući stepen s_1 i time je omogućeno razrešenje korisnika u_3 putem grane $u_3 - s_1$. (3) Grana incidentna korisniku u_3 je uklonjena, smanjujući stepen s_2 i omogućujući razrešenje korisnika u_1 .

2.3. Model sistema

Mreža se sastoji od N korisnika koji se takmiče za pristup baznoj stanici (BS) (pretpostavka je da je N poznato). Kanal je podeljen na slotove jednakog trajanja. *Beacon* interval koji emituje bazna stanica označava početak nove runde, sinhronizujući korisnike na dva nivoa:

1. Svi korisnici znaju tačan početak slotu
2. Redni broj slotu postaje poznat svim korisnicima

U svakom slotu korisnik pokušava da emituje sa određenom verovatnoćom koja se naziva verovatnoća pristupa (a koja je poslata pomoću *beacona* na početku runde). Ova verovatnoća je ista za sve korisnike u jednom slotu i, uopšteno posmatrano, je zavisna od broja slotova. Runda je završena kada je broj uspešno razrešenih slotova dostigao neki unapred definisan prag. To se signalizira emitovanjem sledećeg *beacona* koji u sebi sadrži informacije o slotovima koji su uspešno razrešeni i koji označava početak sledeće runde.

Pretpostavlja se da je verovatnoća pristupa kanalu p_m koja odgovara slotu s_m :

$$p_m = \frac{G_m}{N}, \quad (2)$$

gde G_m predstavlja očekivani *degree* slotu s_m . Stvarni *degree* slotu s_m je dat binomijalnom raspodelom, koja se za vrednosti N i G_m koje se koriste u radu može aproksimirati Poasonovom raspodelom. Može se pokazati da za Poasonovu raspodelu važi:

$$P[|s_m| = k] \approx \frac{G_m^k}{k!} e^{-G_m} = \psi_{mk} \quad (3)$$

Degree raspodela slotu s_m je jednaka:

$$\psi_m(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \psi_{mk} x^k = e^{-G_m} (1-x)^{-G_m} \quad (4)$$

Slot degree je slična LT , ali zbog određenih ograničenja ne može direktno da se optimizuje na način opisan u [3], nego implicitno kontrolisanjem verovatnoće s_m (a samim tim i G_m) kao što je opisano u Odeljku Rezultati. Pretpostavimo da runda sadrži ukupno M slotova. Prosečna *slot degree* raspodela i prosečan *slot degree* tada iznose:

$$\psi(x) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \psi_m(x) \quad (5)$$

$$G = \psi'(1) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M G_m \quad (6)$$

User degree raspodela $A(x)$ je takođe Poasonova, čija očekivana vrednost zavisi od ukupnog broja slotova M i prosečnog *slot degree*. Kako bi svi korisnici bili razrešeni, ukupan broj slotova mora biti veći ili jednak od ukupnog broja korisnika, tj $M = (1 + \varepsilon)N$, gde $\varepsilon \geq 0$ predstavlja dodatni broj slotova u poređenju sa idealnim slučajem u kojem je $M = N$. Ako sa D označimo prosečan *user degree* i iskoristimo relaciju $D \cdot N = G \cdot M$, $A(x)$ se računa kao:

$$A(x) = e^{-D(1-x)} = e^{-(1+\varepsilon)G(1-x)} \quad (7)$$

Glavni parametri kada su performanse u pitanju su verovatnoća razrešenja korisnika P_R i propustnost T koji se računju na sledeći način:

$$T = \frac{P_R}{M/N} = \frac{P_R}{1 + \varepsilon} \quad (8)$$

Propusnost predstavlja stepen efikasnosti korišćenja slotova.

Takođe se primećuje da su P_R i T funkcije $\psi(x)$ i ε .

2.4. Analiza konvergencije SIC algoritma primenom *and-or tree* tehnike

Gornja granica za P_R može da se odredi korišćenjem opažanja prema kojem korisnik koji uopšte ne pokuša da emituje ostaje nerazrešen. Verovatnoća da korisnik u ne emituje u toku M uzastopnih slotova iznosi:

$$P[|u_n| = 0] = A_0 = e^{-(1+\varepsilon)G} \quad (9)$$

Prema tome važi:

$$P_R \leq 1 - A_0 = e^{-(1+\varepsilon)G} = P_{UB} \quad (10)$$

gde je $M = (1 + \varepsilon)N$. Može da se pokaže da ova granica predstavlja poseban slučaj granica koja je izvedena u [4]. Iz izraza (10) može da se zaključi da sa povećanjem prosečnog *slot degree*, G i/ili ε dolazi do smanjenja $P[|u_n| = 0]$. Ako je P_R fiksirano na $P_R = 1 - \delta$, dobije se:

$$G \geq -\frac{\ln \delta}{(1+\varepsilon)} \quad (11)$$

Razmatrajmo slot s_m sa *degree* raspodelom $\psi_m(x) = e^{-G_m(1-x)}$. Verovatnoća da se u slotu s_m ne emituje iznosi $P[|s_m| = 0] = e^{-G_m}$. Slično kao i ranije sa povećanjem očekivanog *degree* G_m verovatnoća neemitovanja u slotu s_m se smanjuje. Međutim, sa povećanjem G_m verovatnoća da slot s_m ima neki manji *degree* se takođe smanjuje, što može značajno da utiče na napredak SIC algoritma.

And-or-tree analiza može da se iskoristi za procenu P_R u svakoj iteraciji SIC algoritma. Označimo sa $q_i(\eta)$ prosečnu verovatnoću da čvor u grafu koji odgovara korisniku (slotu) preživi i -tu iteraciju. Koristeći jednačine (1), (5) i (7) može da se pokaže da važi:

$$q_i = \lambda(\eta_i - 1) = e^{-(1+\varepsilon)G(1-\eta_i)} \quad (12)$$

$$\eta_i = 1 - \rho(1 - q_i) = 1 - \frac{1}{\varepsilon N} \sum_{m=1}^M G_m e^{-G_m q_i} \quad (13)$$

Očekivana verovatnoća da će korisnik biti razrešen posle i -te iteracije iznosi $P_R = 1 - q_i$. Menjanjem M u jednačinama (6), (12) i (13) dobija se vrednost P_R za promenljiv broj slotova, pokazujući očekivano ponašanje opisanog pristupa kada dužina runde nije unapred određena.

Najjednostavniji slučaj je kada je G_m konstanto i jednako za sve slotove s_m , tj $G_m = \beta, 1 \leq m \leq M$. U ovom slučaju svi slotovi imaju istu *degree* raspodelu $\psi(x) = \psi_m(x) = e^{-(1-x)\beta}, 1 \leq m \leq M$, dok *user degree* raspodela iznosi $A(x) = e^{-(1+\varepsilon)\beta(1-x)}$. Takođe odgovorajući izraz za η_i ima jednostavniji oblik: $\eta_i = 1 - e^{-\beta q_i}$. [3]

3. REZULTATI

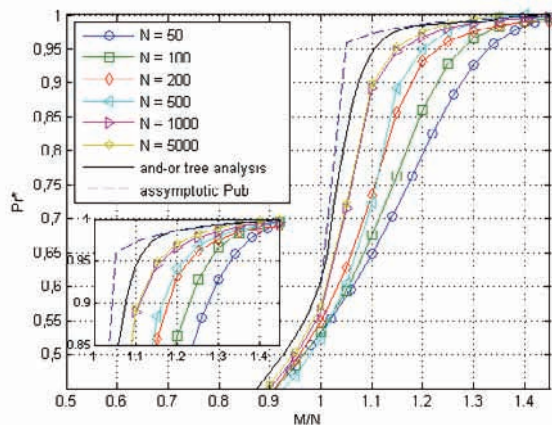
U ovom odeljku su predstavljeni rezultati dobijeni korišćenjem *and-or-tree* analize kao i simulacija, koji su implementirani u Matlab softverskom alatu. Rezultati su predstavljani za najjednostavniji slučaj sa konstantnim očekivanim *slot degree*, jer ovakva strategija zahteva najmanju koordinaciju između korisnika. Pokušavamo da ustanovimo optimalan *degree* β^* , za koji se dobijaju maksimalne vrednosti P_R i T , označene sa P_R^* i T^* . Svaki slučaj optimizacije je sproveden za fiksirano M/N . Odnos M/N se menja u različitim eksperimentalnim slučajevima.

Simulacije su vršene za vrednosti broja korisnika: $N = \{50, 100, 500, 1000, 5000\}$. Svi rezultati su dobijeni uprosečavanjem 1000 simulacija za svako M/N od interesa. Simulacije su vršene samo za MAC nivo, apstrahujući probleme koji se javljaju na fizičkom nivou kao što je opisano u [3]. SIC algoritam je implementiran korišćenjem standardnog BP dekodera za kanale sa brisanjem.

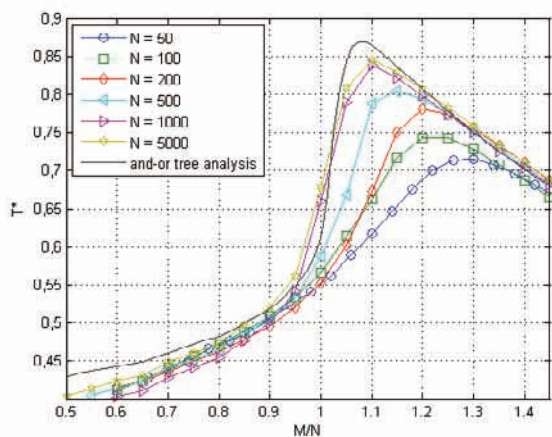
Na Slici 4. predstavljeno je P_R^* u funkciji od M/N . Sa povećanjem broja korisnika N , P_R^* se približava asimptotskoj vrednosti koja je dobijena *and-or-tree* analizom. Takođe P_R^* se naglo povećava kada odnos M/N pređe vrednost praga. Vrednost ovog praga približava se 1 sa povećanjem broja korisnika N . Sa povećanjem M/N P_R^* dolazi u zasićenje i dostiže gornju granicu koja je data formulom (10). P_{UB} se računa za β^* koje je dobijeno *and-or-tree* analizom (odnosno njegova gornja vrednost).

Na Slici 5. je prikazana propustnost T^* koja odgovara P_R^* datoj na Slici 4, tj. maksimalnoj propustnosti koja je dobijena za dato β^* i M/N .

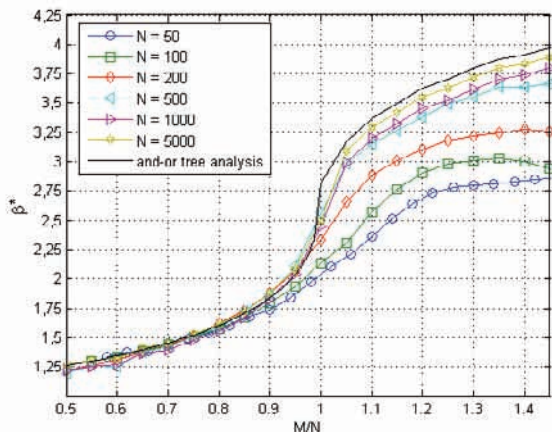
U početku, sa porastom M/N , performanse T^* prate performanse P_R^* i dostižu maksimalnu vrednost nedugo nakon što odnos M/N pređe vrednost 1. Kako M/N dalje raste, T^* počinje da opada s obzirom da dolazi do zasićenja P_R sa porastom M/N .



Slika 4. Maksimalna verovatnoća razrešenja korisnika P_R^* u funkciji M/N

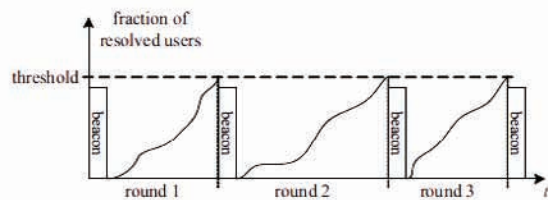


Slika 5. Maksimalna propusnost T^* u funkciji M/N



Slika 6. Oprimalan stepen β^* koji daje maksimalnu verovatnoću razrešenja korisnika P_R^* u funkciji M/N

U odeljku Rezultati, gde je variranje odnosa M/N implicitno nagašeno, istraživali smo strategiju za maksimizaciju prosečne propusnosti kada dužina rama (period nadmetanja za pristup kanalu, runda) nije unapred poznata, kao što je predstavljeno na Slici 7. Runda za nadmetanjem za pristup kanalu traje dok broj razrešenih korisnika ne dostigne predefinisani prag, koji predstavlja P_R koji maksimizuje T . Verovatnoća pristupa slotu je izabrana u skladu sa β koje odgovara P_R i T .



Slika 7. Nadmetanje stanica za pristup kanalu s promenljivom dužinom rama

4. ZAKLJUČAK

U radu je implementiran SIC algoritam nad predloženom SA shemom sa ciljem maksimizacije razrešenja korisnika kako bi se dobila optimalna raspodela emitovanja po slotovima (*slot access probability*), a time i maksimizovala propusna moć predložene sheme. Rezultati dobijeni simulacijama poređeni su primenom *and-or tree* tehnike dekodovanja u kanalu sa brisanjem. Dobijeni rezultati predstavljaju dobru polaznu osnovu prilikom dizajniranja i dimenzionisanja jednog ovakvog RA sistema. Rezultati dobijeni simulacijom pokazuju najveću vrednost propusnosti u poređenju sa ostalim rezultatima dostupnim u literaturi.

Ispitivanje performansi predložene sheme za koju su dobijeni rezultati je vršeno obazirući se samo na MAC nivo posmatranja. Pri tome su uvedene pretpostavke da je dovoljan prisutni odnos signal šum sa zanemarljivom verovatnoćom greške prilikom dekodovanja, kao i da imamo idealnu estimaciju kanala.

5. LITERATURA

- [1] Č.Stefanović, P.Popovski, D.Vukobratović, "Frameless ALOHA Protocol for Wireless Networks", IEEE Communications Letters, 2012.
- [2] G. Joshi, J.B.Rhim, J.Suhn, Da Wang, "Fountain Codes", 2010
- [3] G. Liva, "Graph-Based Analysis and Optimization of Contention Resolution Diversity Slotted ALOHA," IEEE Trans.Comm., vol. 59, no. 2, pp. 477–487, Feb. 2011
- [4] G. Liva, "Graph-Based Random Access for the Collision Channel without Feed-Back: Capacity Bound", in IEEE Globecom, Houston, USA 2011
- [5] H. Chi Bui, J. Lacan and M.L. Boucheret, "Multi-slot Coded ALOHA with Irregular Degree Distribution" University of Toulouse, 2012
- [6] Christian Kissling, "Performance Enhancements for Asynchronous Random Access Protocols over Satellite", IEEE Transactions on Communications, 2011
- [7] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks", vol. 4, str. 239-259, 2003

Kratka biografija:



Duška Sarić rođena je u Foči 1989. god. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije, odbranila je 2013.god.

MODIFIKOVANI VIŠEFAZNI ALGORITAM ZA PODELU GRAFOVA MODIFIED MULTILEVEL GRAPH PARTITIONING ALGORITHM

Branko Plavšić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad predstavlja jednu implementaciju algoritma za podelu grafa na particije, pri čemu je potrebno da povezanost između particija bude minimalna. Podela se vrši pomoću Modifikovanog višefaznog algoritma za podelu grafova. Za ukupnjavanje grafova primenjuje se Heavy Clique Matching (HCM) algoritam, u fazi inicijalne podele primenjuje se Greedy Graph Growing Partitioning (GGGP) algoritam, u fazi finije preraspodele primenjuje se Kernighan – Lin (KL) algoritam. Algoritam je testiran na grafovima koji predstavljaju model podataka realnih elektroenergetskih mreža.

Abstract – This work presents an implementation of the graph partitioning algorithm so that there are as fewer connections between partitions as possible. The partitioning is performed with Modified multilevel graph partitioning algorithm. In coarsening phase implements a Heavy Clique Matching (HCM) algorithm, in Initial partitioning phase Greedy Graph Growing Partitioning (GGGP) algorithm, in Uncoarsening phase a Kernighan – Lin (KL) algorithm. The algorithm was tested on graphs which represent the data model in real electricity networks.

Ključne reči: Podela grafova, Višefazna podela grafa, HCM algoritam, GGGP algoritam, KL algoritam.

1. UVOD

Podela grafa je jedan od fundamentalnih problema kombinatorne optimizacije koji se primenjuje u računarskim naukama. Za podelu grafa se koriste opšti kao i specijalizovani algoritmi. Algoritmi za podelu grafova imaju primenu u brojnim sistemima gde je u cilju optimizacije rada potrebno izvršiti podelu na podsisteme. U većini sistema postoje međusobno spregnuti elementi koje je potrebno razvrstati u grupe tako da u svakoj grupi budu elementi koji su povezani čvrstim vezama. U idealnom slučaju problem je trivijalan, ali praktični problemi su složeniji jer se nameće ograničenje na veličinu grupe i tada se kod svake moguće raspodele elemenata pojavljuju veze između grupa. Time se postupak podele postavlja kao optimizacioni problem gde je potrebno odrediti odgovarajuću podelu. Problemi podele grafa se mogu odnositi na različite tipove grafova, pa se u skladu sa tim vrši izbor algoritama za podelu. U okviru ovog rada će se razmatrati težinski grafovi kod kojih se težine pridružuju i čvorovima i granama [1].

NAPOMENA:

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

2. TEORIJA GRAFOVA

Kombinatorika sa teorijom grafova je jedna od najstarijih oblasti matematike koja je našla primenu u računarskim mrežama, saobraćaju, itd.

Modeli distributivne elektroenergetske mreže, koji su predmet razmatranja u ovom radu, su opisani grafom $G=(V,E)$ koji se sastoji od čvorova (V) i grana (E). Problem podele grafa se bazira na podeli neorijentisanog grafa sa čvorovima i granama koji imaju određene težine. Pojedini čvorovi grafa predstavljaju grupisane elemente mreže (zajedno korišćene u elektroenergetskim proračunima) i kao takve ih je potrebno razvrstati i podeliti u određene particije. Veze između pojedinih elemenata koji su dodeljeni različitim čvorovima se predstavljaju granom između dodeljenih im čvorova. Dva čvora mogu biti povezana sa više grana. U tom slučaju ove grane se prikazuju kao jedna grana, a broj grana koje ona predstavlja se definiše kao njena težina. Težina čvora je određena stepenom kompleksnosti analitičkih elektroenergetskih proračuna koja se dodeljuje grupi elektroenergetskih elemenata čija je reprezentacija navedeni čvor. Dobra aproksimacija kompleksnosti elektroenergetskih proračuna za pojedini čvor je broj elemenata koji mu je pridružen [1].

3. PODELA GRAFA

Svaki čvor je određen svojim identifikacionim brojem, a od informacija sadrži listu susednih čvorova, listu grana preko koje je povezan sa susednim čvorom, kao i ID particije kojoj čvor pripada. Grane koje povezuju čvorove definisane su svojim identifikacionim brojem, težinom grane, i informacijom o čvorovima koje povezuje. Potrebno je podeliti čvorove na unapred zadati broj particija (delova) u cilju paralelizacije proračuna nad velikim modelima podataka. Kako bi se particije optimalno kreirale definiše se odgovarajući kriterijum optimalnosti.

3.1. Kriterijum optimalnosti

Čvorove je potrebno podeliti na definisani broj particija tako da njihova povezanost unutar particije bude maksimalna, a pri tom da veličina particije ne prelazi maksimalnu dozvoljenu veličinu particije. Maksimalna povezanost unutar particije ujedno znači i minimalnu povezanost između particija. Veličina particije (VP_i) se definiše kao suma težina svih čvorova ($VČ$) koji u nju ulaze: [1]

$$VP_i = \sum_{j \in \pi_i} VČ_j \quad (1)$$

Ograničenje u vidu maksimalne dozvoljene veličine particije (MDV) je:

$$MDV = (1 + \varepsilon) \cdot \frac{1}{n_{part}} \sum_{\pi_i} VP_i \quad (2)$$

gde je:

n_{part} - željeni broj particija

ε - tolerancija odstupanja od srednje veličine particije, koja ima vrednost iz intervala

$$\varepsilon \in \left[0, \frac{(n_{part} - 1)}{n_{part}} \right] \quad (3)$$

Kriterijum optimalnosti je:

$$F = \max_{part} \sum f_{part} \quad (4)$$

gde je:

$$f_{part} = \sum_{p,q \in P_k} CM_{p,q} \quad (5)$$

- f_{part} - funkcija definisana za svaku particiju P_k , pri čemu su čvorovi p i q raspoređeni u particiju P_k .
- $CM_{p,q}$ - kvadratna simetrična matrica povezanosti čvorova čiji elementi predstavljaju broj veza između čvorova p i q .

U cilju balansiranosti particija definisano ograničenje je formulisano na sledeći način (VP_k - veličina particije k) [1]:

$$VP_k \leq MDV, \forall k \in \{1, 2, \dots, n_{part}\} \quad (6)$$

4. VIŠEFAZNI ALGORITAM ZA PRERASPODELU GRAFOVA

Osnovna struktura višefaznog algoritma za preraspodelu grafova je veoma jednostavna. Višefazna podela grafa se sastoji iz tri faze. U prvoj fazi se vrši ukupnjavanje grafa, jer samim tim se dobija manji graf pa i manji prostor dopustivih rešenja. Druga faza se zasniva na tome da se dobijeni ukupnjeni graf deli na određeni broj particija koje imaju približno istu težinu čvorova. Nastoji se da težina grana između tih particija bude što manja. U trećoj fazi dobijene particije se usitnjavaju do početnog grafa. Nakon toga se vrši finija preraspodela čvorova između particija, u cilju dobijanja sto manje povezanosti između particija [2].

4.1. Faza ukupnjavanja

U toku faze ukupnjavanja stvara se niz manjih grafova sa svojim čvorovima. Ukupnjavanje grafova može se izvesti na nekoliko načina. U većini metoda ukupnjavanja skup čvorova se kombinuje, tako da se od tog skupa čvorova formira jedan čvor. Na jednom nivou se primenjuje ukupnjavanje 2 ili više čvorova na sve neuparene čvorove koje je moguće upariti.

Broj nivoa zavisi od veličine početnog grafa, pa se u slučaju velikih grafova (preko 100000 čvorova) ukupnjavanje zaustavlja na nekoliko desetina čvorova. Da bi ukupnjeni graf dobro reprezentovao originalni graf, težina ukupnjenog čvora je jednaka sumi težina čvorova koji su se izgubili. U slučaju kada između dva

čvorova postoji više grana, težina tih grana se sabira i formira se jedna grana sa tom težinom [1].

4.1.1. HCM algoritam

HCM algoritam povezuje čvorove koji imaju najveću gustinu grana. Na slučajan način se izabere jedan neukrupnjeni čvor. Nakon toga se računa gustina grana za svaki njemu susedni čvor i povezuje se čvor sa najvećom gustinom grana. [2]

Gustina grana se računa pomoću formule:

$$\frac{2 \cdot (ce(u) + ce(v) + e\omega(u, v))}{(v\omega(u) + v\omega(v)) \cdot (v\omega(u) + v\omega(v) + 1)} \quad (7)$$

u - čvor koji je izabran na slučajan način

v - susedan čvor od u

$ce(u)$ - suma težina grana koje sadrže čvor u

$ce(v)$ - suma težina grana koje sadrže čvor v

$e\omega(u, v)$ - suma težina grana između čvorova u i v

$v\omega(u)$ - težina čvora u

$v\omega(v)$ - težina čvora v

4.2. Faza inicijalne podele

U ovoj fazi neophodno je poslednje ukupnjeni graf podeliti na određeni broj particija koje će imati što sličniji zbir težina čvorova, odnosno zbir težina čvorova ne sme prelaziti najveću dozvoljenu težinu za particiju (MDV) i što manju težinu grana između njih.[3]

4.2.1. GGGP algoritam

Ovim algoritmom se na slučajan način izabere jedan čvor i smesti se u particiju, zatim se računa poboljšanje g_{ab} (11) za susedne čvorove. Čvor za koji se dobija najbolje poboljšanje se ubacuje u particiju. Nakon toga se ažurira poboljšanje za sve čvorove koji su susedni sa prebačenim čvorom. Postupak se ponavlja dok se ne dobije željena veličina particije, i tako za svaku particiju [3].

Za čvor koji pripada particiji $v_a \in \pi_a$ definiše se parametar *spoljašnje veze* S_a kao:

$$S_a = \sum_{v_y \in \pi_b} e_{ay} \quad (8)$$

i *unutrašnje veze* U_a kao:

$$U_a = \sum_{v_x \in \pi_a} e_{ax} \quad (9)$$

e_{ab} - grana između čvorova v_a i v_b .

Nakon toga se za svaki čvor v_x definiše parametar *dobit* D_x kao razlika između spoljašnjih i unutrašnjih veza.

$$D_x = S_x - U_x \quad (10)$$

Poboljšanje g_{ab} se računa po formuli: [1]

$$g_{ab} = D_a - D_b - e_{ab} \quad (11)$$

4.3 Faza finije preraspodele

Nakon faze ukupnjavanja, broj čvorova grafa se smanjio, pomoću faze finije preraspodele graf se usitnjava i

vraćaju se čvorovi koji su tokom ukupnjavanja nestali. Čvor koji je nestao prilikom ukupnjavanja se pripaja particiji u kojoj se nalazi čvor sa kojim je bio uparen. Posle vraćanja svakog čvora proverava se da li se zamenom čvorova može doći do boljeg rešenja [1].

4.3.1 KL algoritam

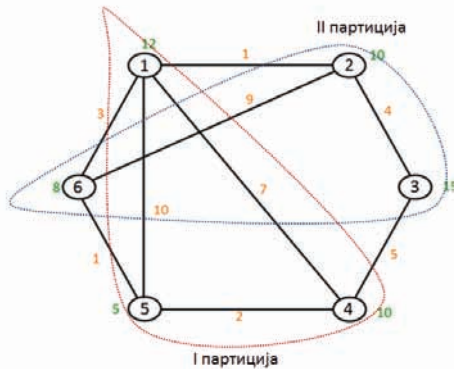
KL algoritam je jedan od najčešće korišćenih algoritama za preraspodelu čvorova između dve particije. Ideja je da se pronađu čvorovi čijom bi se razmenom smanjio broj presečnih grana između čvorova koji se nalaze u različitim particijama. [4] Polazi se od skupa čvorova $V = \{v_1, v_2, \dots, v_{2n}\}$ koji su inicijalno raspoređeni u particije π_A i π_B . Zadatak je pronaći podskupove čvorova $X \subset \pi_A$ i $Y \subset \pi_B$ čijom će se razmenom dobiti particije π_A^* i π_B^*

$$\pi_A^* = \pi_A + Y - X \quad \pi_B^* = \pi_B + X - Y \quad (12)$$

Particije π_A^* i π_B^* su takve da je zbir presečnih grana između particija minimalan, tj. da se ne mogu pronaći čvorovi iz particija π_A^* i π_B^* čijom bi se razmenom smanjio broj presečnih grana, uz zadovoljenje ograničenja o veličini particija. Ako se dva čvora razmenjuju, parametar *poboljšanje* g_{ab} se računa po formuli (11). [1]

5. REALIZACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA ZADATKA

Programsko rešenje zadatka je realizovano programskim jezikom C# uz oslonac na razvojno okruženje Microsoft Visual Studio 2010.



Slika 1: Primer grafa podeljenog na dve grupe

5.1 Učitavanje i formiranje grafa

Graf se formira učitavanjem dva fajla. Fajl „cvorovi.txt“ opisuje čvorove grafa, dok fajl „grane.txt“ opisuje grane grafa. U fajlu sa čvorovima svaki red predstavlja ID čvora i u tom redu se nalazi težina tog čvora.

Kod grana takođe svaki red predstavlja ID grane, ali se u njemu nalaze tri broja koja su odvojena separatorom.

Prvi broj predstavlja težinu grane, a druga dva ID čvorova koje ta grana povezuje. Pri učitavanju fajla kreiraju se objekti tipa *Cvor*, *Grana* i *Graf*.

Zadatak je podeliti graf u n_{part} grupe, takvih da su težine veza između grupa minimalne, a zbrovi težina veza unutar grupa maksimalni. Ograničenje je maksimalna dozvoljena vrednost zbira težina čvorova u okviru jedne grupe (MDV) (6).

5.2 Realizacija višefaznog algoritma za preraspodelu grafova

Početni graf $G = (V, E)$ koji se sastoji iz skupa čvorova $V = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$ i grana $E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$, se transformiše u manje grafove $G_1, G_2, \dots, G_m$ za koje važi da je $|V| > |V_1| > |V_2| > \dots > |V_m|$ (pri čemu je sa $|V|$ označen broj čvorova) [2].

Kod ukupnjavanja grafa, na slučajan način se bira jedan čvor iz grafa. Nakon toga se računa gustina grana (11) za svaki njemu susedni čvor i povezuje se čvor sa najvećom gustinom grana. Kada se izabere i čvor sa kojim treba da se upari, ID čvora se preuzima od prvog čvora (koji je izabran na slučajan način), težine im se sabiraju, a u posebnoj mapi se čuvaju podaci o tome koji su čvorovi upareni kako bi se mogli istim redom vratiti prilikom faze finije preraspodele. Ako je neka grana bila povezana sa obrisanim čvorom, stavlja se da je povezana sa čvorom koji ga je obrisao. Proverava se da li postoji više od jedne grane koja povezuje dva ista čvora. Ako postoji, sabiraju im se težine, ID se uzima od prve grane, a druga grana se stavlja u mapu zajedno sa podacima o tome kojoj sad grani pripada. Ukupnjavanje grafa je završeno ukoliko se broj čvorova smanji do minimalnog dozvoljenog broja (koji se unapred zadaje).

U drugoj fazi algoritma, na slučajan način se bira čvor iz ukupnjenog grafa i odmah se smešta u prvu particiju. Zatim se računa *poboljšanje* g_{ab} (11) za susedne čvorove. Čvor za koji se dobije najbolje poboljšanje se ubacuje u particiju. Nakon toga se ažurira poboljšanje za sve čvorove koji su susedni sa particionisanim čvorovima. Postupak se ponavlja dok se svi čvorovi ne smeste u particije. Nijedna particija ne sme da prelazi maksimalnu dozvoljenu vrednost (MDV), koja predstavlja prosečnu težinu particija. Ako bi ubacivanjem čvora u particiju, ukupna težina particije bila veća od MDV particije, taj čvor bi se onda smestio u narednu particiju. Čvorovi koji nemaju susedne čvorove smeštaju se prvo u particije sa manjim težinama.

Nakon inicijalne podele dobija se ukupnjeni graf koji je podeljen na određeni broj particija. Finijom preraspodelom se iz mape uzima po jedan čvor koji je nestao prilikom ukupnjavanja. Taj čvor se vraća u graf, u particiju u kojoj je čvor sa kojim je uparen. Težine ta dva čvora se vraćaju na one vrednosti kao što su bile pre razdvajanja. Takođe, grane koje su povezivale ova dva čvora se preuzimaju iz mape i vraćaju u graf. Grane koje su povezivale obrisan čvor sa ostalim čvorovima iz grafa su nakon faze ukupnjavanja bile povezane sa čvorom sa kojim je uparen. U sledećem koraku povezanost između čvorova se svodi na prvobitno stanje pre faze ukupnjavanja. Kada se graf usitni na originalni broj čvorova, izvršava se KL algoritam u cilju poboljšavanja rezultata. Računa se ukupna težina grana između particija,

kao i dobit svakog čvora D_x (10). Dobit čvora predstavlja broj za koliko bi se smanjio zbir težina grana između particija ukoliko bi se taj čvor prebacio iz particije u kojoj se nalazi u drugu particiju. Između čvorova sa najvećom dobiti particija računa se poboljšanje g_{ab} (11). Ako je g_{ab} pozitivno, to znači da će se prilikom zamena čvorova između particija smanjiti težina grana, a ukoliko je negativno težina grana će se povećati. Posle svakog prebacivanja čvora, dobiti se ažuriraju.

6. REZULTATI TESTIRANJA

Programsko rešenje zadatka je realizovano programskim jezikom C# uz oslonac na razvojno okruženje Microsoft Visual Studio 2010.

Testiranje algoritma vršeno je na računaru sa Intel Corei3 procesorom na 2.13 GHz i 3 GB RAM memorije. Analizirani su rezultati prosečnih vrednosti težina grana između particija i vremena izvršavanja.

Vreme izvršavanja algoritma prikazano je u milisekundama.

Kao test modeli korišćeni su realni modeli elektroenergetskih mreža, čije karakteristike su prikazane u tabeli 1:

Tabela 1: Modeli elektonergetskih mreža

Model mreže	Broj čvorova	Broj grana
x54	54	44
x63	63	52
x106	106	52
x206	206	286
x5	315	260

Rađena su testiranja sa 100 ponavljanja za svaku od kombinacija parametara.

Parametri su:

- broj particija: 2, 4, 6, 8
- broj ukupnjavanja čvorova: 5, 10
- stepen tolerancije: 0.1, 0.2, 0.3
- broj ponavljanja: 100

U tabeli 2 su prikazane prosečne vrednosti težina grana unutar particija kao i prosečno vreme izvršavanja.

Na osnovu rezultata iz tabele, može se zaključiti da u svim primerima algoritam najbolji rezultat daje pri podeli na 2 particije kada je povezanost unutar particija najveća, kao i brzina izvođenja je najbolja.

Što je veći broj particija, veća je brzina izvođenja.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisana podela grafa pomoću višefaznog algoritma za podelu grafa. Analizirani su rezultati dobijeni na test grafa.

Nakon analiziranja rezultata utvrđeno je da algoritam daje najbolje rezultate prilikom podele na manji broj particija. Algoritam se izvršava veoma brzo. Sa porastom broja particija, povećava se i vreme izvršavanja. Rezultati su pokazali, da se sa porastom broja ukupljenih čvorova dobijaju bolja rešenja.

Tabela 2: Prosečne težine grana unutar particija i prosečno vreme izvršavanja (u sekundama)

Model mreže	Part	Vreme izvršavanja (миллисекунд)	MLA
x54	2	0.004	391
	4	0,005	378
	6	0,008	363
	8	0,009	350
x63	2	0.006	471
	4	0.008	459
	6	0.17	439
	8	0.24	423
x106	2	0.1	156
	4	0.15	142
	6	0.18	134
	8	0.2	128
x206	2	0.25	899
	4	0.60	835
	6	0.82	780
	8	0.91	762
5x	2	0.4	2450
	4	0.7	2438
	6	0.89	2420
	8	0.99	2370

8. LITERATURA

[1] Čapko Darko: „Optimalna podela velikih modela u okviru nadzorno – upravljačkih elektroenergetskih sistema“, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2012

[2] Henderson, B., Leland, R.: A Multilevel Algorithm for Partitioning Graphs, Proceedings of ACM/IEEE conference on Supercomputing, San Diego, 1995.

[3] N. L. Biggs, E. K. Lloyd and R. J. Wilson. “Graph Theory” 1736-1936. Clarendon Press, Oxford 1976
Karypis, G., Kumar, V.: A fast and high quality multilevel scheme for partitioning irregular graphs. SIAM Journal of Scientific Computing, Vol.20, No.1, pp. 359-392, 1998

[4] Shantanu Dutt: “New faster Kernighna – Lin Type Graph Partitioning Algorithms“, Department of Electrical Engineering, University of Minneapolis, MN 55455

9. BIOGRAFIJA



Branko Plavšić rođen je 25.10.1986. godine u Vrbasu. Osnovnu školu je pohađao u Ravnom Selu. Nakon završetka osnovne škole upisuje ETŠ “Mihajlo Pupin” u Novom Sadu, smer Elektrotehničar računara, koju završava 2005. godine i iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika, usmerenje Automatika i upravljanje sistemima.

DISTRIBUIRANI SISTEM ZA PODELU I VIZUELIZACIJU MODELA DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

DISTRIBUTED SYSTEM FOR PARTITIONING AND VISUALIZATION OF DMS NETWORK MODEL

Dušan Lukač, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana primena Force Directed algoritma i softverskog paketa Metis za podelu modela elektroenergetske mreže. Na taj način se omogućava distribuirana obrada podataka DMS sistema. Rezultati podele se vizuelno predstavljaju korisniku i time se postiže jednostavnija analiza rezultata podele.

Abstract – This paper describes the usage of Force Directed algorithm and software package Metis for power network partitioning. In this way we get a distributed data processing of DMS system. The results are visually represents the user and thereby it offers simpler system analysis.

Ključne reči: Topologija DMS mreže, podela grafova, vizuelizacija DMS mreže, Force Directed algoritam

1. UVOD

Velike elektroenergetske mreže zahtevaju veliki memorijski prostor za skladištenje podataka, kao i snažan računar za njihovu obradu. Budući da je broj procesora i njihov memorijski kapacitet unapred određen i ograničen, ideja je da se mreža podeli na delove (grupe) i da se podaci iz svake grupe obrađuju na posebnom računaru. Na taj način se umesto centralizovane dobija distribuirana obrada, što usložnjava implementaciju ali smanjuje cenu hardvera zbog upotrebe više jeftinih računara umesto skupog superračunara. Maksimalna iskorišćenost se dobija raspodelom delova mreže tako da svaki računar (procesor) koji obrađuje podatke ima podjednako opterećenje (memorijsko zauzeće i angažovanost procesora).

U ovom radu je opisana podela i vizuelizacija (preko korisničkog interfejsa) grafa koji predstavlja model elektroenergetske mreže. Upotrebom softverskog paketa Metis [1] graf se deli na unapred zadati broj grupa (delova mreže korišćenih u toku jednog proračuna određene energetske funkcije) koje se mogu rasporediti na više računara u cilju efikasnije obrade podataka i lakšeg pregleda elemenata mreže.

U radu je opisana raspodela elemenata modela grafa Force Directed algoritmom. Dobijeni rezultati su analizirani i predstavljeni grafom na korisničkom interfejsu.

2. PREDSTAVLJANJE GRAFA

Graf modeluje elektroenergetsku distributivnu mrežu sa svim električnim elementima koji je opisuju. Predstavljen je skupom čvorova (V) i skupom grana (E). Svaka od grana povezuje dva čvora. Graf može biti definisan pomoću relacija između čvorova i grana (slika 1):

$G = (V, E)$ graf

$V = \{v_1, v_2 \dots v_n\}$ težine čvorova

$E = \{e_1, e_2 \dots e_m\}$ težine grana

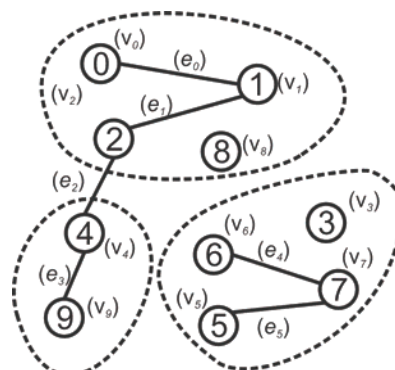
$e_i = (V_j, V_k)$ veza između dva čvora

Pre samog iscrtavanja je potrebno podeliti graf G u M grupa (slika 1), takvih da su težine veza između grupa minimalne, a zbrovi težina veza unutar grupa (particija) maksimalni.

Ovaj rad se bavi korisničkim intrefejсом koji iscrta graf zadovoljavajući određene kako funkcionalne tako i estetske kriterijume (minimizacija potrebnog prostora za iscrtavanje, uniformna dužina veza, ravnomerna raspoređenost čvorova po radnoj površini, broj preklapanja čvorova i preseka veza svesti na minimum).

Električni elementi u DMS mreži (transformatori, prekidači itd.) mogu se prikazati kao grane grafa, a terminali električne opreme kao čvorovi. Topološke oblasti, koje predstavljaju skup međusobno povezanih elemenata, možemo predstaviti grafom.

Dva elementa su povezana ako se sukcesivnim kretanjem preko njihovih susednih elemenata, može doći od jednog do drugog, a da se pri tome ne pređe preko otvorenog elementa (rasklopne opreme).



Slika 1. Primer grafa podeljenog u tri grupe

3. ARHITEKTURA SISTEMA

Realizovana aplikacija ima arhitekturu distribuiranog sistema, slika 2. Klijentska strana celokupan sistem doživljava kao jednu skladnu celinu. Nakon pokretanja klijentskog dela aplikacije prvo je potrebno da se sa

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

centralnog servera prebace podaci ka klijentu (čvorovi). Kada su podaci prebačeni primenjuje se Force Directed algoritam i vrši se prikaz dobijenih rezultata.

Serverska strana se sastoji iz dva sloja-a. Prvi sloj predstavlja centralni server ili data server i on komunicira sa klijentskim aplikacijama (sa korisničkim interfejsom) i jedinicama (računarima) za obradu podataka koje se nalaze u drugom sloju.

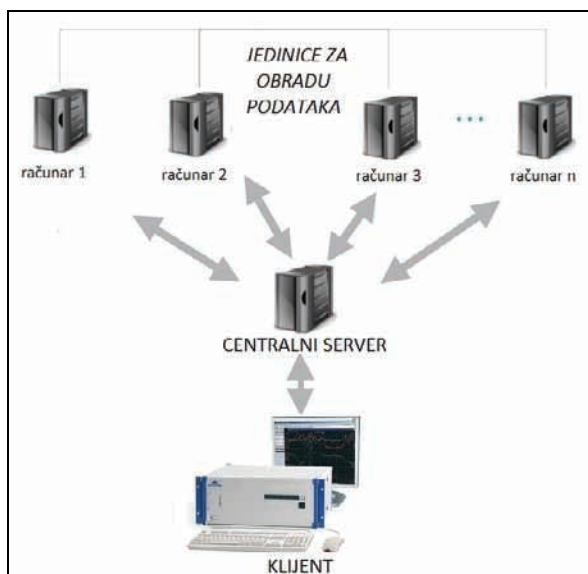
Centralni server prvo učitava podatke o modelu elektroenergetske mreže. Nakon što su podaci učitani upotrebom Metis alata [1] se vrši podele modela na regione.

Broj regiona je jednak broju raspoloživih jedinica za obradu podataka. Svaki region pripada svojoj obradnoj jedinici i sadrži određen broj čvorova.

Drugi sloj serverske strane služi za obradu podataka, gde svaka jedinica komunicira sa centralnim serverom kao i ostalim jedinicama (računarima) istog nivoa pri razmeni podataka. Centralni server nakon podele mreže na regione šalje svakoj jedinici čvorove koji joj pripadaju.

Podaci koji se razmenjuju u serverskom sloju zapravo predstavljaju objekte modela.

Za potrebe rada implementirana je samo jedna klasa čiji objekti predstavljaju električne elemente mreže. Svaki čvor ima određen broj ovih objekata koje je kreirao centralni server. Serveri pri razmeni podataka zapravo šalju čvorove uključujući sve objekte koji pripadaju tim čvorovima.



Slika 2. Arhitektura sistema

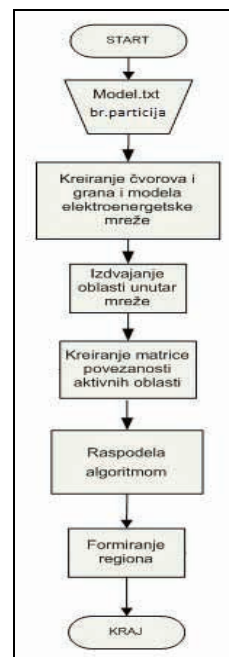
Kompletan sistem je u potpunosti funkcionalan posle početne inicijalizacije servera i računara za obradu podataka. Prvi korak inicijalizacije obuhvata pripremu računara za obradu podataka. Podizanjem njegovih servisa pripremili smo jedinice za međusobnu komunikaciju, prijem i obradu podataka.

U drugom inicijalnom koraku pokrećemo centralni server (data server) koji učitava podatke o elektroenergetskoj mreži iz izabranog fajla, vrši podele modela na delove, a delove šalje jedinicama na dalju obradu.

Sada je sistem spreman i korisnik preko klijentske aplikacije može da pristupi serveru i očitava podatke o izvršenoj podeli da bi izvršio njihov prikaz.

4. POSTUPAK PODELE MODELA NA REGIONE

Postupak podele izvršava se na centralnom serveru nakon učitavanja podataka o el.energ. mreži. Dijagram podele je predstavljen slikom 3. Metis alat [1] se upotrebljava u petom koraku (Raspodela algoritmom).



Slika 3. Arhitektura sistema

5. FORCE DIRECTED ALGORITAM

Force-based ili silom usmereni algoritmi predstavljaju klasu algoritama za crtanje grafova uz zadovoljavanje pomenutih estetskih kriterijuma.

Force-directed algoritmi (FD) se zasnivaju na dodeljivanju sila između skupa veza i skupa čvorova. Najjednostavniji metod je da se te veze predstave kao opruge poštujući Huk-ov zakon (Hook's law), gde je sila F koju opruga proizvodi proporcionalna njenom istezanju ili sabijanju Δx i koeficijentu elastičnosti k (1).

$$F = -k\Delta x \quad (1)$$

Čvorovi se predstavljaju kao naelektrisane čestice oponašajući Kulonov zakon (Coulomb's law), gde je intenzitet elektrostatičke sile između dva tačkasta naelektrisanja F direktno proporcionalan proizvodu količina njihovih naelektrisanja q_1 i q_2 , a obrnuto proporcionalan kvadratu rastojanja između ta dva naelektrisanja r (2). Sa k_e je označena elektrostatička konstanta.

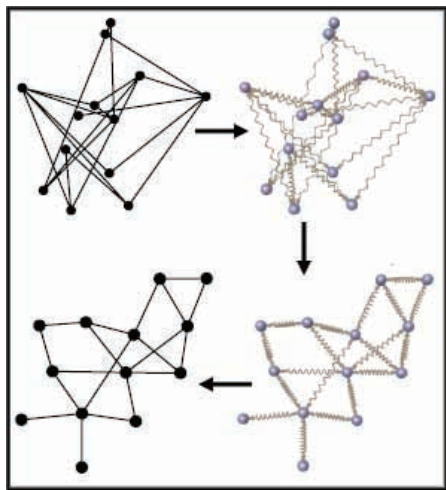
$$F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2)$$

Ceo graf je simuliran kao jedan fizički sistem, gde sile pomeraju čvorove i tako ih zbližavaju ili odaljuju (slika 4). Postupak određivanja sila je iterativan i ponavlja se do momenta kada sistem dolazi do ravnotežnog stanja.

Ravnotežno stanje nastaje kada tokom iteracija ne dolazi do pomeranja čvorova, a u fizičkom smislu to znači da su sve sile dostigle mehaničku ravnotežu. U tom trenutku graf je nacrtan.

Force-directed algoritam osim mehaničkih izvora i električnih odbojnosti može uključiti i druge sile. Primeri

su logaritamske opruge (nasuprot linearnom oprugama), gravitacione sile (koje grupišu nepovezane komponente u grafikonima), magnetna polja (kako bi se dobio dobar finalni izgled grafa) i naelektrisane opruge (kako bi se izbeglo preklapanje ili skoro preklapanje u završnom crtežu) [2].



Slika 4. Primer modela sa delovanjem opruga

```

set up initial node velocities to (0, 0)
set up initial node positions randomly // there are no 2
nodes in exactly the same position
while loop
    totalDisplacement = 0
    foreach current node // foreach 0
        netForce = (0, 0)
        foreach other node // foreach1
            if (current != other)
                netForce += CalcRepulsionForce(current, other)
            end if
        end foreach // foreach1
        foreach other node spring connected to this node
            // foreach2
            netForce += CalcAttractionForce(current, other)
        end foreach // foreach2
        currVelocity=(currVelocity+netForce) * defDamping
        current.Location=(currentPosition + currVelocity)
        end foreach // foreach0
    for each node
        totalDisplacement += CalcDistance
        (nodeCurrentLocation, nodeNextLocation)
        iterations++
    end foreach
until (iterations < defaultMaxIterations) or
(totalDisplacement > minDisplacement)

```

Slika 5. Pseudo kod Force Directed algoritma

5.1. Implementacija FD algoritma

Kako ovde posmatramo 2D prikaz, svaki čvor grafa sadrži x i y koordinatu koja jedinstveno određuje poziciju za prikaz na radnoj površini. Inicijalne pozicije su odabrane na slučajan način koristeći uniformnu funkciju raspodele, ali tako da se na istoj poziciji ne mogu naći dva čvora.

Nakon što su startne pozicije dodeljene algoritam dalje kroz niz iteracija izračunava privlačne i odbojne sile za svaki čvor. Svaka iteracija ima više koraka čiji detalji se mogu videti u pseudo kodu (slika 5.).

Prvo se uzima čvor iz liste čvorova. Za dati čvor se, prema Kulonovom zakonu, računa odbojna sila sa svim ostalim čvorovima. Potom se za isti čvor, prema Hukovom zakonu, računa privlačna sila ali samo sa onim čvorovima sa kojima je povezan. Dobijene sile uvećavaju *netForce* koji pomera poziciju čvora.

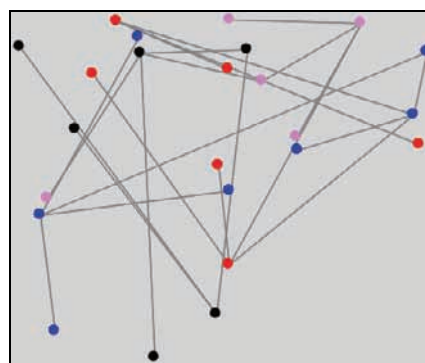
U okviru ovog algoritma koriste se sledeći parametri: *defDamping* - služi za umanjeње poremećaja pozicije i zavisi od ukupnog broja čvorova, *defaultMaxIterations*- broj iteracija algoritma, *attractionConstant*- konstanta privlačne sile (k u (1)), *repulsionConstant*- konstanta odbojne sile (k_e u (2)), *defaultSpringLength*- tražena dužina veze između dva čvora (Δx , odnosno r).

Algoritam se završava kada se dostigne maksimalan broj iteracija ili kada sistem dostigne tačku ekvilibrijuma (pomeraji čvorova su toliko mali da se mogu zanemariti).

6. REZULTATI

Testiranje FD algoritma izvršeno je na računaru sa Intel(R) Core(TM)2 Duo procesorom na 2 GHz i 3 GB RAM memorije. Operativni sistem Windows 7 sa 32-bitnom arhitekturom. Softversko rešenje realizovano je programskim jezikom C# [3] u Microsoft .NET 4 okruženju. Korišćene su WCF (Windows Communication Foundation) i WPF (Windows Presentation Foundation) [3] tehnologije. Kao test model korišćeni su grafovi sa 24 i 104 čvora.

Grane grafa prikazuju električne elemente u mreži, a čvorovi terminale električne opreme. Na slici 6 možemo videti kako izgleda inicijalni graf sa 24 čvora pre primene algoritma. Možemo primetiti potpuno neuređen i haotičan graf sa velikim procentom preklapanja veza. Ovakav graf je slabo čitljiv i praktično neupotrebljiv.

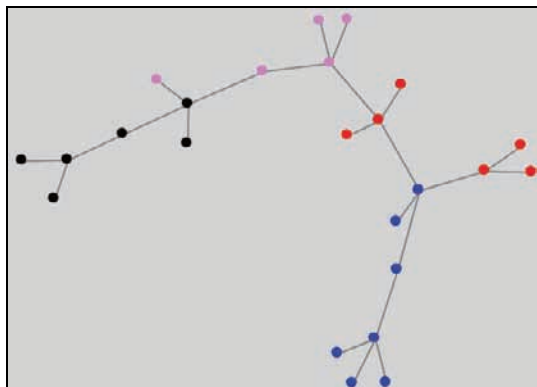


Slika 6. Graf sa inicijalnom raspodelom 24 čvora

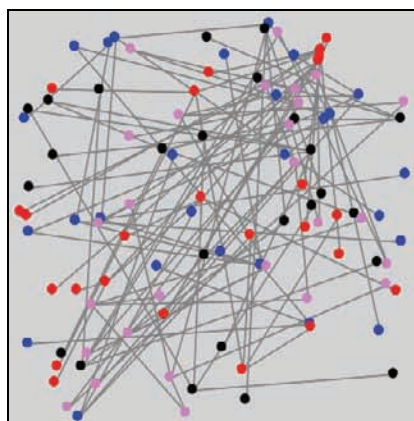
Primenom Force Directed algoritma situacija se znatno popravlja (slika 7). Kao rezultat primene algoritma dobija se čitljiv graf koji se kasnije može praktično upotrebiti. Preklapanje i ukrštanje veza u ovom slučaju nije prisutno. Vreme preraspodele čvorova je 1.15 sekundi.

Na slici 8 prikazan je graf sa 104 čvora. Kao i u prethodnom slučaju, prikazom inicijalne raspodele čvorova dobijamo nepregledan prikaz koji se ne može praktično upotrebiti za dalju analizu mreže. Prisutnost presečenih veza je još upečatljivija u ovom slučaju. Bez

primene algoritma dalja analiza mreže bi bila skoro nemoguća.



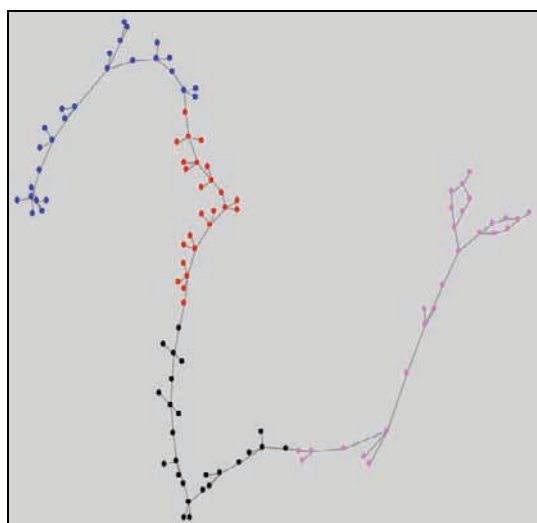
Slika 7. Graf sa primenjenim FD algoritmom



Slika 8. Graf sa inicijalnom raspodelom 104 čvorova

Upotrebom algoritma situacija se drastično poboljšava. Na slici 9 se može uočiti koliko je algoritam uticao na izmenu inicijalnog grafa.

Broj preseka veza je toliko umanjen da je graf potpuno čitljiv i može se upotrebiti pri daljim analizama mreže. Vreme koje je potrebno algoritmu za preraspodelu čvorova je oko 8 minuta.



Slika 9. Graf sa primenjenim FD algoritmom

7. ZAKLJUČAK

U radu je opisana implementacija korisničkog interfejsa, servera podataka, analize topologije i raspodele DMS elektroenergetske mreže korišćenjem FD (Force Directed) optimizacionog algoritma i algoritma raspodele međusobno povezanih aktivnih delova DMS mreže. Softversko rešenje realizovano je programskim jezikom C# u Microsoft.NET okruženju. Korišćene su WCF i WPF Microsoft-ove .Net tehnologije. Pomoću WCF-a (Windows Communication Foundation) je ostvarena komunikacija dok je korisnički interfejs i grafika baziran na WPF (Windows Presentation Foundation) tehnologiji.

Rezultati testiranja su pokazali da algoritam za relativno male grafove, grafove sa brojem čvorova manjim od 100 daje odlične rezultate. Vreme koje je potrebno algoritmu za izvršavanje je prihvatljivo. Dobijena vremena izvršavanja za isti graf ne moraju uvek biti ista što je direktna posledica inicijalne raspodele čvorova.

Algoritam je testiran i na grafovima sa većim brojem čvorova (preko 250) ali nije pokazao zadovoljavajuće rezultate. Kao glavni problem javlja se vreme izvršavanja koje je uzrokovano povećanim brojem iteracija. Veći broj iteracija znači da je potrebno i više vremena za izvršenje algoritma. Bez obzira na potrebno vreme izvršavanja, rezultati kod velikih grafova nisu prihvatljivi i zbog većeg broja preseka i preklapanja veza što umanjuje mogućnosti dalje upotrebe dobijenih rezultata.

Kao logično rešenje javlja se da je *Force Directed* algoritam uspešno primenljiv na grafovima sa manjim brojem čvorova.

Dalji tok istraživanja usmeren je na poboljšavanje performansi algoritma radi dobijanja kvalitetnijeg finalnog izgleda grafa kao i na algoritme koji će uspešno biti primenljivani na modelima sa povećanim brojem čvorova i veza.

8. LITERATURA

- [1] George Karypis, "Metis: A Software Package for Partitioning Unstructured Graphs, Partitioning Meshes, and Computing Fill-Reducing Orderings of Sparse Matrices", Department of Computer Science & Engineering, University of Minnesota Minneapolis, August 4, 2011
- [2] di Battista, Giuseppe, Peter Eades, Roberto Tamassia, "Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs", Prentice Hall, Ioannis G. Tollis 1999.
- [3] Adam Nathan, "WPF 4 Unleashed", Indianapolis Indiana, June 2010.

Kratka biografija:



Dušan Lukač rođen je u Novom Sadu 1985 god. gde je 2004. god. završio Gimnaziju "Laza Kostić", opšti smer. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Elektrotehnika i računarstvo, odsek Računarstvo i automatika.

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА XBRL ФОРМУЛА 1.0 СТАНДАРДА AN IMPLEMENTATION OF XBRL FORMULA 1.0 STANDARD

Владимир Вајда, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Kratak sadržaj – У раду је представљена имплементација XBRL Формула 1.0 спецификације. Описане су карактеристике XBRL 2.1 и XBRL формула 1.0 спецификације стандарда. Приказан је начин имплементације стандарда. Описан је начин реализације компоненти потребних за Xpath израчунавање. Такође су описани алгоритми коришћени у рачунању факт променљивих као и целокупна архитектура решења

Abstract – This paper describes an implementation of XBRL Formula 1.0 specification. It describes characteristics of XBRL 2.1 and XBRL Formula 1.0 specifications. Realization of implementation is described, and proposed implementation of components necessary for Xpath evaluation. Also, it describes algorithms used in fact variable calculation and overall desing of solution.

Кључне речи: XBRL, XBRL Формула, XML

1. УВОД

Данас се рачунари користе на сваком нивоу пословања бар у некој минималној мери за рачунање и чување података, у неким сферама пословања користе се и у друге сврхе. Када то имамо у виду, намеће се питање зашто се за неке ствари код пословања и даље користе људска радна снага. Пре свега се мисли на пријављивање добити, ревизорске радње, контролу пореских обавеза и сличне поступке који не спадају у једноставне сегменте пословања. У ту сврху је креиран проширив језик за пословно извештавање (енгл. *Extensible Business Reporting Language*, XBRL) језик базиран на XML-у у сврху електронске комуникације пословним подацима. Самим тим што се комуникација обавља машински, информације које се користе у комуникацији су много поузданије, тачније и брже се обрађују што доводи и до смањења трошкова. У решењу које је описано у овом раду представљена је једна од могућих имплементација XBRL Formula 1.0 стандарда у Јава програмском језику. У раду је описан основни XBRL 2.1 стандард, XBRL Formula 1.0 проширење стандарда као и имплементација проширења стандарда.

2. ПРЕГЛЕД XBRL СТАНДАРДА

XBRL дели информације пословног извештавања у две компоненте [1]:

1. XBRL инстанце (енгл. *XBRL instances*)
XBRL таксономије (енгл. *XBRL taxonomies*)

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Бранко Милосављевић, ванр. проф.

2. XBRL користи једноставне и проширене везе дефинисане XLink спецификацијом за повезивање ресурса и елемента унутар стандарда. Једноставна веза показује од једног ресурса ка другом ресурсу. Једноставне везе се користе да показују ка линкбазама од XBRL инстанци или од шема таксономија, као и за везивање XBRL инстанци са шемама таксономија, пример је дат на листингу 2.1.

```
<link:schemaRef xlink:type="simple"
xlink:href="12030-concept-tests.xsd"/>
```

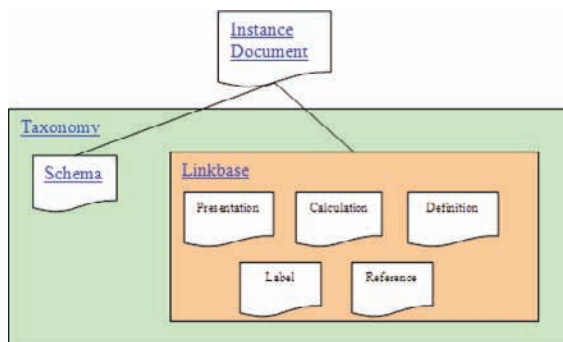
Листинг 2.1. Пример једноставне везе

Проширене везе служе да документују везе између ресурса, на листингу 2.2. представљен је пример проширене везе.

```
<generic:link xlink:type="extended"
xlink:role="http://www.xbrl.org/2008/role/link">
  <formula:formula xlink:type="resource"
xlink:label="formula1" value="50 + $m1"
source="m1"
aspectModel="non-dimensional"
implicitFiltering="false">
    </formula:formula>
    <cf:conceptName xlink:type="resource"
xlink:label="factVar1Filter">
        <cf:concept>
            <cf:qname>eg:m1</cf:qname>
        </cf:concept>
    </cf:conceptName>
    <cf:conceptPeriodType xlink:type="resource"
xlink:label="factVar1Filter"
periodType="instant"/>
        <variable:factVariable xlink:type="resource"
xlink:label="factvar1" bindAsSequence="false" />
        <variable:variableArc xlink:type="arc"
xlink:to="factvar1" xlink:from="formula1"
xlink:arcrole="http://xbrl.org/arcrole/2008/variable-set" order="1" name="m1" />
        <variable:variableFilterArc xlink:type="arc"
xlink:to="factVar1Filter" xlink:from="factvar1"
xlink:arcrole="http://xbrl.org/arcrole/2008/variable-filter" order="1" complement="false"
cover="true" />
    </generic:link>
```

Листинг 2.2. Проширена веза

На примеру проширене везе из листинга 2.2 се види да су дефинисана четири ресурса од којих 2 имају исту вредност за лабелу (factVar1Filter). И дефинисана су 2 лука, од којих један референцира "factVar1Filter" ресурс, то значи да је веза која почиње од "factvar1" уствари двострука.



Слика 2.1. Организација XBRL-а по документима

XBRL таксономија је сачињена од минимално једне XML шеме и свих линкбаза које се налазе или су директно референциране у тој шеми. Скуп свих шема и линкбаза се назива видљиви скуп таксономија (енгл. *Discoverable Taxonomy Set*, DTS) Границе DTS-а се одређују применом правила за откривање. Линкбаза може бити и у одвојеном документу у односу на шему таксономије као што се може закључити са слике 1.1. Централну улогу у таксономији играју концепти. Концепт је дефиниција појма који се извештава и манифестује се као елемент XML шеме, може се рећи да XBRL концепт аналогно одговара појму класе у објектно оријентисаној парадигми. Сваки концепт дефинисан у шеми таксономије се јединствено одређује именом елемента. Типом се одређују врсте података које концепт може да представља. Концепт мора бити члан супституционе групе која има ставку или торку као елемент на врху хијерархије.

Таксономије дефинишу концепте за извештавање, али не садрже конкретне вредности за дефинисане концепте. Вредности се налазе у XBRL инстанцама и називају се “факти”. Поред вредности факта, XBRL инстанце пружају додатне информације које су потребне за правилно интерпретирање вредности факта. Те додатне информације су представљене *context* (период и ентитет за који се факт извештава) и *unit* (мерна јединица вредности факта) елементима.

У XBRL инстанци постоје две основне врсте факта:

1. Ставке (енгл. *Items*), факти који имају једноставну атомичку структуру, не смеју бити потомци других ставки. било која структурна релација се мора реализовати употребом торки.
2. Торке (енгл. *Tuples*), факти који имају сложену структуру, граде се од других торки или ставки. Користе се када треба моделовати сложену структуру

3. XBRL ФОРМУЛА СПЕЦИФИКАЦИЈА 1.0

Формула спецификација дефинише синтаксу за документовање правила за извођење нових факта из постојећих из XBRL инстанце. Правила трансформације која су описана у Формула спецификацији имају две намене [3]:

1. да додатно документују релације међу фактима тако што пружају информације на који начин неки једни факти утичу на друге и
2. формула може бити извршена да би произвела нове факте на основу постојећих.

Генерално правило за извршавање формуле је да се формула изврши над једном XBRL инстанцом која представља улазни параметар и где се као резултат

извршавања такође добија XBRL инстанца која се назива излазна XBRL инстанца. Излазна инстанца садржи факте који су прозведени извршавањем формуле као и све потребне елементе за опис контекста и јединице мере за произведене факте. Да би се формула спецификација могла разумети, неопходно је дати објашњење спецификација и појмова на које се она ослања.

3.1. Аспекти

XBRL факти нису само вредности, него садрже и друге информације које су потребне да би се факт вредности интерпретирале правилно. Аспект је дефинисан као један део додатне информације о XBRL факту. Додатне информације које аспекти представљају су: локација, концепт, период, сегмент, сценарио, димензиони аспекти и аспект мерне јединице. Аспект модел дефинише који аспекти ће се користити за опис факта. Сваки аспект модел мора имати идентификатор како би се могао јединствено идентификовати.

3.2. Филтери

Филтер дефинише критеријум селекције факта из XBRL инстанце на основу XPath израза.

```
<cf:conceptName xlink:type="resource"
xlink:label="nameFilterM1">
  <cf:concept>
    <cf:qnameExpression>
      fn:QName('http://xbrl.org/formula/conformance/ex
ample', string-join((local-name($m2),'4'), ''))
    </cf:qnameExpression>
  </cf:concept>
</cf:conceptName>
```

Листинг 3.1. Пример дефиниције филтера (дефиниција *ConceptName* филтера)

Да би филтер селектовао неки факт, неопходно је да резултат израчунавања његовог XPath израза буде *true* узимајући дати факт као контекст израчунавања. XPath израз који дефинише критеријум за селектовање факта може садржати референце факт променљивих са којима није у релацији [3].

3.3. Факт променљиве

Факт променљива (енгл. *Fact Variable*) представља променљиву чија вредност је факт. Одређивање који факти ће ући у скуп за факт променљиву се врши филтерима. Скуп факта који фигуришу као вредност за факт променљиву се одређује на следећи начин:

1. пронађу се сви факти из дате XBRL инстанце,
2. за сваки факт се примени филтрирање свих филтера који су дефинисани за дату факт променљиву и
3. сваки факт који задовољи све филтер критеријуме улази у скуп.

Како XPath израз који представља филтер критеријум може садржати референце других факт променљивих, добија се да факт променљива може имати зависности на друге факт променљиве.

3.4. Скуп променљивих

Скуп променљивих (енгл. *Variable set*) је апстрактни елемент који *variableArc* луком дефинише везу ка факт или генералној променљивој која улази у скуп. Скуп променљивих представља ациклични граф

променљивих где су усмереним везама представљене међусобне зависности факт и генералних променљивих. Скуп променљивих се рачуна почевши од листова графа идући према корену.

3.5. Формула

Формула је дефинисана формула елементом у оквиру XLink проширене везе као ресурс у супституционој групи скупа променљивих, пример формуле је дат на листингу 2.2. Формула има *value* атрибут који садржи XPath израз и чијим израчунавањем се добија вредност коју ће имати нови факт. Док се остале информације потребне за интерпретирање факт вредности добијају аспект правилима.

```
<formula:formula xlink:type="resource"
xlink:label="formula1"
value="$m1 + $m2 + $m3 + $m4" source="m1"
aspectModel="dimensional"
implicitFiltering="true">
  <formula:aspects>
    <formula:entityIdentifier value="'ABC123'"/>
  </formula:aspects>
  <formula:aspects source="m2">
    <formula:period/>
    <formula:unit source="m3" augment="false">
      <formula:multiplyBy source="m4"/>
    </formula:unit>
  </formula:aspects>
</formula:formula>
```

Листинг 3.2. Пример дефиниције формула елемента

Атрибут *source* се користи за примену аспект правила.

3.6. Аспект правила

Аспект правила су правила којима се одређује вредност аспеката за израчунате факте. Аспекте које формула генерише морају бити конзистентни са аспект моделом који се користи у формули. Формула мора да садржи сва потребна аспект правила како би могла да произведе факт. Сва аспект правила специфицирају аспект вредност коју аспект мора да има.

4. ПРИКАЗ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ

Имплементација је рађена у програмском језику *Java* из разлога што је софтвер над који се имплементација надограђује такође писан у истом језику. Коришћен је *Saxon XML* фрејмворк. Разрешавање функција у XPath изразу је решено имплементацијом *XPathFunctionResolver* интерфејса који XPath консултује када је потребно за одређени израз разрешити функције.

Ово се постиже тако што се позива метода са параметром који представља квалификовано име методе и очекује се да ова метода врати имплементацију *XPathFunction* интерфејса која ће израчунати резултат.

На тај начин контекст се може инјектирати у компоненту кроз конструктор и тиме се постиже већа контрола над целим током извршавања. Разрешавање променљивих је решено имплементацијом *XPathVariableResolver* интерфејса на нивоу формуле, на тај начин све компоненте које имају животни циклус у оквиру једне формуле раде са истим скупом променљивих.

4.1. Филтери

Филтер који је имплементиран у раду је представљен интерфејсом на слици 3.1.



Слика 4.1. Опис филтер интерфејса

XPath интерфејс за израчунавање се инјектира у филтер преко конструктора. На тај начин филтер не води рачуна да ли је XPath добро конфигуриран, за то је задужена инстанца формула класе. Како је у раду имплементиран велик број филтера који су представљени као XML фрагменти, за њихово инстанцирање користи се *FactoryMethod*. Тиме се добија код лакши за одржавање јер се знање о могућим филтерима чува на једном месту. Такође, поред *FactoryMethod* шаблона, цела архитектура решења се заснива на шаблону инјектирња зависности (*Dependency Injection*, DI).

4.2. Формула

Правилно израчунавање променљивих је од кључне важности за формула спецификацију. Формула је моделована тако да контролише целокупно израчунавање факт променљивих. Како факт променљиве међусобно могу имати зависности, цео скуп факт променљивих се може представити као ациклични граф чије рачунање мора отпочети од листова. У ту сврху се користи алгоритам за тополошко сортирање који иде прво у дубину са детекцијом циклуса који је приказан на листингу 4.1.

```
variableTopologySort(QName variables)
mark all variables as not in calculation
foreach variable in variables
  topologicalSort(variable)
return sortedVariableList
```

```
topologicalSort(QName variable)
if variable is already in calculation
  circular dependency detected, end with error
if variable has dependencies
  mark variable as in calculation
foreach v1 in getVariableDependencies(variable)
  topologicalSort(v1)
mark variable as not in calculation
if sortedVariableList doesn't contain variable
  add variable to sortedVariableList
```

Листинг 4.1. Алгоритам за тополошко сортирање факт променљивих

Након одређивања редоследа по ком ће се факт променљиве рачунати, факт променљиве се рачунају тако да се свака следеће факт променљива рачуна за улазни скуп података који представља декартов производ скупова вредности раније израчунатих факт променљивих. С обзиром да се променљива рачуна употребом XPath изрази који може зависити од променљивих, потребно је за сваку евалуацију поставити нови скуп вредности који ће факт променљиве у изразу узимати за своју вредност (листинг 4.2).

```
evaluateFactVariables(QName sortedVariables)
foreach variable in sortedVariables
  if it is first variable
    factVariableValues = evaluate(variable)
  foreach value in factVariableValues
    create variableMap only with value as item
    add variableMap to variableMapList
```

```

else
    foreach variableMap in variableMapList
        use variableMap for next variable
        evaluation
        combine every evaluated value with
        variableMap
        add up combinations to tempVariableMap
    replace variableMapList with tempVariableMap
return variableMapList

```

Листинг 4.2. *Рачунање уређених торки факт променљивих*

Овим израчунавањем добија се скуп уређених торки факт променљивих где свака торка представља улазну вредност за једно израчунавање формуле. На основу вредности из торке израчунава се вредност факта специфицирана XPath изразом као и вредности аспеката факта дефинисане аспект правилима.

Аспект правила дефинишу тачну вредност коју излазни факт треба да има за задати аспект, или дефинишу вредност која представља аспект вредност неког од факта из уређеног скупа торки који представљају улазну вредност. На основу израчунатих факта креира се излазна XBRL инстанца која поред факта садржи и дефиниције јединица мере и конекста за дефинисане факте.

5. ЗАКЉУЧАК

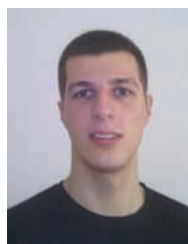
Циљ овог рада је била имплементација XBRL Формула 1.0 спецификације стандарда као надоградња на ABRA процесор у ком је имплементиран основни XBRL стандард. Из датог разлога избор технологије за имплементацију је био веома ограничен, као и неки аспекти архитектуре проширења. У раду је су представљене основне карактеристике XBRL 2.1 стандарда са акцентом на XBRL концепте и факте на којима се ослања формула спецификација. Такође су представљене карактеристике формула спецификације, где су описани суштински делови стандарда с обзиром на његову комплексност.

Представљен је начин имплементације *XPathFunctionResolver* како би се разрешавале и извршавале наменске функције које XBRL стандард прописује. Приказан је начин на који је *XPathVariableResolver* имплементиран. С обзиром на зависности факт променљивих, и потребу за редоследом код извршавања, пружен је алгоритам за топологијско сортирање ацикличног графа са детекцијом циклуса. Такође је пружено објашњење и алгоритам за израчунавање факт променљивих након њиховог сортирања.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Farewell S. *XBRL or Customized XML?*. XBR International, 2006
- [2] *XBRL 2.1 31 December 2003*. XBRL International
- [3] *Formula 1.0 Recommendation 22 June 2009*. XBRL International
- [4] *Variables 1.0 Proposed Edited Recommendation 19 October 2011*. XBRL International
- [5] *Implicit Filters 1.0 Recommendation 22 June 2009*. XBRL International
- [6] *XBRL Dimensions 1.0 Recommendation 18 September 2006*. XBRL International

Кратка биографија:



Владимир Вајда гођен је у Зрењанину 1988. године. Дипломски - bachelor рад одбранио је на техничком факултету „Михајло Пупин“ у Зрењанину 2011. године. Дипломски мастер рад на Факултету техничких наука одбранио је 2013. године из области електротехнике и рачунарства.

**OPTIMALNI START-UP SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA UZ POMOĆ
SIMULACIONOG ALATA ENERGYPLUS****OPTIMAL START-UP OF DISTRICT HEATING USING ENERGYPLUS SOFTWARE**

Vladan Kuzmanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

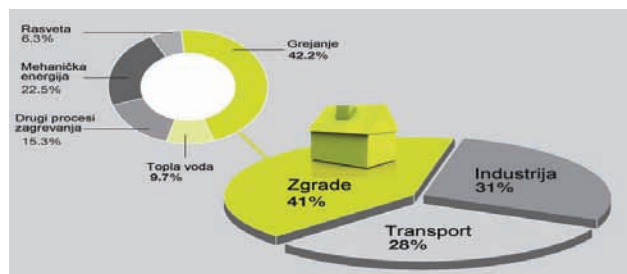
Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je predviđenje vremena uključenja sistema daljinskog grejanja u poslovno-stambenom objektu za naredni dan korišćenjem simulacije u EnergyPlus programu. Za potrebe rada izrađen je program koji omogućava unos željenog dana simulacije i pokretanje EnergyPlus simulacije za izabrani dan. Kao rezultat daje najefikasnije vreme uključenja sistema daljinskog grejanja za izabrani dan koji se prosleđuje BMS-u implementiranom u objektu.

Abstract – The purpose of this work is foresight of the start-up time of district heating system for the next day in an office building using EnergyPlus program for simulation. For this work a program that allows entering the desired day for simulation and start-up a EnergyPlus simulation for selected day, was built. As a result a program gives the most effective start-up time of district heating for selected day which is passing to BMS in the building.

Cljučne reči: EnergyPlus, simulacija, BMS, OPC, sistem daljinskog grejanja.

1. UVOD

Od ukupne energije koja se potroši u Evropi, stambeni i poslovni objekti potroše preko 40%. Drugi deo energije se potroši na transport i potrebe industrije (slika 1). Najveći potrošači u stambeno-poslovnim objektima su sistemi klimatizacije, grejanja i hlađenja (KGH) koji troše više od 30% ukupne energije koja se potroši u objektima [1, 2]. Sa ciljem da se ispune ključni zahtevi regulativa o zaštiti životne sredine, smanjujući pritom troškove energije čija je cena stalno u porastu, od presudnog je značaja da poslovno-stambeni objekti i sistemi regulisanja u njima budu projektovani tako da budu što efikasniji.



Slika 1. Potrošnja energije

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac.

Danas postoji mnoštvo simulacionih programa koji projektantima pružaju olakšice u određivanju veličina opreme za klimatizaciju, grejanje i hlađenje (KGH), u istraživanjima vezanim za potrošačke analize, u prikazu optimizacije energetske performansi itd. Jedan od tih simulacionih programa je i EnergyPlus koji je korišćen u ovom radu.

Korišćenjem simulacionog programa EnergyPlus i menjanjem vremena uključenja sistema daljinskog grejanja, analiziraju se temperature u zonama u 07:00 h ujutru i pronalazi najefikasnije vreme uključenja sistema grejanja. Za izradu simulacionog modela u EnergyPlus-u poslužio je Urgentni centar Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu. Izabrani objekat poseduje BMS (Building Management System) koji upravlja sistemom klimatizacije, grejanja i hlađenja (KGH). Rezultat o najefikasnijem vremenu uključivanja za naredni dan prosleđujemo BMS-u koji vrši promenu vremena uključivanja sistema daljinskog grejanja.

2. ENERGYPLUS

EnergyPlus je produkt laboratorije Lawrence Berkley u SAD. Njegov razvoj započeo je 1996. godine na osnovu dva programa: DOE-2 i BLAST, koji su u to vreme bili u širokoj primeni. Iako je nastao na najpopularnijim karakteristikama i mogućnostima ova dva programa, EnergyPlus je potpuno nov program. Uključuje nov, modularan, struktuiran kod, napisan u Fortranu 90. Prvenstveno je „simulaciona“ mašina, odnosno nema interfejs. Ulazi i izlazi su zapetom odvojeni (comma-separated) ASCII tekst datoteke [3].

EnergyPlus služi za simulaciju energetskog ponašanja poslovno-stambenih objekata kao i simulaciju upotrebe obnovljivih izvora energije u zgradama. Njime je moguće približiti realne uslove korišćenja zgrade od strane ljudi i realne uslove termičkog opterećenja zgrade, definisanjem kompleksnih rasporeda grejanja i hlađenja, korišćenja osvetljenja, unutrašnjih uređaja ili sistema, kao i prisutnosti ljudi u zgradi. Uticaj sunčevog zračenja, osenčenja od strane okolnih objekata ili infiltracije takođe je moguće, posredstvom ovog softvera, uzeti u obzir. Moguće je i sprovesti simulaciju energetskog ponašanja zgrade za određeni i željeni vremenski period [4, 5].

EnergyPlus koristi slobodan format ulaznih datoteka (Input Data Files - IDF), koje sadrže objektno orijentisane opise objekta i njegove sisteme. Osnovna sintaksa je : *Objekat, Podatak, Podatak, ..., Podatak*; „Objekat“ je predefinisana reč koja označava komponentu poslovno stambenog objekta, kao što je površina, materijal, osvetljenje, boiler, itd. Objekat je podržan listom podataka odvojenih znakom zarez (,), a posle zadnjeg

podatka sledi znak tečka-zarez (;). Ovi podaci opisuju karakteristike i namenjeni su za upotrebu tog objekta u simulaciji. Ulazna datoteka mora eksplicitno imati navedene sve potrebne podatke. Za vreme simulacije, EnergyPlus čuva rezultate za svaki vremenski korak u izlaznu strukturu podataka (izlaznu datoteku). Ovi rezultati mogu biti pročitani za svaki vremenski korak ili ujedinjeni za duži vremenski interval. Struktura izveštaja slična je sintaksi ulazne datoteke.

Ulazni fajlovi koji su potrebni za uspešnu simulaciju su vremenski fajl *.epw i fajl ulaznih podataka *.idf. Ovi fajlovi moraju da sadrže elemente koji su potrebni EnergyPlus-u za pravilan rad.

Postoji nekoliko tipova izveštaja o izlaznim podacima. Jednostavna i zapetom odvojena (comma-separated) struktura podataka, omogućava da izlazni postprocesori mogu lako čitati podatke i kreirati detaljnije izveštaje.

Kreiranje simulacionog modela u EnergyPlus-u zapravo predstavlja definisanje ulazne datoteke podataka, odnosno IDF datoteke. Modelovanje poslovno-stambenog objekta obuhvata nekoliko koraka, a to su: priprema osnovnih podataka o objektu, definisanju podataka o lokaciji i spoljašnjem termalnom okruženju, zoniranje i definisanje konstrukcije objekta, definisanje KGH sistema, definisanje upravljanja zonama i definisanje izlaznih podataka i izveštaja. Na kraju, vrši se testiranje simulacionog modela koje podrazumeva izvođenja niza simulacija modela i analiza dobijenih rezultata.

3. CENTRALNI SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE

Ideja za realizaciju centralnog sistema za nadzor i upravljanje, odnosno BMS-a (Building Management System), proistekla je iz potrebe čoveka da sebi olakša svakodnevni život, tako što će različite tehnologije integrisati i organizovati u jedinstveni sistem kojim se može centralizovano upravljati.

Sistem čine skup zajedničkih, upravljačkih i izvršnih modula, kojim upravljaju procesorske jedinice. Sistem može biti manje ili više kompleksan, što zavisi od visine investicije. Može pokrivati široko polje, počev od osnovnih rešenja koja podrazumevaju automatsko upravljanje rasvetom, KGH sistemom, do složenih rešenja koja podrazumevaju integraciju sa drugim sistemima, ili delovima sistema. Poenta je u mreži koja povezuje sve detektore, tastere, merače, elektro-motore, elektro-ventile, rasvetu i ostale uređaje, što nam daje neverovatnu fleksibilnost u korišćenju zgrade i veliku uštedu energije, a ceo objekat ili više njih se ponašaju kao organizovana i homogena celina [6].

Integrirani BMS obuhvata sledeće podsisteme objekta: podsistem klimatizacije, grejanja/hlađenja (klima komora, čiler, toplotna pumpa, toplotna podstanica itd.), kontrolu spoljnog osvetljenja i osvetljenja u prostorijama objekta, kontrolu pristupa u prostorijama objekta, protivprovalni sistem u prostorijama objekta, protivpožarni sistem, video nadzor, agregat, sistem za neprekidno napajanje (UPS) itd.

Ciljevi realizacije integrisanog BMS-a u poslovno-stambenim objektima su: ušteda energije i veća energetska efikasnost, smanjenje troškova upotrebe i održavanje zgrade, povećanje udobnosti stanovanja i rada,

povećanje produktivnosti zaposlenih u poslovnim zgradama, bolji kvalitet unutrašnjeg vazduha itd. [7].

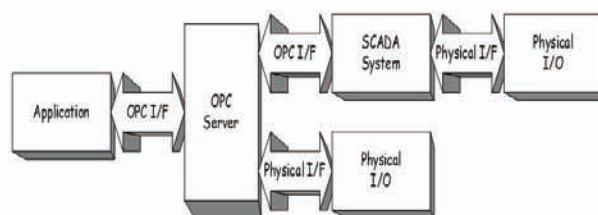
4. OPC STANDARD

Dosadašnji sistemi automatizacije podrazumevali su komunikacije između uređaja na nivou automatizacije u polju i nadzornih sistema koji su se temeljili na komunikacijskim protokolima koji su bili svojstveni sklopu uređaja koje povezujemo. Interfejsi između procesnih uređaja i računarskih sistema nisu bili standardizovani (različiti proizvođači isporučivali su uređaje sa softverskim drajverima koji nisu standardizovani). U nedostatku standarda isporučio opreme isporučivali su opise komunikacijskih protokola i API programske module (Application Programming Interfaces). Cene integracije različitih podsistema znatno su rasle zbog činjenice da je bilo potrebno pisati posebne klijentske aplikacije za komunikaciju sa svakim uređajem, jer je svaki koristio drugačiji API. Pojavljivanje drajvera za svaki specifični tip hardvera i njihove izmene pri svakoj modifikaciji hardvera, bile su glavobolja za sve integratore i održavaoce ovakvih sistema.

Rešenje za sve ovo je bilo da se razvije standard koji će obezbediti istinsku „plug-and-play“ softversku tehnologiju za sisteme upravljanja procesima, gde će svaki sistem, svaki uređaj i svaki drajver moći slobodno povezati se i komunicirati međusobno. Ono što je potrebno je zajednički način pristupa podacima od strane aplikacija ka bilo kojem izvoru podataka, bilo da je to neki uređaj ili baza podataka.

OPC (OLE for Process Control) je standard za razmenu podataka pri upravljanju procesima koji poslednjih godina doživljava naglu ekspanziju u celom svetu [8]. Baziran na Microsoft-ovoj OLE (Object Linking and Embedding), COM (Component Object Model) i DCOM (Distributed Component Object Model) tehnologijama, OPC se sastoji od standardnog seta interfejsa, osobina i metoda za korišćenje u sistemima upravljanja i nadzora procesnih i proizvodnih sistema. Ovaj standard obezbeđuje zajednički interfejs za komuniciranje između raznoraznih procesnih uređaja i I/O podsistema, bez obzira koji operativni sistem koriste.

OPC arhitektura je klijent-server model, gde OPC server komponenta obezbeđuje interfejs ka OPC objektima i upravlja sa njima [9]. Arhitektura i dizajn omogućavaju konstrukciju OPC servera, koji omogućava da klijentska aplikacija pristupa podacima sa više OPC servera od različitih proizvođača putem jedinstvenog objekta. Na slici 2 je data veza OPC klijent-server.



Slika 2. OPC relacija klijent-server

OPC standard nudi sledeće pogodnosti: jedinstveni API za sve servere (tako je moguće jednom napisan kod klijentske aplikacije koristiti za različite uređaje),

mogućnost za razvoj klijentske aplikacije u različitim programskim okruženjima (Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C++, Borland Delphi, itd.), pretraživač (pomoću koga je moguće odabrati OPC događaje dostupne klijentima), distribuirani i udaljeni pristup preko DCOM-a (moguće je pristupiti uređajima priključenim na druge računare i mreže) itd. [10]

5. PROGRAM ZA PREDVIĐANJE VREMENA UKLJUČENJA SISTEMA GREJANJA

5.1 Izrada modela objekta u EnergyPlus-u

Za potrebe simulacije i korišćenja rezultata simulacije za pronalaženje najefikasnijeg vremena uključenja sistema grejanja, bilo je potrebno izraditi simulacioni model konkretnog objekta u EnergyPlus programu. Urgentni centar Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu je poslužio za izradu simulacionog modela u EnergyPlus-u. Modeliranje se vrši u IDF Editor-u koji je sastavni deo EnergyPlus programa.

Sledeći koraci su primenjeni za izradu simulacionog modela: prikupljanje svih potrebnih karakteristika i informacija o objektu, definisanje omotača zgrade, definisanje sistema grejanja, podešavanje parametara simulacije i izbor rezultata koje želimo pratiti.

Podaci o lokaciji objekta i spoljašnjeg termalog okruženja mogu se naći u ulaznoj EPW datoteci (koja je preuzeta sa interneta za grad Novi Sad) i odnose se na geografsko mesto objekta i temperaturu zemlje. Konstrukcione informacije (materijali, dimenzije i oblik objekta, raspored prostorija) dobijeni su iz arhitektonskog projekta objekta prikazanog u obliku AutoCad crteža. Ostali podaci dobijeni su iz projektnog zadatka i tehničkog opisa opreme za izradu glavnog projekta termotehničkih instalacija grejanja, hlađenja i klimatizacije.

Kreiranje omotača zgrade predstavlja definisanje svih materijala, konstrukcije površina, površine i zone modela. Zoniranje je izvršeno po rasporedu prostorija.

Sistem daljinskog grejanja sa grejnim radijatorima se predstavlja preko petlje vode. Ova petlja predstavlja kolekciju grana sistema, a grane sistema predstavljaju kolekciju komponenata sistema (cevi, pumpe, radijatori, itd.). Sama petlja je podeljena na snabdevajuću i potrošačku stranu. Snabdevajuća strana predstavlja spisak grana i konektora u podstanici, a potrošačka strana predstavlja spisak grana i konektora u instalaciji zgrade.

Izborom izlaznih podataka određujemo koje informacije želimo da nam EnergyPlus da na kraju simulacije.

Po realizovanju simulacionog modela (slika 3), vrši se pokretanje simulacije i testiranje modela. Kako bi testiranje bilo uspešno, potrebno je imati prethodno znanje o stvarnom, realnom ponašanju sistema. Nakon testiranja, simulacioni model je spreman za dalje korišćenje u izradi programa za predviđanje vremena uključenja sistema grejanja.



Slika 3. Dobijeni simulacioni model

5.2 Program za predviđanje vremena uključenja grejanja

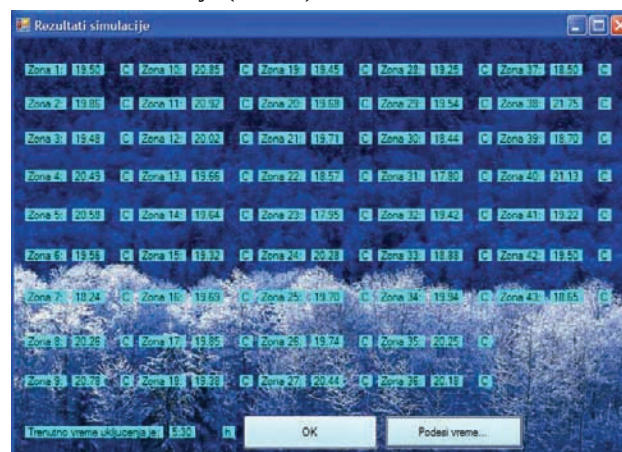
Program na osnovu izbora dana simulacije, simulacionog modela objekta i vremenske prognoze, korišćenjem EnergyPlus programa vrši simulaciju za odabrani objekat. Rezultat simulacije su temperature po zonama u 07:00 h ujutru. Menjanjem vremena uključenja sistema grejanja i ponavljanjem simulacije, potrebno je pronaći vreme uključenja za koje su te temperature oko 22°C. Najefikasnije je ono vreme koje to ispunjava i koje je najbliže vremenu merenja, odnosno najbliže 07:00h. Krajnji rezultat je potrebno proslediti BMS-u.

Kada se program pokrene, otvara se osnovni prozor koji je prokazan na slici 4.



Slika 4. Osnovni prozor programa

Klikom na dugme „Unesi datum“ vršimo unos meseca i dana u mesecu za koji želimo da vršimo simulaciju. Program otvara ulaznu datoteku podataka (IDF datoteku) našeg simulacionog modela i ove vrednosti upisuje na odgovarajuća mesta. Nakon izbora dana za koji želimo da izvršimo simulaciju, možemo pokrenuti simulaciju klikom na dugme „Simuliraj...“. Program prosleđuje EnergyPlus-u našu ulaznu datoteku podataka simulacionog modela, vremensku prognozu za celu godinu za grad Novi Sad (preuzetu sa interneta) i pokreće EnergyPlus simulaciju. Kada se simulacija završi, klikom na dugme „Rezultati...“ otvara se novi prozor koji sadrži rezultate simulacije (slika 5).



Slika 5. Rezultati simulacije

Rezultati simulacije su temperature u zonama u 07:00h ujutru, kao i vreme uključenja sistema grejanja za koje su te temperature postignute. Ukoliko nismo zadovoljni sa rezultatima, klikom na dugme „Podesi vreme...” otvara se novi prozor za unos novog vremena uključenja sistema grejanja. Po unosu novog vremena, program automatski otvara ulaznu datoteku podataka simulacionog modela (IDF datoteku) i na mesto starnog vremena upisuje novo vreme uključenja.

Proces pokretanja simulacije i podešavanje vremena uključenja grejanja će se ponavljati dok se ne dobiju zadovoljavajući rezultati, odnosno najefikasnije vreme uključenja sistema grejanja. Najefikasnije vreme uključenja, program putem OPC standarda prosleđuje BMS-u koji je implementiran u objektu.

6. ZAKLJUČAK

Prednost programa koji je realizovan u ovom radu je smanjenje potrošnje energije za grejanje tokom grejnog perioda. Svaki objekat koji sadrži sistem daljinskog grejanja i implementiran BMS u sebi je pogodan za implementaciju ovog programa.

Program bi se mogao unaprediti uvođenjem opcije za skidanje vremenske prognoze za naredni dan sa interneta i ubacivanje skinute prognoze u naš simulacioni model, kao i uvođenjem automatskog pokretanja simulacije i podešavanja vremena uključenja sistema grejanja da bi se došlo do rezultata.

7. LITERATURA

[1] Crawley, D. B., L. K. Lawrie, et al., „EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program“, Energy and Buildings 33 (4) (2001) 319-331.

[2] Zhou, Y. P., J. Y., Wu, R. Z. Wang, S. Shiochi, „Energy simulation in the variable refrigerant flow air-conditioning system under cooling conditions“, Energy and Buildings 39 (2) (2007) 212-220.

[3] Lawrence Berkeley National Laboratory, „Getting Started with EnergyPlus“, 2011.

[4] Lawrence Berkeley National Laboratory, „EnergyPlus Engineering Document“, 2011.

[5] Lawrence Berkeley National Laboratory, „EnergyPlus Input-Output Reference“, 2011.

[6] Biljana Stanetić, „Inteligentne zgrade“, Elektrotehnički fakultet, Banja Luka, 2011.

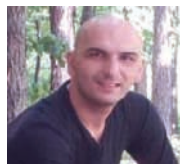
[7] Vladimir Radojević, „Inteligencija zgrade u funkciji FM-a“, Građevinski fakultet, Beograd, 2012.

[8] <http://www.opcfoundation.org>

[9] „Specijalna poglavlja softverskih sistema“, Elektrotehnički fakultet, Sarajevo.

[10] „Uvod u COM“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

Kratka biografija:



Vladan Kuzmanović rođen je 25.01.1985. godine u Kraljevu, Republika Srbija. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2013. godine.

UPOTREBA SMART BUS PROTOKOLA U AUTOMATIZACIJI PAMETNIH ZGRADA **USE OF SMART BUS PROTOCOL IN AUTOMATION OF INTELLIGENT BUILDINGS**

Uroš Perić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu pažnja će biti posvećena upravljanju tehničkim sistemima inteligentne zgrade. Posmatraće se sistem rasvjete, sistem klimatizacije i ventilacije, sistem roletni i zavjesa i sistem univerzalnih prekidača zasnovano na Smart Bus komunikacionom protokolu.

Definiše se pojam inteligentne zgrade i kako se sistem inteligentne zgrade razvijao od nastanka pa do danas. Takođe, biće date osnovne karakteristike sistema upravljanja zgradom i razlozi za njegovo uvođenje.

Definiše se komunikacioni protokol Smart Bus, biće date karakteristike protokola i objašnjena njegova upotreba u sistemima kućne automatizacije kao i karakteristike korišćenog razvojnog okruženja sa specifikacijom uređaja. Velika pažnja je posvećena softverskom rješenju projektnog zadatka, odnosno realizaciji funkcija za upravljanje sistemima rasvjete, klimatizacije, motornim roletnama i zavjesama kao i univerzalnim prekidačima unutar S-Bus mreže.

Abstract – In this paper, attention will be paid to the management of technical systems of intelligent building. We will observe lighting system, air conditioning and ventilation system, the system of blinds and curtains and universal switch system based on the Smart Bus communication protocol.

We will define the concept of intelligent building system and how intelligent buildings developed since the beginning until now. Also, the most basic features, building management systems and the reasons for its introduction.

We will define Smart Bus communication protocol and will be given the characteristics of the protocol, and explains its use in home automation systems as well as the characteristics of the used development environment with the specifications. Great attention is paid to the software solution, and the implementation of functions for the management of lighting, air conditioning, motorized blinds and curtains as well as universal switches within the S-Bus network.

Ključne reči: Pametne zgrade, HDL, Smart Bus, Miracle

1. UVOD

Da bi se imala uspješna komunikacija između postojećih uređaja koji se koriste u pametnim zgradama vremenom su razvijene različite procedure koje se koriste pri automatizaciji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac.

Nažalost, u posljednje dvije decenije, razvijeno je mnogo različitih protokola koji nisu potpuno usklađeni (kompatibilni) jedni sa drugima. Kao posljedica toga dešava se da komponente koje se koriste u pametnim zgradama, iako su proizvedene od strane istog proizvođača, ne mogu ispravno komunicirati jedna sa drugom. U slučaju kada želimo da nam se npr. svjetlo na lampama koje su priključene na više “pametnih” utičnica različitih proizvođača uključuje i isključuje sinhrono, mora da bude obezbijeđena komunikacija između prekidača i svih utičnica. Najpraktičnije bi bilo napraviti gateway (“most” između različitih protokola) tako da komunikacija bude uspješna ali to obično nije lako uraditi.

Obrazloženje za postojanje više standarda za razmjenu podataka su posljedica kontradiktornih zahtjeva koje oni moraju da zadovolje. Kao i kod svake druge tehnologije, različiti pristupi imaju prednosti i nedostatke. Na prvi pogled čini se da korišćenje jednostavne zajedničke magistrale za digitalan prenos podataka predstavlja prednost za sve elemente koji razmjenjuju podatke. Osnovnu poteškoću predstavljaju velike razlike u obimu podataka koji se razmjenjuju i potrebnoj brzini ažuriranja. Trenutno su u upotrebi brojni komunikacioni protokoli. Uglavnom su osmišljeni od strane kompanija koje proizvode opremu za kućnu automatizaciju ili od neke organizacije koja povezuje više kompanija. Neki od njih omogućavaju samo pojedine radnje (kao što je kontrola rasvjete), dok drugi omogućavaju upravljanje kompletnim zgradama. Neki od najznačajnijih protokola koji su trenutno u upotrebi su: S-Bus, C-Bus, DALI, DSI, X10, Dynalite, KNX, LonTalk, oBIX, VSCP, xAP, ZigBee, EnOcean i drugi.

2. ZADATAK

Na osnovu dosadašnjeg izlaganja stiče se utisak da na tržištu vlada veoma široka ponuda. To korisnike može dovesti u dilemu prilikom odabira opreme jer u većini slučajeva oprema jednog proizvođača ne može da se koristi u kombinaciji sa softverom koji je razvio neki drugi proizvođač. U ovom slučaju, nameće se rješenje koje podrazumijeva upotrebu softvera koji podržava više proizvođača što znači da takav softver treba da podrži i više komunikacionih protokola. Iz te ideje proizilazi zadatak ovog rada, u okviru kojeg je potrebno uraditi sljedeće:

1. Utvrditi način komunikacije i razviti softver za upravljanje opremom proizvođača HDL, korišćenjem biblioteke HDLMiracle koju proizvođač nudi kao opciju za samostalan razvoj softvera.

2. Na osnovu zapažanja nastalih kao rezultat zadatka iz tačke 1) razviti softver za upravljanje opremom koji može da funkcioniše potpuno nezavisno od biblioteke *HDLMiracle*.
3. Realizovani softver testirati u realnom vremenu i okruženju.

2.2. Formalni opis problema

U okviru biblioteke *HDLMiracle* koju koristimo implementiran je *S-Bus* komunikacioni protokol i realizovane su funkcije pomoću kojih se vrši slanje i prijem poruka. Kako bi se na pravilan način podaci prenijeli bilo je potrebno ustanoviti način zapisa podataka u niz koji se šalje pomoću navedenih funkcija kao i komandne kodove za izvršenje određenih operacija. Komandni kodovi definisani su u okviru specifikacije *S-Bus* protokola ali proizvođači ponekad odstupaju od toga. U našem slučaju, kod kontrole rasvjete, univerzalnih prekidača i upravljanja motornim roletnama je korišćen specifičan komandni kod, dok ga je kod kontrole klimatizacije bilo potrebno ustanoviti empirijski, kao i redoslijed zapisa podataka u okviru niza koji se proslijeđuje pomenutom funkcijom. Prije toga, oprema je povezana i konfigurisana koristeći poseban *HDL*-ov softver za konfiguraciju opreme. Što se tiče softverskog rešenja, prvo je razvijena test aplikacija u programskom jeziku *C#* jer on omogućava lakše rukovanje sa *DLL*-om nego *Java*. Nakon obavljenih testiranja vršeno je snimanje saobraćaja između računara i korišćene opreme kako bi se pronašao način za izuzimanje biblioteke *HDLMiracle*. Za dalje rješenje problema izabran je programski jezik *Java*. Napravljena je test aplikacija koja sadrži sve funkcije kao i test aplikacija pisana u programskom jeziku *C#*. Ova aplikacija zasnovana je na drugačijem konceptu, prenos podataka ka i od uređaja odvija se na transportnom nivou *OSI* modela mrežne komunikacije. Testiranjem ovog rješenja postignuti rezultati su ekvivalentni rezultatima dobijenim uz pomoć *HDLMiracle* biblioteke odnosno omogućeno je upravljanje opremom sa bilo kog računara ili drugog uređaja na računarskoj mreži koji nema *HDLMiracle* biblioteku.

3. SMART BUS

Smart Bus je patentirani protokol (pod brojem: 201110123081.0) i oslanja se na unaprijedenu *RS485* 64-bitnu komunikaciju. Ovaj dvosmjerni komunikacioni protokol osmišljen je od strane *Smart Home* grupacije isključivo za potrebe industrije kućne automatizacije kako bi postao standard za područje Azije i Afrike. Poznat je pod nazivima *Smart-BUS*, *S-Bus*, *SBUSPro* i *SmartHome-BUS*. *S-Bus* je takođe i "otvoren" protokol. Svaka registrovana organizacija ili proizvođač mogu jednostavno dobiti kompletnu dokumentaciju vezanu za protokol nakon prijavljivanja organizaciji. *SmartHome* grupacija trenutno ima oko dvadeset članova (proizvođača), gdje pripada i *He dong Lighting (HDL)*, čija je oprema korišćena u ovom radu [2].

S-Bus može da radi u širokom naponskom opsegu, od 8V do 32V DC, i pri tome je potrebna struja 20-32mA po uređaju tokom operacije, što ga svrstava u red malih potrošača energije. Koristi četiri provodnika ili četiri parice kako bi se smanjio šum. Pored toga postoji i

nekoliko zaštitnih vodova kao što su zaštita od obrnute polarizacije, zaštita od kratkog spoja, zaštita od preopterećenja, zaštita od pregrijavanja i drugi.

Svaki uređaj posebno čuva podatke tako da greška individualne komponente neće uzrokovati pad sistema i neće dovesti korisnika u sumnju o stanju sistema. Podešavanja su uvijek čuvana od prekida napajanja i sistem će se sam vratiti u normalan režim, odnosno u režim rada prije prekida napajanja.

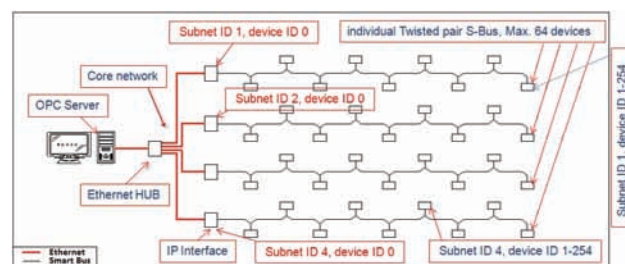
Kao prenosni medijumi mogu da se koriste:

1. Provodnik sa četiri uvrnute parice - *UTP* mrežni kabel kategorije 5, što je preuzeto iz *RS485* standarda radi zaštite od šuma koji može nastati usled prenosa podataka
2. *Powerline* komunikacija – način prenosa signala podataka kroz energetske provodnike (slično kao kod *X10* protokola, ali uz dosta brži i stabilniji prenos).
3. *Wireless, Infrared*
4. *Fiber* optički kabel

3.1. S-Bus u okviru IP mreže

U okviru *IP* mreže koristi se *UDP* protokol za prenos podataka. U njega se pakuju podaci koji dolaze preko *RS485* komunikacije. Pri tome se port 6000 koristi kao podrazumijevani. *IP* interfejs se koristi kao posrednik u komunikaciji (*router*) između glavne mreže i podmreže (*Subnet*), za spregu sa drugim sistemima, kao i prilikom konfigurisanja i praćenja sistema. Poruka koja se šalje preko *IP* mreže proslijeđuje se na *RS485* komunikaciju u okviru podmreže ukoliko odredišni *Subnet ID* odgovara tom *IP* interfejsu, ili ako je poruka poslata svim uređajima koji se nalaze u okviru mreže.

Moguće je ukupno adresirati do 254 podmreže sa po 254 uređaja u okviru svake od njih. *SubnetID* 255 označava slanje poruke svim uređajima. Ukoliko se koristi nekoliko petlji, koje su povezane preko rutera, tada možemo adresirati do 65280 uređaja u okviru mreže. Pošto u sistemu ne postoje vodeći (*master*) i prateći (*slave*) uređaji, svaki uređaj u okviru mreže šalje poruku po potrebi. Na taj način značajno se smanjuje broj poruka u okviru mreže kako ne bi dolazilo do kolizije. Na slici 1 prikazan je primjer mreže sa *Ethernet HUB*-om, koja sadrži četiri *IP* intereseja prema podmrežama, od kojih svaka od podmreža može imati do 64 uređaja povezanih na jedan parični kabel. [3]



Slika 1. *Smart Bus* mreža

3.2. Detaljan prikaz Smart Bus protokola

Detaljan prikaz *S-Bus* protokola prikazan je na slici 2, gdje se vidi da se *S-Bus* paket podataka sastoji od sledećih polja [6]:

1. *Leading code* – polje dužine 16 bita, označava početak frejma.
2. *Length of data package* – čuva dužinu podataka, u šta spadaju polja počevši od njega pa do kraja frejma.
3. *Original subnet ID* – redni broj pod mreže u okviru koje se nalazi uređaj koji šalje podatke.
4. *Original device ID* – redni broj uređaja koji šalje podatke u okviru pod mreže.
5. *Original device type* – vrsta uređaja koji šalje podatke.
6. *Operate code* – komandni kod.
7. *Target subnet ID* – redni broj pod mreže u okviru koje se nalazi ciljani uređaj.
8. *Target device ID* – redni broj ciljanog uređaja u okviru pod mreže.
9. *Content* – podaci koji se šalju.
10. *CRC High i CRC Low* – polja u okviru kojih se nalaze biti za provjeru greške, pri čemu se koristi CRC algoritam za provjeru.

	Start Code	LEN of Data Package	Original Subnet ID	Original Device ID	Original Device Type	Operation Code	Target Subnet ID	Target Device ID	Additional Content	CRC H (higher 8 bit)	CRC L (lower 8 bit)
Data Type	16bit	8Bit	8Bit	8Bit	16Bit	16Bit	8Bit	8Bit	0-N	8Bit	8Bit
Data Range	0xAAAA	13-78	0-254	0-254	0-0FFFF	0-0xFFFF	0-254	0-254	0-N bytes		
SN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Slika 2. S-Bus paket podataka

Polazni i određujući *Device ID* i *Subnet ID* uzimaju vrijednosti od 0 do 254, i 255 za *broadcast* poruke. Maksimalna dužina podataka u okviru jednog paketa može biti 80 bajta, pri čemu je 67 bajtova maksimalna dužina sadržaja poruke dok ostatak odlazi na ostala polja u okviru frejma.

4. Softversko rješenje

Softversko rješenje projektnog zadatka djelimično se oslanja na *Miracle.dll* biblioteku [4], koja sadrži implementaciju S-Bus komunikacionog protokola i funkcije za slanje i prijem poruka. Ova biblioteka omogućava programerima da posredstvom njenih funkcija šalju i primaju poruke na mreži bez detaljne analize komunikacionog protokola. Podrazumijevani port je 6000 pa treba provjeriti da li ga neka druga aplikacija koristi i u slučaju zauzeća osloboditi port. Moguće je istovremeno pokretanje više aplikacija koje koriste *Miracle.dll* biblioteku. To se ostvaruje tako što se svakoj od njih dodeljuje jedinstveni identifikacioni broj (ID). Svaka aplikacija čuva svoj ID čime se osigurava da će poruka biti dostavljena samo željenoj aplikaciji.

4.1. Razvoj test aplikacije u programskom jeziku Java

Prva faza izrade ove aplikacije podrazumijevala je detaljno snimanje i analizu upravljačkih poruka u S-Bus mreži u okviru komunikacije preko *Ethernet-a*. Za potrebe ovog dijela korišten je softverski paket *Wireshark* koji omogućava „hvatanje“ i analizu paketa u lokalnoj mreži kao i softverski paket *HDL Hotel Room Management* koji omogućava upravljanje svim vrstama uređaja koji se mogu naći u okviru jedne pametne zgrade. Kombinacija ova dva softvera upotpunila je shvatanje o komunikaciji

sa uređajima i o inkapsulaciji S-Bus poruke u okviru paketa na kojima se zasniva komunikacija na *Ethernet-u* (Slika 3).

Frame 11: 77 bytes on wire (616 bits), 77 bytes captured (616 bits)											
Ethernet II, Src: AsustekC_96:22:37 (00:0c:8e:96:22:37), Dst: 4d:49:52:55:55:55 (4d:49:52:55:55:55)											
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.2 (192.168.10.2), Dst: 192.168.10.250 (192.168.10.250)											
User Datagram Protocol, Src Port: kazaa (1214), Dst Port: 8006 (8006)											
Data (25 bytes)											
0000	4d	49	52	55	55	00	0c	6e	96	22	37
0010	00	2f	f3	27	00	00	11	01	29	c0	a8
0020	0a	fa	04	be	17	76	00	2b	19	b3	c0
0030	4c	4d	49	52	51	43	4c	55	aa	aa	13
0040	40	01	01	03	00	00	ff	09	32	b9	48

Slika 3. Izgled IP paketa podataka

Komunikacija nove test aplikacije i uređaja odvija se na transportnom nivou OSI mrežnog modela. Kao komunikacioni protokol korišten je *UDP* iz razloga brzine komunikacije. Nedostatak *UDP* protokola je taj što nema kontrolu da li se paket zagubio. Rješenje ovog problema predstavlja razdvajanje paketa po prioritetu, odnosno paketi koji nose informaciju većeg prioriteta biće poslani tri puta.

Dužina paketa za upravljanje uređajima je različita i kreće se od 27 bajta pa do 40 bajta. Formiranje paketa počinje IP adresom računara ili drugog uređaja sa kog se šalje poruka. Adresa uređaja zauzima 4 bajta i nakon toga se šalje 12 sistemskih bajtova. Sledeći korak predstavlja formiranje S-Bus poruke na način opisan u poglavlju 3.2. Da bi poruka bila kompletna i validna potrebno je izvršiti CRC provjeru niza podataka. Proizvođač u ovom slučaju nije ispoštovao specifikaciju protokola pa se do korišćene polinomijalne funkcije došlo empirijskim putem. Polinomijalna funkcija je $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, poznata i pod nazivom *CRC-CCITT*. Za ovu potrebu realizovana je klasa *CRC16Check* koja sadrži metodu *calculateCRC*. Ovoj metodi proslijeđujemo formirani niz podataka a kao rezultat dobijamo vrijednosti *CRC High* i *CRC Low* ukupne veličine 2 bajta. Ovako formirana poruka šalje se na adresu IP interfejsa S-Bus mreže.

Prvi uslov da bi aplikacija poslala poruku uređaju potrebno je da zna da li postoji HDL uređaj na mreži i koja je njegova adresa. Prilikom pokretanja aplikacija šalje *broadcast* poruku koja sadrži komandni kod za inicijalizaciju uređaja (Slika 4). Rezultat ove komande jeste odgovor uređaja koji on takođe šalje na broadcast i na taj način obavještava aplikaciju da postoji na mreži.

Operation Code: 0x2049		
Target Subnet ID:	Broadcast address	0xFF
Target Device ID:	Broadcast address	0xFF
Additional Content		
LEN of additional content: 0 bytes		

Slika 4. Podaci u okviru komande za inicijalizaciju uređaja

Prije slanja bilo kakve upravljačke poruke uređajima u mreži potrebno je izvršiti aktivaciju IP interfejsa, odnosno njegovo otvaranje prema uređajima koji šalju komandu. Ova poruka sadrži MAC adresu kontrolera u mreži i jedan bajt koji nosi informaciju da li otvaramo ili zatvaramo komunikacioni kanal (Slika 5). U slučaju uspješno primljene poruke uređaj šalje aplikaciji odgovor i ispunjeni su svi uslovi za slanje upravljačkih poruka (Slika 6).

Operation Code: 0x2045		
Target Subnet ID:	Specify subnet ID of target device	1byte, scope 0-254
Target Device ID:	Specify device ID of target device	1byte, scope 0-254
Additional Content		
LEN of additional content:: 9 bytes		
Index of Additional Content	Remark	Value
0	MAC Address	8bytes
1	Control type (enable/disable)	1byte Enable=1 Disable=0

Slika 5. Podaci u okviru komande za uključenje IP interfejsa

Na slici 6 prikazani su podaci vezani za slanje komande za kontrolu rasvjete. Isti komandni kod koristi se i za upravljanje motornim roletnama i zavjesama. Što se tiče ovog dijela, standard je u potpunosti ispoštovan. Iz tabele se može vidjeti sadržaj niza podataka pomoć kog se vrši upravljanje. Prvi član niza označava broj kanala na kontroleru. Drugi član predstavlja intenzitet osvjetljenja ili kontrolu pokretanja roletni. Treći i četvrti član koriste se za upravljanje roletnama i predstavljaju vrijeme rada motora za pokretanje roletni ili zavjesa.

Operation Code: 0x0031		
Target Subnet ID:	Specify subnet ID of target device	scope 1-254
Target Device ID:	Specify device ID of target device	scope 1-254
Additional Content		
LEN of additional content:: 4 bytes		
Index of Additional Content	Remark	Value
0	Light Channel No.	1byte 1-255 if Channel no is 255, it means broadcast channels of the device.
1	Brightness Level	1byte,0-100 it's percentage of brightness
2	High 8 bits of Running time	Scope of Running time is 0-3600s $H=(\text{Running time}) \div 256$
3	Low 8 bits of Running Time	$L=(\text{Running time}) \text{ Mod } 256$

Slika 6. Podaci u okviru komande za upravljanje rasvjetom

Na slici 7 su prikazani podaci koji se šalju u okviru odgovora na tu komandu. Niz podataka u ovom slučaju ima samo dva člana i oni redom predstavljaju broj kanala na kontroleru nad kojim je izvršena promjena i informaciju da li je komanda uspješno izvršena.

Operation Code: 0x0032		
Target Subnet ID:	Broadcast address	0xFF
Target Device ID:	Broadcast address	0xFF
Additional Content		
LEN of additional content:: 2 bytes		
Index of Additional Content	Remark	Value
0	Current Channel No	1byte.
1	Flag for success/ failure	1byte, Success=0xF8 Failure =0xF5

Slika 7. Podaci u okviru odgovora na komandu za kontrolu rasvjete

3. ZAKLJUČAK

U radu je prvo analizirana inteligentna zgrada sa aspekta značenja samog pojma i evolucije kroz period od 1980. pa do danas i može se zaključiti da ne postoji jedinstvena definicija pojma inteligentne zgrade. Iz definicija se vidi da se ovaj pojam različito objašnjava u različitim zemljama, međutim ono što je bitno da bi zgrada bila

inteligentna je da se na pravi način integriše arhitektura, struktura, okruženje, informacione tehnologije, automatizacija podsistema i upravljanje resursima. Takođe date su osnovne karakteristike sistema upravljanja zgradom.

Prikazani su osnovni principi na kojima se zasniva struktura mreže i komunikacija u okviru S-Bus mreže. Realizovane test aplikacije prikazuju formiranje upravljačke poruke i omogućavaju bolje razumijevanje prethodno usvojenog teorijskog znanja. Akcenat je postavljen na upravljanje sistemom rasvjete, sistemom za ventilaciju i klimatizaciju, sistemom motornih roletni i zavjesa i univerzalnim prekidačima.

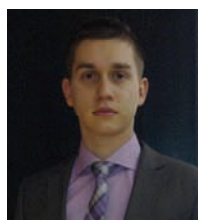
Upravljanje navedenim sistemima razrađeno je i u potpunosti realizovano tako da rad pruža mogućnost da se neki od postojećih softvera za kućnu automatizaciju unaprijedi kako bi radio sa opremom koja komunicira preko S-Bus komunikacionog protokola, u ovom slučaju konkretno sa proizvodima kompanije HDL koja nudi mnoštvo naprednih uređaja.

Unapređenjem softvera, korisniku se pruža veći izbor u pogledu opreme, a proizvođači se dovode u poziciju da moraju bolje i više raditi na razvoju proizvoda kako korisnici ne bi prestali da koriste njihovu opremu. Iako je ovde testirano svega par uređaja, ovaj rad otkriva načine komunikacije koji se mogu primijeniti na ostale uređaje koji koriste S-Bus komunikaciju, što otvara mogućnosti za dalji rad.

4. LITERATURA

- [1] Schengwei Wang, *Intelligent Buildings and Building Automation*, 2010. .pdf.
- [2] HDL Group, Catalog and Broshures, podaci preuzeti u decembru 2012. godine sa adrese: <http://www.hdlchina.com>
- [3] HDL, „S-Bus system detail training“, prezentacija sa seminara održanog 09.11.2010. u Kini.
- [4] HDL, „HDL Miracle“, tehničko uputstvo, preuzeto u aprilu 2012. godine sa adrese <http://www.hdlchina.com/>
- [5] Smart-Bus, „Smart-BUS Protocol“, verzija 1.4, poslednja izmjena 15.03.2012. godine
- [6] Smart-Bus, „Smart-BUS G4 Commands“, verzija 5.1, poslednja izmjena 17.10.2012. godine
- [7] Smart-Bus, „Smart-Bus Programming Guide“, verzija 2.0, poslednja izmjena 04.2012. godine

Kratka biografija:



Uroš Perić rođen je u Bijeljini 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2013.god.

SOFTVER ZA AUTOMATIZOVANO TESTIRANJE FUNKCIONALNOSTI GRAFIČKOG KORISNIČKOG INTERFEJSA**SOFTWARE FOR AUTOMATIC TESTING OF GRAPHICAL USER INTERFACE FUNCTIONALITY**Bojan Delić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je prodiskutovan problem testiranja funkcionalnosti grafičkog korisničkog interfejsa primenom tradicionalnih metoda testiranja, kao što je ručno testiranje, kao i primenom jednog rešenja za automatizovano testiranje. U sklopu tog rešenja je implementiran programski jezi za opis koraka testa i skup biblioteka potrebnih za automatizovano testiranje funkcionalnosti grafičkog korisničkog interfejsa.

Abstract – This paper provides a discussion of problems connected to graphical user interface functionality testing by traditional testing methods, such as manual testing and by one solution for automated testing. The solution provides the programming language for description of the steps of the test and set of libraries needed for automated testing of graphical user interface functionality.

Ključne reči: Automatizovano testiranje, Grafički korisnički interfejs, Programski jezik

1. UVOD

Testiranje grafičkog korisničkog interfejsa predstavlja problem koji se tradicionalno rešava ručnim testiranjem, koje podrazumeva da test inženjer inicira akcije u podskupu korisničkog interfejsa koji je predmet testiranja i uporedi dobijene rezultate sa očekivanim. Ovakav pristup omogućuje da test inženjer odluči o ozbiljnosti greške i da li greška stvarno postoji ili je posledica npr. okruženja u kome se testiranje vrši. Međutim, ovaj način ima i ozbiljnih mana kao što su zamor usled ponavljanja istih akcija, ponavljanje testiranja prilikom svake izmene u kodu, nepraktično trošenje inženjerskog vremena, itd. Alternativu predstavlja korišćenje automatizovanih testova. Velika prednost automatizovanih testova je činjenica da se softver može sistematski testirati u unapred definisanim vremenskim razmacima (na primer, svakodnevno ili jednom nedeljno) ili nakon svake izmene u kodu [8]. Međutim, pisanje automatizovanih testova grafičkog interfejsa je često komplikovan posao, posebno za kompleksna grafička okruženja i uglavnom zahteva detaljno poznavanje strukture testiranog interfejsa. U ovom radu je predloženo rešenje koje se sastoji iz kreiranja domen specifičnog jezika za opis koraka testa i skupa biblioteka za interakciju sa grafičkim elementima.

NAPOMENA:

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

S jedne strane ovim bi se zadržale prednosti automatizovanog testiranja, a s druge strane olakšalo bi se pisanje automatizovanih testova, jer ne bi bilo potrebno znati čitavu strukturu korisničkog interfejsa. Predloženo rešenje omogućuje testiranje grafičkog korisničkog interfejsa za aplikacije pisane korišćenjem različitih grafičkih biblioteka. Ono takođe nudi mehanizam za kreiranje izveštaja testiranja, na osnovu koga test inženjeri mogu odlučiti da li su testovi uspešno izvršeni.

Postojeća rešenja [3][4][7] su uglavnom vezana za jednu grafičku biblioteku, ne pružaju dovoljan nivo automatizacije ili su previše glomazna i samim tim značajno menjaju test okruženje.

2. OPIS REŠENJA

Za primer testiranja će biti uzet kalkulator koji dolazi uz operativni sistem **Windows**, koji je dat na Slici 1.

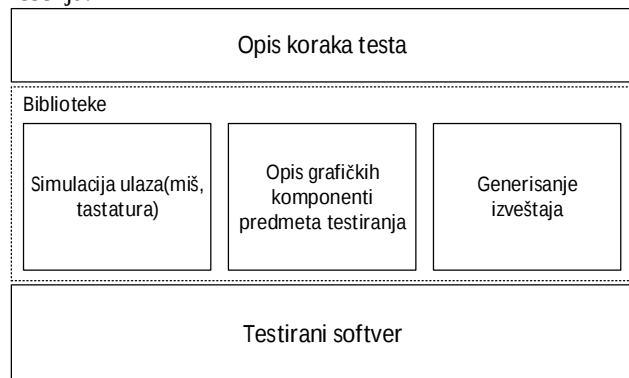


Slika 1 – Primer aplikacije koja se testira
Mogući koraci testa za kalkulator bi mogli biti:

- klik na dugme 1
- klik na dugme plus
- klik na dugme 2
- klik na dugme jednako
- provera da li je u rezultatu vrednost 3.

Da bi ovi koraci mogli biti izvršeni, potrebno je obezbediti nekoliko stvari. Umesto test inženjera, koji ručno inicira akcije nad elementima interfejsa, potrebno je obezbediti simulaciju ulaznih uređaja, kao što su tastatura i miš. Da bi te akcije bile moguće, potrebno je obezbediti pristupanje elementima interfejsa koji su od interesa za testiranje (na primer, dugmadima kalkulatora ili polju rezultata, itd.). Nakon izvršavanja testa, potrebno je obezbediti izveštaj na osnovu koga će test inženjeri utvrditi ishod testiranja. Na kraju, potreban je jednostavan

način za opis koraka testa. Na Slici 2 je data arhitektura rešenja.



Slika 2 – Arhitektura rešenja

2.1. Simulacija ulaznih uređaja

Jedna od osnovnih stvari koje je potrebno podržati za automatizovano testiranje funkcionalnosti grafičkog korisničkog interfejsa je simulacija ulaznih uređaja. Iako postoji veći broj mogućih ulaznih uređaja, većina njih se koristi za potrebe softvera za specijalne namene (kao što su grafičke table) ili računarske igre (na primer džojstik). Dva uređaja koja su prisutna na svakom modernom personalnom računaru su tastatura i miš. Ova dva uređaja su podržana od strane biblioteke za simulaciju ulaznih uređaja.

Simulacija ulaznih uređaja je implementirana kroz sistemske pozive operativnog sistema **Windows**. Ovaj operativni sistem omogućava da se u niz događaja, koje inače generišu fizički uređaji, umetnu lažni događaji, koji se dalje obrađuju na isti način kao događaji generisani od strane fizičkih uređaja. Ovo je omogućeno kroz funkciju operativnog sistema `SendInput`.

Funkcija `SendInput` ne pravi razliku između uređaja koji je potrebno simulirati, tako da se koristi za simulaciju i tastature i miša. Pošto ova funkcija simulira ulazne uređaje na dosta niskom nivou (ne postoji simulacija klika tastera miša, već pritisak i otpuštanje tastera, itd.), to je čini nepraktičnom za direktno korišćenje od strane test inženjera. Zbog toga su kreirane dve klase koje apstrahuju korišćenje ove funkcije i nekoliko pomoćnih enumeracija za predstavljanje konstantnih vrednosti.

Za simulaciju miša kreirana je klasa `Mouse` koja omogućava simulaciju jednostavnih događaja, kao što su pritisak tastera miša i pomeranje miša, i kompleksnih događaja, kao što su dupli klik i `drag&drop`. Za potrebe korišćenja ove klase kreirana je enumeracija `MouseButton` koja sadrži konstante za predstavljanje različitih tastera miša.

Za simulaciju tastature kreirana je klasa `Keyboard` koja pruža funkcionalnost simulacije tastature. Moguće je simulirati jednostavne događaje, kao što su pritisak tastera na tastaturi, i kompleksne događaje, kao što je pritisak i otpuštanje više tastera istovremeno za simuliranje prečica. Za potrebe opisa tastera kreirana je enumeracija `Key` koja sadrži konstante za svaki taster na tastaturi, uključujući slova i specijalne tastere, kao što su `Control`, `Escape`, funkcijski tasteri itd.

2.2. Kontrolni obrasci

Kontrolni obrasci su mehanizam **UI Automation** [5] biblioteke za pristupanje funkcionalnostima grafičkih

elemenata, bez obzira na tip elementa i njegovu grafičku reprezentaciju. Jedan obrazac može da podrži više srodnih akcija. **UI Automation** biblioteka pruža konačan skup kontrolnih obrazaca i oni predstavljaju česte funkcionalnosti grafičkih elemenata. Jedan grafički element može da podrži više od jednog obrasca, što često i jeste slučaj. Podržano je ukupno 18 kontrolnih obrazaca. Neki od često korišćenih obrazaca su `Invoke`, `ExpandCollapse`, `Selection`, `Transform`, `Window` itd. `Invoke` obrazac ima jednu akciju koja izaziva podrazumevanu akciju nad grafičkim elementom (na primer, za dugme je to klik). `ExpandCollapse` obrazac podržava dve akcije, jednu za proširenje i jednu za skupljanje grafičkog elementa. `Selection` podržava odabir grafičkog elementa u kontejneru. `Transform` podržava menjanje geometrije (veličine, pozicije) grafičkog elementa. `Window` podržava manipulaciju prozora.

Kontrolni obrasci koriste klijent – server arhitekturu. Server je grafička aplikacija od interesa, a klijent aplikacija koja koristi kontrolne obrasce za izazivanje akcija nad grafičkim elementima.

Za neke scenarije korišćenja, kontrolni obrasci su neophodni. Na primer, za preuzimanje vrednosti trenutnog rezultata iz kalkulatora. Za pritisak dugmeta nisu neophodni, jer je moguće koristiti simulaciju ulaznih uređaja, ali često je korišćenje kontrolnih obrazaca mnogo praktičnije. Na primer, ukoliko dugme nije omogućeno (**disabled**) simulacija klika na njega bi bila uspešna, dok bi korišćenje `Invoke` obrasca rezultovalo prijavljivanjem greške.

S druge strane, kontrolne obrasce je nekad nemoguće koristiti. Na primer, za operaciju klika desnim tasterom miša je nemoguće koristiti obrazac jer dugme podržava samo jedan obrazac, `Invoke`, a njegova akcija ima efekat kao klik levim tasterom miša. Rešenje za ovaj problem je korišćenje simulacije ulaznih uređaja. Drugi primer kad je neophodno korišćenje simulacije ulaznih uređaja je kad aplikacija, koja se testira, koristi nestandardne grafičke elemente, koji za iscrtavanje na ekran koriste mehanizme koji zaobilaze **UI Automation** biblioteku.

2.3. Tipovi grafičkih elemenata

Iako grafički korisnički interfejs može biti komplikovan, uglavnom je kreiran od postojećih, dobro poznatih, grafičkih elemenata. Mnoge aplikacije koriste različite stilove iscrtavanja ovih grafičkih elemenata, ali to su u osnovi i dalje isti elementi, tako da ih je moguće koristiti, nezavisno od grafičkih ukrasa korišćenih prilikom iscrtavanja.

UI Automation biblioteka prepoznaje 38 različitih tipova grafičkih elemenata. Sve druge elemente označava tipom `Custom`. Biblioteka za automatizaciju testiranja grafičkog korisničkog interfejsa sadrži po jednu klasu za reprezentaciju svakog od ovih elemenata. Svaki od elemenata podržava drugačiji skup kontrolnih obrazaca i atributa, ali mnogi od njih su zajednički za sve elemente. Zbog toga postoji bazna klasa `Element` koja definiše akcije koje je moguće izvršiti nad svakim elementom. Neke od ovih akcija su simulacija klika na sredinu elementa različitim tasterima miša, preuzimanje vrednosti atributa **Automation Id**, **Name**, **Type** i drugih.

Za potrebe testiranja kalkulatora, od interesa je klasa `Button`, čije instance predstavljaju pojedine dugmiće na kalkulatoru, i `Text`, čija instanca predstavlja polje sa vrednošću u kalkulatoru.

2.4. Pretraga grafičkih elemenata

Simuliranje ulaznih uređaja jeste potrebno, ali ne i dovoljno za automatizovano testiranje funkcionalnosti grafičkog korisničkog interfejsa. Ukoliko je potrebno, na primer, kliknuti na dugme 1 kalkulatora, potrebno je znati njegovu poziciju. Ova pozicija može da se menja u zavisnosti od okruženja u kom se softver izvršava (na primer na različitim rezolucijama ekrana), pa i od jednog do drugog pokretanja softvera. Da bi se ovaj problem prevazišao potrebno je za vreme izvršavanja testa utvrditi lokaciju na kojoj se dugme nalazi. Lokacija elementa je samo jedan od atributa koje je potrebno dobiti za vreme izvršavanja testa. Na primer, potrebno je pročitati vrednost upisanu u polje sa rezultatom kalkulatora. Rešenje za ovaj problem pruža **UI Automation** biblioteka. Ova biblioteka pruža mehanizam za pretragu grafičkog stabla na osnovu vrednosti atributa grafičkih elemenata. Iako je pretragu moguće vršiti po vrednosti bilo kog atributa, izdvaja se pet atributa koji su pogodniji za pretragu od drugih. Na primer, pozicija grafičkog elementa je smeštena u atribut **Location**, ali nije zgodna za pretragu zbog toga što se menja. Atributi koji su pogodni za pretragu su **Automation Id**, **Framework Id**, **Name**, **Class name** i **Type**. **Automation Id** predstavlja jedinstven identifikator za element na jednom nivou grafičkog stabla. **Framework Id** je identifikacija grafičke biblioteke koja je korišćena za pravljenje aplikacije. **Name** je ime elementa i zavisi od tipa elementa. **Class name** je ime klase implementira grafički element, a **Type** je tip elementa. Vrednosti ovih atributa za konkretne elemente je moguće saznati pomoću alata **UISpy**, koji dolazi uz **Windows SDK**.

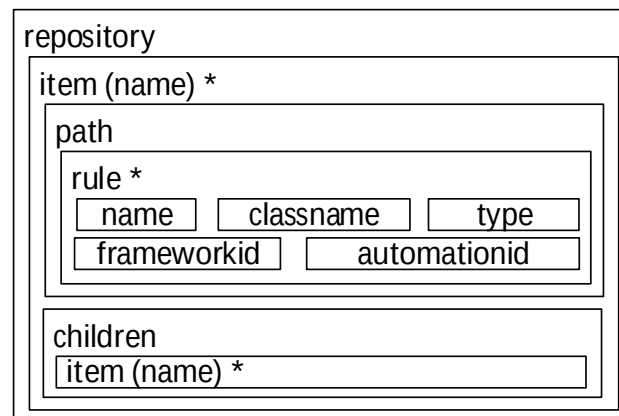
Predloženo rešenje podržava dva načina pretrage grafičkog stabla. Prvi je kreiranje datoteke sa opisima pravila za pretragu (repozitorijum), a drugi je pretraga iz koda. Datoteka sa opisima pravila za pretragu je korisna za razdvajanje logike pretrage od opisa koraka testa, dok je pretraga iz koda potrebna za situacije kad vrednost atributa, po kojima se vrši pretraga, može biti promenljiva.

2.4.1. Repozitorijum

Repozitorijum je **XML** datoteka koja sadrži podatke potrebne za opis grafičkih elemenata i njen sadržaj popunjava test inženjer. Ova datoteka se kreira za svaku aplikaciju ili deo aplikacije koji je predmet testiranja. Repozitorijum predstavlja deklarativni način pretrage grafičkih elemenata, jer je potrebno samo navesti pravila po kojima se vrši pretraga, a korisnik ne mora da vodi računa o samom mehanizmu pretrage.

Pošto je grafički interfejs organizovan u obliku stabla, i repozitorijum odlikava ovakvu organizaciju. Korenski element je `repository` koji sadrži elemente tipa `item`. Oni predstavljaju grafičke elemente kojima je moguće pristupiti za vreme izvršavanja testa i svaki od njih sadrži niz vrednosti atributa potrebnih za pronalaženje grafičkog elementa. Takođe, svaki `item` element opcionalno može da sadrži `children` element, koji sadrži druge `item`

elemente. Na ovaj način se kreira hijerarhijska struktura. Slika 3 sadrži grafičku predstavu strukture repozitorijuma. Pronalaženje `item` elemenata koji su direktni potomci `repository` elementa počinje od korenskog čvora u grafičkom stablu (koji uvek predstavlja radnu površinu, **desktop**), a pronalaženje svih ostalih počinje od njihovog direktnog pretka. Ovo znači da je kompletna putanja potrebna za pronalazak nekog grafičkog elementa



Slika 3 – Struktura repozitorijuma

sastavljena iz pravila navedenih u samom elementu i pravila iz svih njegovih predaka. Na primer, da bi bilo moguće pronaći dugme 1 u kalkulatoru, prvo je potrebno pronaći prozor kalkulatora, pa je tek unutar njega moguće pronaći željeno dugme.

Ukoliko se, zbog sporosti softvera koji je predmet testiranja ili okruženja u kome se testiranje vrši, desi da se traži grafički element koji još ne postoji, moguće su tri situacije. Jedna je prijava greške, što nije dobro, jer je moguće da će se traženi element ubrzo pojaviti. Druga je vršenje pretrage, dok se element ne pronađe, što takođe nije dobro, jer je moguće da se element nikad ne pojavi. Treće rešenje, i ono koje je implementirano, je postojanje maksimalnog vremena koliko će se pretraga vršiti. Ako element nije pronađen ni nakon zadatog vremena, biće prijavljena greška. Ovo je omogućeno kroz `searchtimeout` atribut elementa `item`. Vrednost ovog atributa predstavlja maksimalan broj sekundi koliko će se pretraga vršiti. Ukoliko se ne navede, podrazumevana vrednost je 30 sekundi.

2.4.2. Pretraga iz koda

Korišćenje repozitorijuma je zgodno zbog razdvajanja pretrage grafičkih elemenata od opisa koraka testa. Međutim, u situacijama gde je potrebno pronaći element čije osobine nisu poznate do trenutka izvršavanja testa, potrebno je obezbediti mehanizam za pronalaženje grafičkih elemenata iz koda testa. Na primer, traženje elementa u koji je upisan rezultat izračunavanja u kalkulatoru zavisi od trenutne vrednosti koja je upisana u rezultat. Ova vrednost zavisi od prethodnih koraka testa, tako da je ovaj element nemoguće pronaći na osnovu upisane vrednosti iz repozitorijuma.

Pretraga iz koda prati principe koje definiše i repozitorijum. Ovo znači da se traženje elementa uvek vrši u odnosu na neki drugi grafički element. Klasa `Element`, koja predstavlja grafički element, podržava funkcionalnost pretrage svojih direktnih potomaka.

2.5. Generisanje izveštaja

Prilikom razvoja rešenja, korišćena je biblioteka **NLog** [6] i za kreiranje izveštaja automatizovanog testiranja.

Prednost korišćenja pomenute biblioteke za logovanje prilikom generisanja izveštaja je u tome što je moguće na jednostavan način u izveštaj dodati i poruke iz biblioteke za automatizovano testiranje, a ne samo iz testova, što olakšava pronalazak problema. Loša strana je nepostojanje mehanizma za označavanje testa uspešnim ili neuspešnim. Tradicionalno, biblioteke za logovanje upisuju poruke u tekstualne datoteke, dok bi izveštaj testiranja bio pregledniji u grafičkom obliku. Zbog ovoga je razvijen niz proširenja **NLog** biblioteke koji rešavaju ove probleme.

Za označavanje testa uspešnim ili neuspešnim dodata su dva dodatna nivoa logovanja – **Success** (uspeh) i **Failure** (neuspeh). Na primer, za testiranje kalkulatora bi, u opisu koraka testa, bilo potrebno preuzeti vrednost iz polja rezultata, uporediti je sa vrednošću „3“ i ako se vrednosti poklapaju iskoristiti nivo logovanja **Success**, a u suprotnom slučaju nivo logovanja **Failure**.

Za prikazivanje izveštaja u grafičkom obliku kreirano je proširenje koje upisuje izveštaj u **XML** datoteku. Zatim, kreirana je **XSL** datoteka sa pravilima za prevođenje pomenute **XML** datoteke u **HTML** oblik koji je pogodan za pregled u Internet pregledaču.

Uzimajući u obzir prirodu testiranja, korisna je mogućnost dodavanja slike sa trenutnim sadržajem ekrana u izveštaj, tako da je i ova mogućnost dodata kroz nivo logovanja **Screenshot**. Moguće je napraviti snimak čitavog ekrana ili jednog njegovog dela (na primer, jednog prozora). Slike kreirane na ovaj način će biti vidljive u Internet pregledaču.

2.6. Opis koraka testa

Za potrebe opisa koraka testa razvijen je programski jezik **Tesla** [2] (**TESTing LAnguage**). **Tesla** je dinamički programski jezik sa jednostavnom sintaksom koji za cilj ima lakoću korišćenja i jednostavno pisanje testova.

Osnovni koncept koji je implementiran u **Tesli** su objekti koji mogu da primaju poruke. Nakon primljene poruke izvršava se neka akcija.

Tesla podržava koncept klase i objekata tih klase. **Tesla** klase se pišu u **C#** [1] programskom jeziku, a instance tih klase su **Tesla** objekti. Akcije koje se izvršavaju, nakon što objekat primi poruku, se definišu kao metode u **C#**-u. Da bi mapiranje **C#** klase bilo moguće, iskorišćeni su **C#** atributi, koji predstavljaju način dodavanja meta podataka na elemente jezika, koje je moguće kasnije pročitati introspekcijom. Svaka **Tesla** klasa mora da ima atribut [**TeslaClass**], a svaka metoda, koja se izvršava nakon što **Tesla** objekat primi poruku, mora da ima atribut [**TeslaMessageHandler**]. U atributu [**TeslaClass**] je opciono moguće navesti ime klase koje će biti korišćeno u **Tesli** i imenski prostor u koji će klasa biti smeštena. Atribut [**TeslaMessageHandler**] ima obavezan parametar koji predstavlja potpis poruke za koju je zadužena metoda na kojoj se atribut nalazi.

Sve biblioteke opisane u ovom radu su pisane na takav način da ih je moguće koristiti iz programskog jezika **Tesla**.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat pregled jednog kompletnog rešenja za problem automatizovanog testiranja funkcionalnosti grafičkog korisničkog interfejsa. Korišćenjem programskog jezika **Tesla** i pratećih biblioteka omogućeno je da test inženjeri, koji nisu upoznati sa detaljima implementacije sistema koji testiraju, pa ni sa programiranjem, na jednostavan način opišu korake potrebne za izvršavanje testa.

Glavne prednosti predloženog rešenja su mogućnost kontinualnog testiranja na sistematičan način i smanjenje količine posla za test inženjere i vremena potrebnog za testiranje softvera.

Na osnovu merenja u realnom okruženju utvrđeno je za testove u kojima se ne čeka na odziv sistem da može da se ostvari ušteda u vremenu od nekoliko desetina puta u odnosu na ručno testiranje.

Prilikom korišćenja ovog rešenja u praksi javili su se i problemi. Najveći broj problema se odnosio na nepostojanje mogućnosti da se pronađe grafički element koji je od značaja za test. U ovakvim situacijama rešenje je da se u softveru, koji je predmet testiranja, za element koji je od značaja, doda vrednost atributa za **Automation Id**. Iako ovo zahteva izmene na softveru koji se testira, ove izmene nisu velike i obično su prihvatljive.

Zbog sve veće popularnosti **web** aplikacija koje se izvršavaju u Internet pregledačima, dalji razvoj bi se mogao odnositi na mogućnost testiranja ovih aplikacija. Način pretrage elemenata bi morao biti izmenjen, pošto je struktura elemenata drugačija u odnosu na desktop aplikacije. Prednost ovakvog testiranja bi bila mogućnost korišćenja istih testova, sa različitim repozitorijumima, za skup funkcionalnosti koji je isti u **web** i **desktop** aplikacijama.

4. LITERATURA

- [1] Bart De Smet, „C# 4.0 Unleashed“, Indianapolis: SAMS, 2011.
- [2] Bojan Delić, „Programski jezik za automatizovano testiranje grafičkog korisničkog interfejsa“, FTN Novi Sad, Diplomski rad, 2013.
- [3] Borland, *SilkTest*, 2013, <http://www.borland.com/products/silktest/> (accessed 3 2013)
- [4] Marcus Mikkolainen, „Automated Graphical User Interface Testing“, University of Helsinki, 2006.
- [5] MSDN, *UI Automation Overview*, 2013, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms747327.aspx> (accessed 3 2013)
- [6] NLog, 2013, <http://nlog-project.org/> (accessed 3 2013)
- [7] Ranorex, <http://www.ranorex.com/> (accessed 3 2013)
- [8] Ron Patton, „Software testing“. Indianapolis, SAMS.2005.

Kratka biografija:



Bojan Delić rođen je u Novoj Gradiški 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2013.god.

METOD ODABIRA REGULACIONIH PARAMETARA INDUSTRIJSKIH POZICIONIH KONTROLERA

REGULATOR PARAMETER SELECTION METHOD FOR INDUSTRIAL POSITIONAL CONTROLLERS

Mirko Ležajić, Veran Vasić, Đura Oros, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad opisuje metodu odabira parametara industrijske pozicione kartice proizvođača „Danfoss“, koja se može primeniti i na pozicione kartice ostalih proizvođača.

Abstract – Paper deals with parameter selection method suitable for industry positional card. Quality of this method was demonstrated with “Danfoss” MCO 305 positional card but this method is also suitable for positional cards by other manufacturers.

Ključne reči – Regulacija, pozicija, asinhroni motor, sinhronizacija

1. UVOD

Primena pogona regulisanih po poziciji se sreće kod dizalica, kranova, paletizera, raznih vrsta pokrenih traka, mehaničkih ruku itd. Često se primenjuje kod liftova. Sinhronizovani sistemi se primenjuju u papirnoj industriji kod pogona valjaka, raznih pogona sa pokretnim trakama i dr.

Za kvalitetno funkcionisanje pogona, potrebno je da ima što manju grešku u radu. Ovaj rad se bavi upravo metodama odabira parametara pozicione kontrole „Danfoss-ove“ pozicione kartice ali se može iskoristiti i kod parametara kartica drugih proizvođača.

U radu je objašnjen matematički model jednog uobičajenog pozicionog pogona kao i metoda odabira parametara pozicione regulacije.

2. HARDVER

Za realizaciju eksperimentalnog setupa korišćena su dva motora proizvođača „Sever“ oznake 1 ZK 80 3-4 [1]. Oba motora se napajaju preko “Danfoss” frekventnih pretvarača serije FC 302 snaga 1,5 [kW]. Povratna sprega po brzini odnosno poziciji dobija se od inkrementalnih enkodera koji su postavljeni na vratilo motora. Rezolucija enkodera pogona u pozicionom režimu rada je 3600 [p/r] dok je napon rada od 5 do 12 V (DC).

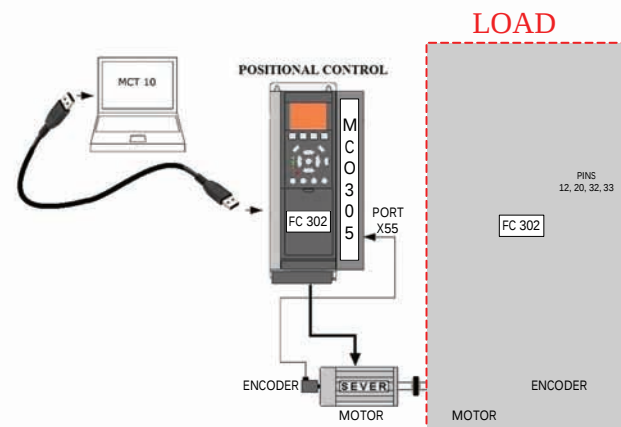
Frekventni pretvarač drugog motora je podešen na momentni rad da simulira opterećenje. Informaciju o brzini dobija od inkrementanog enkodera koji radi na naponskom nivou 24 [V] (DC), rezolucije 1000 [p/r].

Oba motora, napajana frekventnim pretvaračima, su spregnuta mehanički preko vratila.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Veran Vasić.

Analiza je obavljena pomoću MCT 10 softvera realizovanog od strane „Danfoss“ proizvođača [2]. Sedeća slika prikazuje pogon za ekperimentalnu analizu.

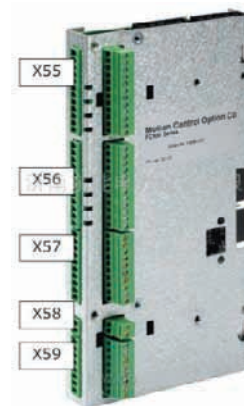


Sl. 1. Pogon za analizu

3. MCO 305 POZICIONA KARTICA

Nakon preporučene inicijalizacije [3] i unosa podataka motora u FC302, obavljena je automatska adaptacija parametara (AMA) [4]. Ova adaptacija služi za identifikaciju potrebnih parametara ekvivalentne šeme asinhronog motora.

Podešeni princip kontrole motora je *Flux with Motor Feedback* sa zatvorenom spregom po brzini. Ovo je DFOC (*Direct Field Oriented Control*) upravljanje [4].



Sl. 2. Izgled MCO 305 pozicione kartice

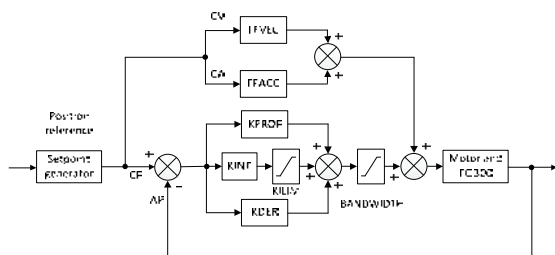
Portovi pozicione MCO 305 kartice sa slike 2 su X55 (Encoder 2 - *Slave*), X56 (Encoder 1 - *Master*), X57 (Digitalni ulazi), X58 (24V DC napajanje), X59 (Digital

izlazi), **X62** (MCO CAN Bus) i **X60** (Debug connections (RS-485)). Port X55 je povezan sa enkoderom rezolucije 3600 [P/R].

Parametri MCO 305 moraju biti pravilno uneti. Ovi parametri su: 32-0* *Encoder 2*, 32-3* *Encoder 1*, 32-5* *Feedback Source* i 32-8* *Velocity & Accel* [3]. Unos podataka se vrši preko MCT 10 softvera ili preko kontrolnog panela.

4. MCO 305 – KONTROLNI DIJAGRAM

MCO 305 kontrolni algoritam je dat na sl. 3.



Sl. 3. Regulaciona struktura pozicione kartice MCO 305

Setpoint generator predstavlja generator komandi i funkcija zadatih u APOSS programu MCT 10 softvera. Regulaciona struktura MCO 305 kartice može biti podeljena na dva dela: *Feed-Forward* i *PID kontroler*. *Feed-Forward* deo se najčešće koristi za aplikacije sa otvorenim povratnom spregom ali i u pogonima sa zatvorenim povratnom spregom doprinose dinamici sistema. *PID kontroler* je deo koji je zadužen za eliminaciju greške stacionarnog stanja i sastoji se iz: proporcionalnog (P), integralnog (D) i diferencijalnog (D) dela.

5. METOD PRORAČUNA PARAMETARA PID KONTROLERA

Postoji više različitih mogućnosti za odabir parametara PID kontrolera. Pri izboru parametara opredeljujemo se za kriterijum koji mora biti zadovoljen nakon izbora parametara regulatora.

U ovom radu je za početni uslov navedeno da odziv ne sme da ima prebačaj što znači da mora biti striktno aperiodičan. Razlog za to je taj što u praksi može doći do oštećenja materijala ili uređaja koji se pozicionira.

Prekidačka učestanost frekventnih pretvarača se kreće od 5 do 20 [kHz]. Što je veća učestanost, manje je izobličenje struje.

Prekidačka učestanost pretvarača FC 302 je podešena na 10 [kHz]. Sam pogon (FC302, MCO305 i motor) je niskopropusnog karaktera. Zbog toga se male pulsacije u momentu, koje postoje usled pulsacija struje, mogu zanemariti.

Blok motora i FC302 se može predstaviti kao filter drugog reda.

Razlog za to je taj što je motor napajan frekventnim pretvaračem koji je strujno regulisan naponski inverter [6, 7] sa DFOC kontrolom upravljanja i može biti predstavljen kao proporcionalno pojačanje.

Zbog prethodno navedenog, motor može biti predstavljen kao mehanički podsistem koji na izlazu ima brzinu, jer je mnogo sporiji od električnog podsistema. Daljom integracijom brzine se dobija pozicija [8].

Poznato je da je moment trenja za dva reda veličine manji od nominalnog pa se zbog toga zanemaruje. Prenosna funkcija mehaničkog podsistema je:

$$W_o(s) = \frac{1}{s \cdot J} \quad (1)$$

Diskretizacijom funkcije prenosa $W_o(s)$ i aproksimacijom pomoću levog Ojlera [9], jednačina (1) postaje:

$$s \approx \frac{z-1}{T} \rightarrow W_o(z) = \frac{T}{J} \frac{1}{(z-1)} \quad (2)$$

gde je T vreme odabiranja diskretizovanog sistema. Na intervalu $[(n-1)T, nT]$ je elektromagnetni moment konstantan. S' toga je promena brzine linearna na istom intervalu i može se računati kao:

$$\omega'_n = \frac{\omega_n + \omega_{n-1}}{2} \quad (3)$$

$$W_{MER}(z) = \frac{\omega'(z)}{\omega(z)} = \frac{z+1}{2z} \quad (4)$$

Ako se merena brzina predstavi kao izlaz a elektromagnetni moment kao ulaz, funkcija prenosa je:

$$W_{OM}(z) = \frac{\omega'(z)}{M_{em}(z)} = \frac{T}{2J} \frac{z+1}{z(z-1)} \quad (5)$$

Poznato je iz teorije sistema automatskog upravljanja da se integracijom brzine u vremenu dobija pozicija, time je funkcija prenosa po poziciji:

$$W_{OP}(z) = \frac{\theta(z)}{M_{em}(z)} = \frac{T^2}{2J} \frac{z+1}{z(z-1)^2} \quad (6)$$

Prema sl. 3. funkcija prenosa $W_{OP}(s)$, je funkcija koja predstavlja blok *Motor and FC300*. Faktički, ovim imamo sve potrebne parametre za pogona da bi se mogli računati parametri regulacije. Aproksimacija desnog Ojlera je korišćena za integralno (I) i diferencijalno (D) dejstvo.

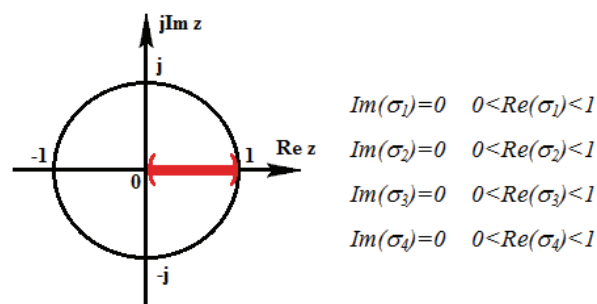
$$W_P(z) = K_P; W_I = K_I \frac{z-1}{z}; W_D(z) = K_D \frac{z}{z-1} \quad (7)$$

Funkcija prenosa sistema sa sl. 3. sa zatvorenim povratnom spregom je:

$$W_{SS}(z) = \frac{\theta(z)}{\theta_{ref}(z)} = \frac{W_{PID}(z)W_{OP}(z)}{1 + W_{PID}(z)W_{OP}(z)} \quad (8)$$

gde je karakteristični polinom prethodne funkcije:

$$f(z) = z^4 - (3-p-i-d)z^3 + (3+i-d)z^2 - (1+p+d)z + d = (z-\sigma_1)(z-\sigma_2)(z-\sigma_3)(z-\sigma_4) \quad (9)$$



Sl. 4. Uslovi i pozicija polova u Z domenu

Kao što je već navedeno, odziv mora biti kritično aperiodičan. Dakle, nule karakterističnog polinoma moraju biti realni brojevi i to u intervalu (0,1) da bi se ispoštovao uslov stabilnosti i aperiodičnosti [10].

Daljim matematičkim rešavanjem se došlo do rešenja nula karakterističnog polinoma a potom i do parametara proporcionalnog, integralnog i diferencijalnog dejstva:

$$K_{P_{OPT}} \approx 113 ; K_{I_{OPT}} \approx 12 ; K_{D_{OPT}} \approx 475 \quad (10)$$

Feed-Forward parametri su podešeni kao što je preporučeno u [3]. *FF Acceleration* je podešen na vrednost 150. *FF Velocity* se računa kao:

$$FFVEL = \frac{62914560000}{en_{vel} \cdot e_{res} \cdot t_{sample}} \quad (11)$$

Parametri u jednačini (11) su:

- en_{vel} je brzina enkodera u [o/min] (*par. 3-03*)
- e_{res} je rezolucija inkrementalnog enkodera (*par.32-01*) pomnožena sa 4
- t_{sample} je PID vreme odabiranja (*par. 32-69*)

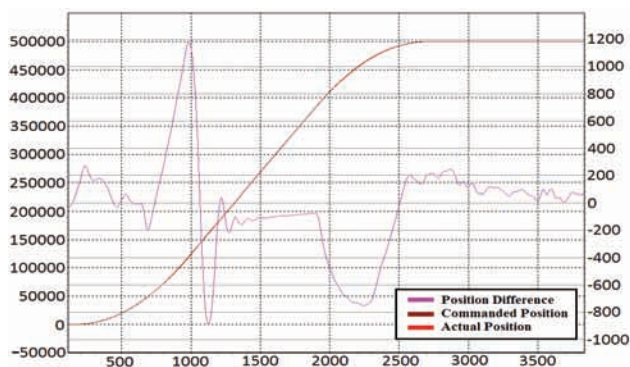
FFVEL vrednost je podešena na 2912. Na sledećoj slici je prikazan unos parametara.

Sl. 5. Unos parametara u MCO 305 kontroler

Nakon unetih parametara su realizovani eksperimenti u praznom hodu (0 [Nm]) i sa opterećenjem (4 [Nm]). Opterećenje je predstavljao drugi motor momentno kontrolisan frekventnim pretvaračem FC302.

6. EKSPERIMENT PRAZNOG HODA

Eksperiment je realizovan sa poziciono-kontrolisanim motorom u praznom hodu. Krive predstavljene na sl. 6 su: Stvarna pozicija, referentna pozicija i razlika pozicija (greška).



Sl. 6. Greška, stvarna i referentna poziciona kriva eksperimenta u praznom hodu

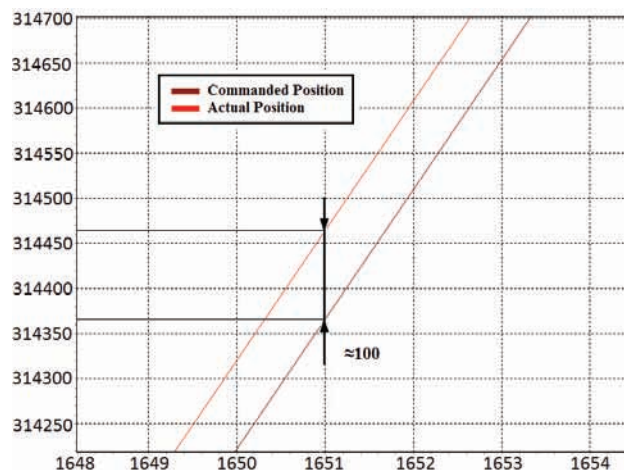
Na levoj strani sl. 6. (vertikalna osa) je predstavljena vrednost referentne i stvarne pozicije u [qc]. Na desnoj

strani je predstavljena vrednost greške istih krivih u istim jedinicama. Horizontalna osa predstavlja vreme sa odbirkom 1 [ms]. Najveća greška na sl. 6 je oko $\Delta=1200$ [qc]. Totalna rezolucija u sistemu je 14400 [qc] ($4 \times$ rezolucija enkodera) pa je procentualna najveća greška:

$$\varepsilon_{\%0} = \frac{\Delta_{0_{max}}}{TOT_{RES}} \cdot 100[\%] = \frac{1200}{14400} \cdot 100[\%] = 8,33[\%] \quad (12)$$

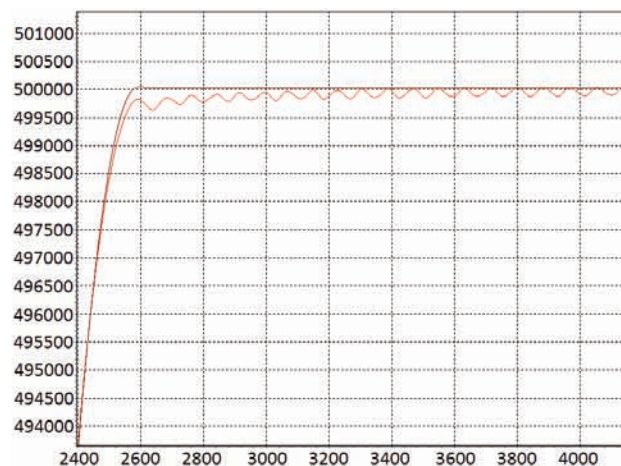
Procentualna greška pri konstantnoj brzini između referentne i stvarne pozicije prema sl. 7 iznosi:

$$\varepsilon_{\%0}^1 = \frac{\Delta_0^1}{TOT_{RES}} \cdot 100[\%] = \frac{100}{14400} \cdot 100[\%] = 0,69[\%] \quad (13)$$



Sl. 7. Greška između referentne i stvarne pozicije pri konstantnoj brzini u [qc]

Sl. 8. prikazuje da u stacionarnom stanju nema prebačaja stvarne pozicije.



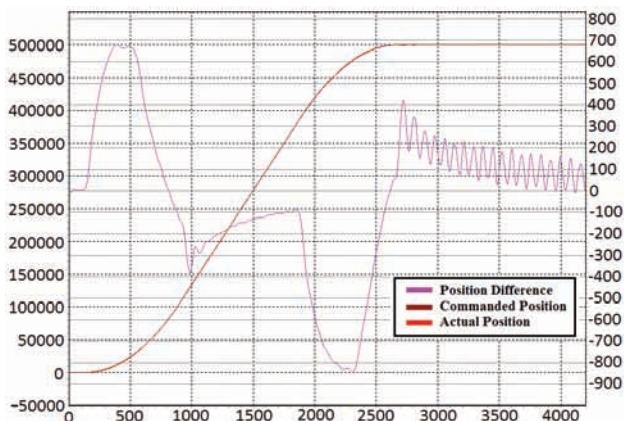
Sl. 8. Razlika između referentne i stvarne pozicije u stacionarnom stanju

7. EKSPERIMENT PRI OPTEREĆENJU

Eksperiment je realizovan sa opterećenim poziciono-kontrolisanim motorom. Vrednost opterećenja je 4 [Nm] što je blisko nominanoj vrednosti. Opterećenje je potencijalnog karaktera.

Na sl. 9. prikazane su karakteristične veličine pri opterećenju (kao i sl. 6 za eksperiment u praznom hodu). Na slici 10. je prikazana greška pri konstantnoj brzini od 1200 [o/min]. Najveća greška na sl. 9 je oko 850 [qc] pa je procentualna najveća greška:

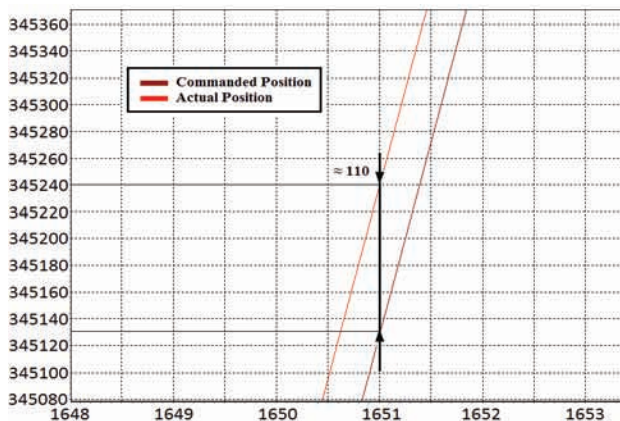
$$\varepsilon_{\%L} = \frac{\Delta_{L_{max}}}{TOT_{RES}} \cdot 100[\%] = \frac{850}{14400} \cdot 100[\%] = 5,9[\%] \quad (14)$$



Sl. 9. Greška, stvarna i referentna poziciona kriva [3]
eksperimenta pri opterećenju

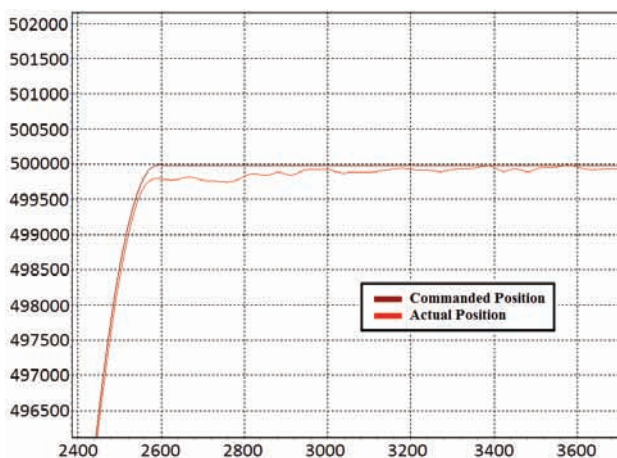
Procentualna greška pri konstantnoj brzini sa sl. 10:

$$\varepsilon_{\%L}^1 = \frac{\Delta_L^1}{TOT_{RES}} \cdot 100[\%] = \frac{110}{14400} \cdot 100[\%] = 0,76[\%] \quad (15)$$



Sl. 10. Greška između referentne i stvarne pozicije pri konstantnoj brzini u [qc] [10]

Sl. 11. prikazuje uspostavljanje stvarne pozicije bez prebačaja u odnosu na referentnu (uslov kao i kod analize pri praznom hodu).



Sl. 11. Razlika između referentne i stvarne pozicije u stacionarnom stanju

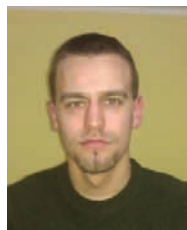
8. ZAKLJUČAK

Prema prikazanim eksperimentalnim rezultatima može se zaključiti da je sa ovako podešenim parametrima realizovano upravljanje sa zadovoljavajućom preciznošću kao i po pitanju odziva bez prebačaja. Najveća greška se javila pri ubrzanju u praznom hodu i iznosila je 8,33% ali treba imati u vidu da se ova greška javlja pri maksimalnom ubrzanju koje iznosi 1500 [o/min] po 1 [s].

9. LITERATURA

- [1] ATB SEVER, „Technical Documentation- ELECTRIC MOTORS IN EXPLOSION-PROOF“, www.atb-motors.com
- [2] MCT 10 "Operating Instructions", Danfoss, <http://mcliterature.danfoss.com/WebPublish/doc MG10R 802.pdf>
- [3] Programmable Motion Controller - MCO 305 "Operating Instructions", Danfoss, <http://mcliterature.danfoss.com/WebPublish/doc MG33K 302.pdf>
- [4] VLT® Automation Drive FC 300 "Operating Instructions", Danfoss, <http://mcliterature.danfoss.com/WebPublish/doc MG33A L02.pdf>
- [5] VLT® AutomationDrive "Design Guide", Danfoss, <http://mcliterature.danfoss.com/WebPublish/doc MG33B D02.pdf>
- [6] S.N. Vukosavić, „Projektovanje adaptivnog mikroprocesorskog upravljanja brzinom i pozicijom asinhronog motora“, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 1989.
- [7] S.N. Vukosavić, „Digitalno upravljanje električnim pogonima“, Akademska misao, Beograd, 1989.
- [8] V. Vučković, „Električni pogoni“, Akademska misao, Beograd, 2002.
- [9] D. Marčetić, „Mikroprocesorsko upravljanje energetskim pretvaračima“, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2012.
- [10] M. Stojić, „Digitalni sistemi upravljanja“, Nauka, Beograd, 1994.

Kratka biografija:



Mirko Ležajić je rođen 1988. godine u Beogradu. Bachelor rad je odbranio 2011. godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu na temu „Prekostrujna zaštita u indust. elektroenergetici“.



Dr. Veran Vasić je rođen 1970. godine u Šapcu. Doktorsku disertaciju je odbranio 2001. godine na ETF-u u Beogradu. Redovni je profesor na FTN-u u Novom Sadu.

IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE I PLANIRANJE DINAMIKE IZGRADNJE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU**RESIDENTIAL AND COMMERCIAL BUILDING IN NOVI SAD - OPTIMAL TECHNOLOGY SELECTION AND PLANNING OF BUILDING DYNAMICS**

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

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana analiza dve tehnologije izvođenja konstrukcije armirano-betonskih višespratnih zgrada. Optimalan tip konstrukcije izabran je na osnovu utroška materijala (beton, čelik, oplata), roka izgradnje i ukupnih troškova. Za optimalnu tehnologiju planirana je dinamika izgradnje kompletnog objekta..

Abstract – The paper presents the analysis of two building technologies in reinforced concrete structures of multi-storey buildings. The optimal type of structure was obtained on the basis of building material consumption (concrete, steel, casing), time consumption and general cost of build. For the optimal building technology, dynamics of building process for the entire building has been made for the optimal technology.

Ključne reči: višespratne armirano-betonske zgrade, polumontažni sistem, tehnologija, beton, armatura, oplata troškovi, rok

1. UVOD

Stambena gradnja je ono što nas okružuje, bez čega u gradovima nema života. Usled nedostatka i visoke cene građevinskog zemljišta, višespratne stambene zgrade postale su osnova stanovanja u urbanim sredinama. Stambene zgrade povećavaju visinu i spratnost razvojem konstrukcija i tehnologija, formirajući veliki broj stambenih jedinica, pa su brzina izgradnje i cena koštanja ovakvih objekta najbitniji faktori koji utiču na izbor optimalne tehnologije (montažni, polumontažni sistemi ili tradicionalne metode građenja).

U ovom radu su na primeru armirano-betonske višespratne stambeno-poslovne zgrade, spratnosti P+4+Pk u Novom Sadu, upoređivane dve tehnologije građenja, poluprefabrikovani sistem – INOBAČKA i klasični, masivni sistem. Analiza je bazirana na kvantitativnim pokazateljima bitnim za ocenu i izbor povoljnije varijante.

Cilj rada jeste da se analizom predloženih tehnologija građenja i definisanjem adekvatnih tehnološko-ekonomskih parametara: utroška materijala (beton, armatura, oplata), troškova i roka izgradnje, omoguću vrednovanje načina izgradnje višespratne stambeno-poslovne zgrade u Novom Sadu i izabere optimalno rešenje.

NAPOMENA:

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

2. VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE

Višespratne stambene zgrade kakve danas poznajemo, potiču iz doba industrijalizacije. Uz industrijski „bum“ došlo je do pojačane migracije stanovništva iz ruralnih, pretežno poljoprivrednih sredina u novoformirana velika urbana središta. Samim tim i zemljište je u takvim sredinama poskupljivalo otvarajući novu eru građevinarstva – višetažno građenje.

Stambene zgrade sastoje se od stambenih jedinica – stanova i od zajedničkih prostorija, koje su projektovane u višespratnim objektima u cilju omogućavanja normalnog zajedničkog života stanara i poboljšanja istog (prostorije opšteg saobraćaja, kako vertikalnog - liftovska okna, stepeništa, tako i horizontalne komunikacije - hodnici, ulazi), garaže, vešernice, smetilišta i tehničke prostorije. U današnje vreme građenja (poslednji vek) stambene zgrade se projektuju najčešće kao stambeno-poslovne zgrade, gde su niže etaže ovih objekata namenjene poslovnim lokalima, koji svojim radom ne ometaju život stanara.

Zgradarstvo [1] kao nauka i tehnika se izuzetno brzo razvija, konstantno odgovarajući na rastuće potrebe čoveka i njegovog stanovanja. Dijagram na slici 1. pokazuje učešće stambenog sektora tj. samog zgradarstva u ukupnoj strukturi građevinskih objekata (objekata visokogradnje i objekata niskogradnje).



Slika 1. Vrednost izvršenih radova u građevinarstvu

Zgrade se dele prema:

- **nameni** - na stambene, javne, poslovne, administrativne, industrijske i dr.,
- **visini** - niskospratnice, višespratnice, visokospratnice, soliteri,
- **materijalu** od kojih su izgrađene - od opekarskih proizvoda, drveta, betona, čelika, kamena, kombinovane,
- **konstrukcijskom sklopu** - masivni, skeletni, mešoviti [2]
- **tehnologiji izvođenja** - monolitni, montažni, polumontažni sistemi.

U ovom radu analizirane su višespratne, armirano-betonske stambene zgrade izvedene u površinskom tj. panelnom konstrukcijskom sklopu.

3. OPIS OBJEKTA

Objekat je lociran u urbanoj zoni Novog Sada, na Novom Naselju, ulici Anđe Ranković BB. Funkcija objekta je višeporodično stanovanje sa poslovanjem u delu prizemne etaže. Objekat je gabarita 14.00x40.00m, a bruto površine u osnovi 4692.00m². Spratnost objekta je P+4+Pk.

Konstrukcijski sistem objekta je panelni. Prema odabranom projektu, razmatrane su varijante konstrukcije po sistemu poluprefabrikovanih elemenata (Tip A) i monolitni sistem (Tip B). Noseći zidovi su debljine d=20cm, sem u delu prizemlja gde su, zbog predviđene veće visine lokala, debljine d=25cm. Međuspratna konstrukcija je predviđena kao armirano-betonska ploča debljine d=20cm. Temelj objekta je armirano-betonska puna ploča, dimenzija prema statičkom proračunu (d=40cm). Krov je na osnovnoj AB konstrukciji, koju čini kosa AB ploča.

Podkonstrukciju krovnog pokrivača čine podrožne drvene grede, rogovi, "OSB" ploče sa paropropusnim i vodonepropusnim slojem i kontraletve ispod crepova. Konstrukcija izrađena od drveta zaštićena je protivpožarnim premazom.

Osnovni element vertikalne komunikacije su stepenice. Stepenice su armirano-betonske, prefabrikovane (proizvedene u fabrici „Inobačka“), jednokrake i oslonjene na obimne zidove i AB ploče. Za vertikalnu komunikaciju predviđen je i lift, nosivosti 300 kg.

Fasadni, spoljašnji zidovi, složenog su sastava i to: betonski zidovi debljine d=20cm (u prizemlju d=25cm), parna brana i „Demit“ fasada debljine d=10cm. Unutrašnji, pregradni zidovi su debljine d=10cm, tipa „YTONG“ i ne malterišu se, već samo gletuju i boje polikolorom.

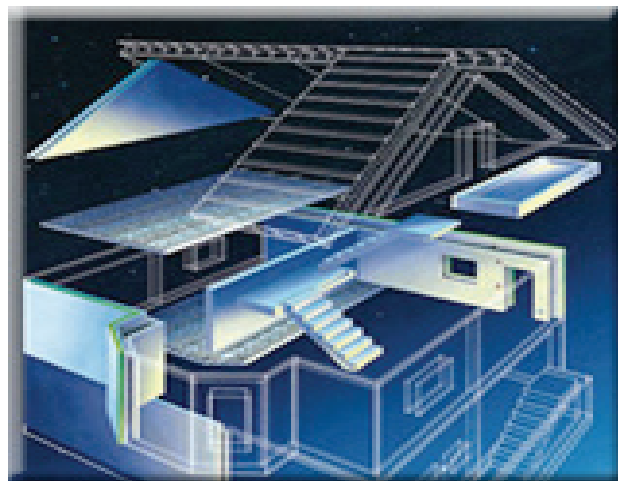
4. UPOREDNA ANALIZA TEHNOLOGIJA POLUMONTAŽNOG I MONOLITNOG SISTEMA IZVOĐENJA KONSTRUKCIJE

Na bazi projektnog rešenja stambeno-poslovnog objekta u Novom Sadu analizirane su dve varijante tehnologije izvođenja konstrukcije (polumontažni sistem INOBAČKA i tradicionalna tehnologija betoniranja na licu mesta).

4.1 Tehnologija izrade konstrukcije tipa A – Montažni AB sistem

Konstrukcijski sistem objekta je panelni, formiran po sistemu poluprefabrikovanih elemenata (zidova i ploča izrađenih u fabrici proizvođača, firme „Inobačka d.o.o.“, slika 2.), gde određeni broj zidova, zajedno sa pločama dobetoniranim na gradilištu, čini armirano-betonski konstrukcijski sklop, detaljno obrađen u posebnom projektu konstrukcije.

Noseći zidovi su konačno debljine d=20cm, sem u delu prizemlja gde su, zbog predviđene veće visine lokala, debljine d=25cm.



Slika 2. Elementi sistema INOBAČKA [3]

Međuspratna konstrukcija je predviđena kao poluprefabrikovana ploča tipa „Omnia“ (proizvedena takođe u fabrici „Inobačke“), dobetonirana na gradilištu, koja kao završena čini armirano-betonsku punu ploču debljine d=20cm. Temelj objekta je armirano-betonska ploča dimanzija prema statičkom proračunu (d=40cm). Krov je na osnovnoj AB konstrukciji, koju čini koso postavljena dobetonirana „Omnia“ ploča.

4.2 Tehnologija izrade konstrukcije tipa B – Monolitni AB sistem

Konstrukcijski sistem objekta je panelni, formiran izlivanjem betona na licu mesta. Noseći sistem formiraju takođe puni AB zidovi i ploče, izliveni u postavljene oplatne sklopove pumpanim betonom. Zidovi, zajedno sa pločama, betonirani na gradilištu, čine potpuno monolitni armirano-betonski konstrukcijski sklop, detaljno obrađen u posebnom projektu konstrukcije. Noseći zidovi su debljine d=20cm, sem u delu prizemlja gde su, zbog predviđene veće visine lokala, debljine d=25cm. Međuspratna konstrukcija je predviđena kao puna AB ploča koja nosi u oba pravca, betonirana na gradilištu, u debljini od d=20cm. Temelj objekta je monolitno izlivena armirano-betonska ploča dimenzija prema statičkom proračunu (d=40cm). Krov je na osnovnoj AB konstrukciji, koju čine kose pune AB ploče, izlivena na licu mesta.

4.3 Tehnološka analiza sistema

Sagledavajući zahteve investitora za posmatrani objekat, u cilju izbora optimalne (povoljnije) tehnologije izvođenja noseće konstrukcije, izabrani su tehnološko-ekonomski pokazatelji: utrošak osnovnih resursa (materijala), troškovi i vreme izgradnje (rok).

Definisano je sedam kriterijuma tehnološke analize

TA-1 – utrošak betona [m³/m²]

TA-2 – utrošak armaturnog čelika [kg/m²]

TA-3 – utrošak drvenih dasaka oplata [m²/m²]

TA-4 – utrošak drvenih greda oplata [m/m²]

TA-5 – utrošak metalnih podupirača oplata [kom/m²]

TA-6 – troškovi izrade (proizvodnja, transport i montaža) noseće konstrukcije [€/m²]

TA-7 – rok izrade (montaže) konstrukcije [dani].

TA-1 Utrošak betona

Za oba varijantna rešenja izvođenja date AB zgrade, analizirane su potrebne količine betona za izradu noseće AB konstrukcije. Radi bolje preglednosti podataka za Tip A (polumontažni) vrednosti utroška betona izlivenog u fabrici elemenata i betona izlivenog na licu mesta, razdvojene su. Za potrebe proizvodnje prefabrikata, kao i za izlivanje elemenata na gradilištu, korišćen je 5-frakcijski beton marke MB 35, spravljen u fabrici betona na lokaciji fabrike prefabrikovanih elemenata.

TA-2 Utrošak čelika

Prefabrikovani zidovi i tavanice (Tip A) originalno su armirani kombinovano rebrastom RA 400/500 (Ø8 и Ø10) i mrežastom MA 500/560 (Q257 – Ø7xØ7) armaturom. Za armaturu spojeva zidova koriste se gotovi (od strane izvođača tipizirani armaturni sklopovi) od rebraste i mrežaste armature. Na licu mesta preko „Omnia“ tavanice postavlja se dodatna armaturna mreža u cilju bolje povezanosti i kvalitetnije monolitizacije. Monolitni sistem (Tip B) pretpostavlja klasično armiranje, tj. kombinaciju RA i MA armature za zidove, i RA armature u oba pravca nošenja za međuspratnu konstrukciju.

TA-3 Utrošak drvenih dasaka oplata

TA-4 Utrošak drvenih greda oplata

TA-5 Utrošak metalnih podupirača oplata

Predviđena je upotreba klasične drvene oplata sa drvenim fetnama i metalnim podupiračima. Elementi dati respektivno, slede: neophodne količine drvenih dasaka za oplatu, dimenzija 25x120x4000mm, drvenih greda (fetni) za oslanjanje drvenih dasaka, dimenzija 10x12x5000mm i konačno metalnih podupirača potrebnih za podupiranje fetni, maksimalne visine H=3.20m i maksimalne nosivosti od 7 kN.

TA-6 Troškovi izrade, transporta i montaže noseće konstrukcije

Navedeni troškovi za obe varijante tehnologije izvođenja panelne konstrukcije zgrade (Tipa A-polumontažni i Tipa B-monolitni) preuzeti su od građevinskih preduzeća koja su specijalizovana za izvođenje ove vrste radova, od preduzeća – proizvođača prefabrikata i od preduzeća koje se bave trgovinom građevinskog materijala. Budući da cene variraju od proizvođača do proizvođača, u ovom radu su one formirane zavisno od poslovne politike i strategije preduzeća. Za formiranje ukupne cene korišćeni su podaci preduzeća za proizvodnju prefabrikovanih AB panela („Omnia“ tavanica i duplih zidova) „Inobačka“, koje vrši transport elemenata sopstvenim kamionom sa „soškama“ i montažu elemenata (uračunato u cenu gotovog proizvoda) i podaci preduzeća za snabdevanje građevinskim materijalom „Domino“ i „Karin Komerc“ iz Novog Sada.

Cena rada tj. norme časova radnika potrebnih kategorija obformljena je na osnovu aktuelnih tržišnih cena.

TA-7 – rok montaže konstrukcije [dani].

U ovom radu za oba posmatrana sistema, analiziran je rok montaže samo noseće AB konstrukcije objekta, kao najvažniji pokazatelj u vremenskom toku izgradnje objekta. Za izvođenje konstrukcije Tipa A proračun roka građenja se oslanja na iskustvene podatke, a za konstrukciju Tipa B rok je proračunat na osnovu normativa u građevinarstvu. [4]

4.4 Analiza rezultata i izbor optimalne tehnologije

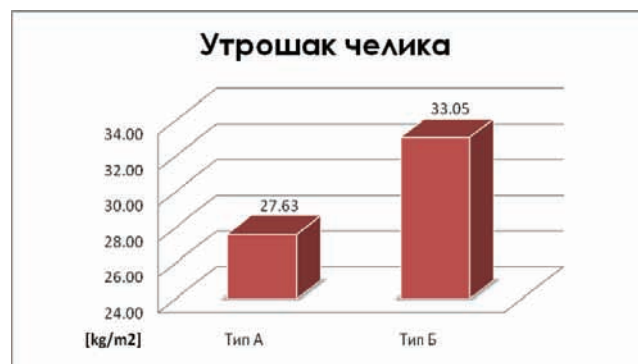
Rezultati uporedne analize dve tehnologije izvođenja armirano-betonske zgrade dati su u tabeli 1 i odgovarajućim dijagramima (od slike 3 do slike 9). Sve vrednosti su prikazane po m² objekta (uzevši za referentnu – ukupnu korisnu površinu objekta od 4692.0m²).

Tabela 1. Konačne uporedne vrednosti kriterijuma tehnološke analize po m² objekta

Коначне упередне вредности по m ²					
Урошак материјала		Тип А			Тип Б
		у фабрици	ин ситу	укупно	ин ситу
Бетон		0.15	0.28	0.43	0.43
Челик		17.33	10.30	27.63	33.05
Дрвене даске		0.11	0.03	0.15	2.80
Дрвене греде		0.00	1.11	1.11	3.19
Метални подупирачи		0.00	1.03	1.03	2.06
Укупни трошкови				93.38	163.98
Рок изградње				93	140
					[€/m ²]
					[dani]



Slika 3. Uporedna analiza količina betona



Slika 4. Uporedna analiza količina čelika



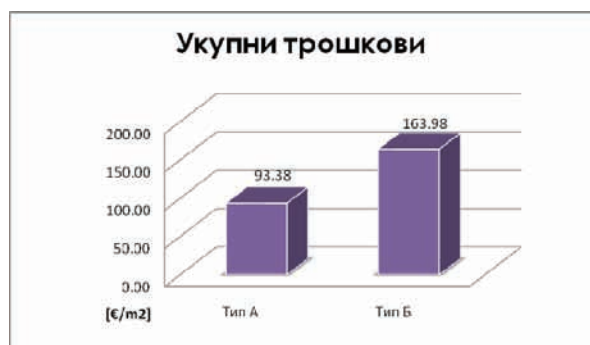
Slika 5. Uporedna analiza količina dasaka za oplatu



Slika 6. Uporedna analiza količina greda za oplatu



Slika 7. Uporedna analiza količina podupirača za oplatu



Slika 8. Uporedna analiza ukupnih troškova izrade konstrukcije



Slika 9. Uporedna analiza utroška vremena izrade konstrukcije

Sa dijagrama se uočava kontinualna razlika između poređenih tehnologija, u korist polumontažnog načina građenja. Po svim kriterijumima (utrošaka materijala, roka izrade konstrukcije), tehnologija Tipa A je povoljnija, što pokazuju i manji ukupni troškovi izrade konstrukcije. Na osnovu rezultata analize može se zaključiti da je tehnologija polumontažnog sistema INOBAČKA optimalno rešenje za višespratnu stambeno-poslovnu zgradu u Novom Sadu.

5. PLANIRANJE DINAMIKE GRAĐENJA

Za usvojenu tehnologiju, planirana je izgradnja kompletnog objekta. Proces izgradnje objekta je složen sa nizom tehnoloških međuzavisnosti, tehničkih i lokacionih ograničenja, pa uzimajući u obzir organizacione zahteve, izrada dinamičkog plana sprovedena je u više koraka, odnosno modela, čime su predstavljeni pojedini delovi procesa kao i čitav proces (mrežni planovi za izradu konstrukcije zgrade, gantogram izgradnje kompletnog objekta) [5]. Obrada mrežnog plana sa svim potrebnim ulaznim podacima urađena je pomoću računarskog programa MS Project for Windows. Usvojen je radni kalendar sa osmočasovnim radnim vremenom i trajanjem radne nedelje od pet dana. Za realizaciju objekta potrebno je 199 radnih dana i obuhvata period od 28.08.2012 do 02.04.2013 godine.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je i subsekvencno, isplanirana izgradnja višespratne stambeno-poslovne zgrade, na lokaciji u Novom Sadu. Za dve varijante tehnologije izvođenja, Tip A: polumontažni sistem INOBAČKA i Tip B: tradicionalni masivni sistem, na osnovu kriterijuma tehnološko-ekonomskog karaktera: utroška betona, utroška čelika, utroška oplata, troškova izrade (proizvodnje, transporta i montaže) i roka izgradnje konstrukcije, izabrano je optimalno rešenje tehnologije - polumontažni sistem INOBAČKA (Tip A). Izgradnja kompletnog objekta obuhvata period od 28.08.2012 do 02.04.2013. godine, sa rokom građenja od 199 radna dana.

7. LITERATURA

- [1] J. Dražić, "Zgradarstvo" - materijali za predavanja, *Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2012.*
- [2] Z. Brujić, "Betonske konstrukcije - skripte za predavanja", *Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2006.*
- [3] H. Kahmer, N. Kerkeni, M. Cyllok usw., "SySpro - Die Technik zu Decke und Wand", *Syspro-Gruppe Betonbauteile e.V., Erlensee, 2009.*
- [4] „Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja“, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [5] M. Trivunić, Z. Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja - praktikum", *Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2006.*

Kratka biografija:



Ana Pekarić rođena je u Novom Sadu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja-Indusrijske metode u građevinarstvu, odbranila je 2013.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora za oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

**PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE
STAMBENO – POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU****THE PROJECT OF MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE
RESIDENTIAL - OFFICE BUILDING IN NOVI SAD**

Todor Knežević, Đorđe Ladinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Sadržaj – U prvom delu rada prikazan je projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambeno – poslovne zgrade S+Pr+6 spratova, a u drugom delu je sprovedena uporedna analiza temeljnih ploča.

Abstract – The first part of the work consists the design of multistorey reinforced concrete residential – business building with basement+ground floor+6 storeys, and the second part consists comparative analysis of two types of foundations of the same building.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, platna za ukrućenje, statički proračun, dinamički proračun, uporedna analiza temeljnih ploča.

1. UVOD

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje stambeno – poslovne zgrade spratnosti suteran + prizemlje + 6 spratova. Visina objekta je 23,08 m. Spratna visina suterana je 2,66 m, prizemlja 4,49 m i svih ostalih spratova je 3,08 m. Osnova objekta je oblika nepravilnog T preseka dimenzija 43,75/14,55m i 6,25/14,55m. Objekat je lociran u Novom Sadu, VIII seizmička zona. Objekat je projektovan tako da u predviđenom eksploatacionom veku ispuni sve uslove u pogledu nosivosti, trajnosti i funkcionalnosti. U sklopu održavanja konstrukcije predviđen je periodični pregled svakih 5-10 godina.

2. TEHNIČKI OPIS**2.1. Arhitektonsko rešenje**

Namena objekta je stambeno-poslovna zgrada. Podrum objekta je predviđen kao prostor za magacine i ostavu lokala u prizemlju, a takođe postoji deo prostora koji bi koristili stanari zgrade. Pored ovoga, najveći deo prostora u podrumu predviđen je kao parking garaža za automobile stanara zgrade. Takođe, deo podruma namenjen je da bude sklonište. U prizemlju se nalaze lokali, kao i prolaz za automobile čiji je osovinski raspon 6,25 m i koji služi da povezuje ulicu sa dvorištem zgrade, gde se nalaze garaže i parking mesta. Prvi sprat ima sedam stanova, a svi ostali spratovi imaju po osam stanova.

Za vertikalnu komunikaciju koriste se dva lifta, dva dvokraka i jedno trokrako stepenište sa međupodestima, pri čemu se jedno dvokrako stepenište pruža samo od

podruma do prvog sprata. Podovi su obloženi parketom i keramičkim pločicama, koje se u sanitarnim prostorijama postavljaju do plafona, a u kuhinjama do visine od 150 cm. Zidovi i plafoni u stanovima i stepeništima se malterišu i završno obrađuju poludisperzivnom bojom. Podovi hodnika se obrađuju cementnom košuljicom i teraco pločicama. Fasadni zidovi se izvode 1+5+25cm (demit fasada 1cm + termoizolacija 5cm + zid od opeke 25cm). Unutrašnji zidovi su od pune opeke debljine d=12cm i d=25cm.

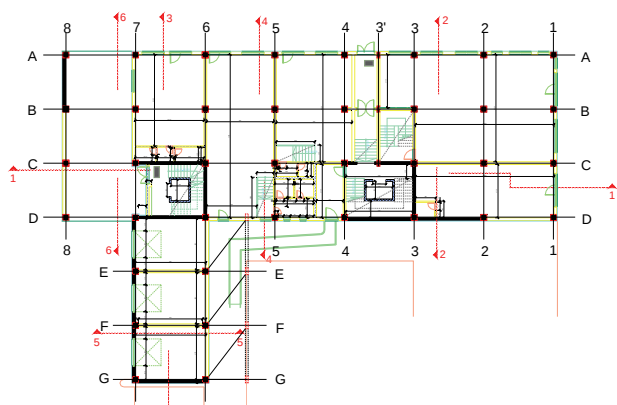
2.2. Konstruktivni sistem objekta

Glavni konstruktivni sistem objekta je skeletni i sastoji se od sedam podužnih i deset poprečnih armiranobetonskih ramova, koji su postavljeni u dva ortogonalna pravca, kao i armiranobetonskih zidnih platana čija je uloga ukrućenje na dejstvo horizontalnih sila. Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Debljina ploče je d=15cm. Ploča prima gravitaciono opterećenje jednog sprata koje se prenosi na grede i stubove rama. Takođe, uloga međuspratne konstrukcije je da ukrućuje sistem ramova u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile vetra i seizmičke sile i prenosi ih na vertikalne elemente, tj. na stubove i zidove za ukrućenje. Izrađuje se od betona marke MB40 i armature RA400/500. Dvokrako stepenište se sastoji od dve kose ploče i ravnog međupodesta, a trokrako stepenište se sastoji od tri kose ploče i dva ravna međupodesta. Osim ovih stepeništa, postoje još četiri stepeništa pomoćnog karaktera, od kojih je jedno pristupno stepenište skloništa, a preostala tri su pristupna stepeništa gornjoj etaži skloništa. Izrađuju se od betona marke MB40 i armature RA 400/500. Rasponi greda u podužnom pravcu su 6,25m, 3,04m i 3,21m, a u poprečnom pravcu su 4,85m. Dimenzije greda u podužnom pravcu su 40/50cm, a u poprečnom 40/40cm i 25/40cm. Grede se betoniraju betonom MB40, armiraju se armaturom RA400/500. Dimenzije stubova su: u podrumu 60/60cm, u prizemlju 55/55cm, u nivoima I i II sprata 50/50cm, a od III do VI sprata 40/40cm. Betoniranje stubova se vrši betonom MB40, a armiranje armaturom RA400/500. Armiranje stubova i greda se vrši uz poštovanje odredbi pravilnika BAB i pravilnika za seizmiku. Zidovi za ukrućenje su postavljeni u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu horizontalna opterećenja na temelje. Debljina zidova za ukrućenje je 25cm i oslabljeni su otvorima tamo gde je to arhitektonski zahtevano. U podrumu su projektovani AB-zidovi, čija je uloga da prime opterećenje od tla. Njihova debljina je 25cm. U podrumu je projektovano sklonište

NAPOMENA:

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

čija je uloga da pruži zaštitu od mehaničkog, toplotnog, radijacijskog i hemijskog dejstva. Debljina zidova skloništa je 40cm. Betonira se betonom marke MB40, a armira RA400/500, a sve prema pravilniku o izgradnji skloništa. Fundiranje objekta je izvršeno na AB temeljnoj ploči debljine 60cm. Izvodi se betonom MB40 i armaturom RA400/500. Neposredno ispod temeljne ploče nalaze se redom: sloj nabijenog betona debljine 5cm, hidroizolacija, tanka AB ploča debljine 10cm i tampon sloj nabijenog šljunka debljine 20cm. Krovna konstrukcija je drvena i izvodi se od četina II klase. Modeliranje i analiza konstrukcije izvršena je u programu Tower 6, pri čemu je tlo zamenjeno elastičnim oprugama postavljenim u čvorove mreže konačnih elemenata. Koeficijent posteljice je 20000 kN/m^3 . Dopusteni napon u tlu iznosi $\sigma_{\text{dop}}=200 \text{ kN/m}^2$.



Slika 1. Osnova prizemlja

2.3. Analiza opterećenja

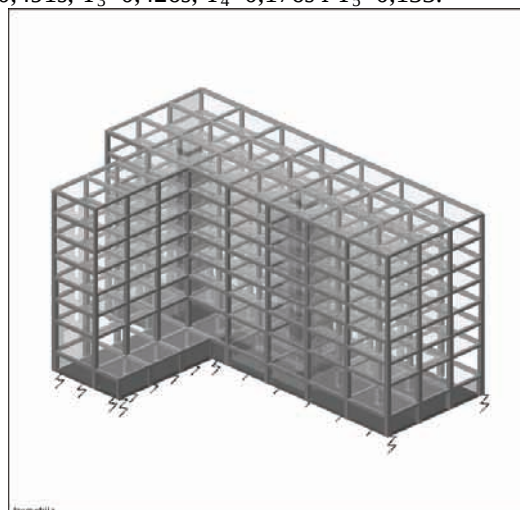
Stalno opterećenje čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice), koja se automatski generiše u Tower-u i težine nenosivih elemenata (zidovi ispunje, podovi, krovne obloge, itd.), koje se nanose kao dodatno stalno opterećenje u vidu površinskih, linijskih i tačkastih opterećenja. Korisno opterećenje je nanoseno preko delova površina međuspratnih konstrukcija. Naneseno opterećenje je različitih intenziteta u zavisnosti od vrste i namene prostora. Opterećenje snegom je $0,75 \text{ kN/m}^2$ po osnovi krova. Osim krova, opterećenje snegom je naneto na AB ploču u nivou prizemlja na delu koji predstavlja koridor za izlaz iz podzemne garaže. Opterećenje vetrom je naneto kao četiri različita slučaja opterećenja i to kao linijsko i površinsko opterećenje po konstruktivnim elementima.

Seizmičko opterećenje je proračunato metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja, a Tower 6 ga je određen nakon što je prethodno urađena modalna analiza i nakon što su uneseni parametri koji generišu ukupni seizmički koeficijent konstrukcije.

2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je prostorno modelirana i proračunata u programu Tower 6, pri čemu je proračun izvršen metodom konačnih elemenata. Pri modeliranju površinskih nosača metodom konačnih elemenata, korišćeni su konačni elementi dimenzija $50 \times 50 \text{ cm}$. Tlo je modelirano Vinklerovom (Winkler) metodom. Pri seizmičkoj analizi bile su sprečene vertikalne oscilacije i važi pretpostavka o nedeformabilnosti tavaninih ravni.

U sprovedenoj modalnoj analizi analizirano je pet tonova oscilovanja sa sledećim vrednostima perioda: $T_1=0,648 \text{ s}$, $T_2=0,491 \text{ s}$, $T_3=0,426 \text{ s}$, $T_4=0,176 \text{ s}$ i $T_5=0,133 \text{ s}$.



Slika 2. Prikaz modela konstrukcije

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

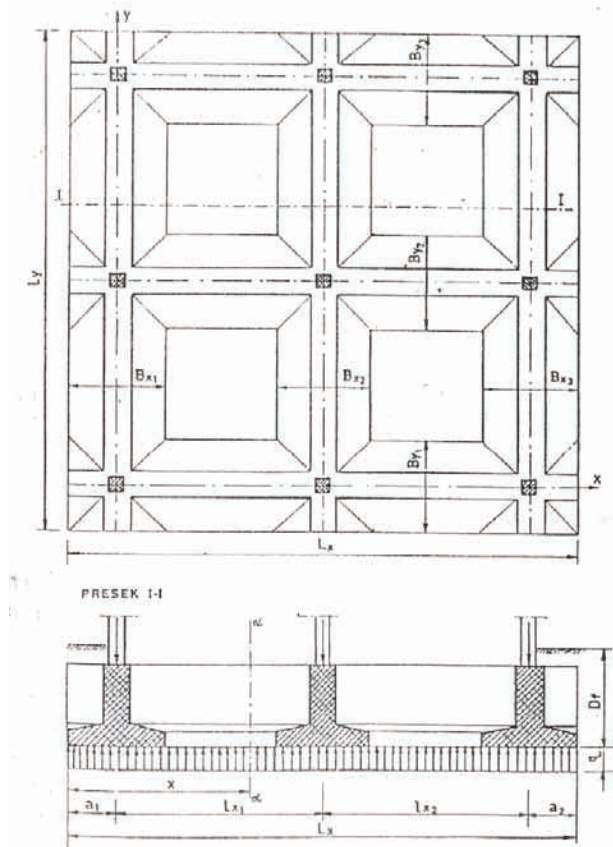
Svi elementi su dimenzionisani u skladu sa pravilnikom BAB 87 u odnosu na merodavne granične kombinacije opterećenja. Pravilnik BAB 87 propisuje minimalni prečnik podužne armature u stubovima $\Phi 12 \text{ mm}$. Takođe, pravilnik BAB 87 i pravilnik o izgradnji objekata visokogradnje u seizmičkim područjima propisuju da razmak uzengija u stubovima ne sme biti veći od 15 cm , dok se u zoni čvorova taj razmak dvostruko smanjuje. Dužina te zone je najveća od sledeće tri: $1,5$ dužina veće strane stuba, $1/6$ visine stuba ili 50 cm . Armatura se nastavlja van područja plastičnih zglobova i vrši se preklapanjem, pri čemu se nastavlja samo polovina armature stuba, dok se druga polovina propušta, ili se nastavlja zavarivanjem. Nastavljanje armature prečnika većeg od 20 mm vrši se zavarivanjem. Kod AB greda u preseccima u kojima se javljaju ekstremne vrednosti momenata savijanja, minimalni koeficijent armiranja za RA400/500 treba da bude $0,20\%$. Za sve elemente korišćen je beton MB40 i armatura RA400/500. Prema članu 180 Pravilnika BAB 87, u seizmički aktivnim područjima, nad osloncima kontinualnih greda i u čvorovima skeletnih sistema, minimalna količina pritisnute armature treba da bude 50% količine zategnute armature. Ovi čvorovi treba da budu do petine raspona grede prožeti zatvorenim uzengijama sa preklapom, dvostruko gušćim nego što je konstrukcijski neophodno. Minimalni prečnik armature zidova za ukrućenje prema pravilniku je $\Phi 8$, a ukoliko se zidovi armiraju zavarenim armaturnim mrežama, minimalni prečnik podužnih šipki treba da bude $\Phi 5$. Takođe, pravilnikom je propisan minimalni koeficijent armiranja podužnom (vertikalnom) armaturom koji iznosi $\mu=0,45\%$, od čega se po trećina ove armature grupiše na svakom kraju zida na dužini od $1/10$ preseka. Za stubove i zidove za ukrućenje sprovedena je kontrola aksijalnog naprezanja. Kod stubova, veličina aksijalnog naprezanja ograničava se na 35% čvrstoće betonske prizme, a kod zidova za ukrućenje ona se ograničava na 20% . Provera aksijalnog naprezanja stubova i zidova za ukrućenje vrši se bez uzimanja u obzir koeficijenata sigurnosti.

3. UPOREDNA ANALIZA TEMELJA PRI TEMELJENJU NA TEMELJNOJ PLOČI I TEMELJNOM ROŠTILJU

Shodno činjenici da su temeljna ploča i temeljni roštilj u statičkom pogledu dva potpuno različita statička sistema, analiza i upoređivanje njihovih statičkih uticaja, s obzirom na suštinsku razliku, nije moguća. Međutim, ono što je u ovom slučaju moguće analizirati i uporediti odnosi se na ekonomski aspekt, tj. cenu koštanja ovako izvedenih konstrukcija temelja. Takođe, biće izvršena uporedna analiza vremena potrebnog za izvođenje ove dve vrste temelja. Da bi se sprovedla uporedna analiza temelja, a s obzirom na činjenicu da je temeljna ploča u prethodnom delu rada već dimenzionisana, preostaje da se proračunaju parametri temeljnog roštilja neophodni za analizu, tj. količine betona, armature i oplata.

3.1. Proračun temeljnog roštilja

Postupak proračuna temeljnih roštilja zasniva se na pretpostavci da je raspodela pritisaka u kontaktnoj površi pravolinijska. Pri proračunu određuju se dimenzije potrebne kontaktne površine, presečne sile i odabiraju se najpogodniji poprečni preseki nosača temeljnog roštilja.



Slika 3. Temeljni roštilj u osnovi i preseku

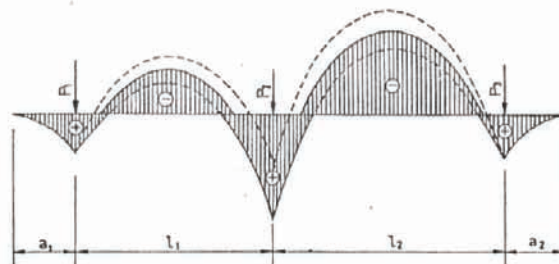
3.2. Određivanje dimenzija kontaktne površine

Kod projektovanja temeljnog roštilja treba nastojati da se opterećenje na tlo prenese centrično, tj. da rezultanta opterećenja prolazi kroz težište kontaktne površine. Ovaj uslov mora biti ispunjen za stalno opterećenje. Kod povremenog opterećenja može se odstupiti od ovog uslova.

3.3. Dimenzionisanje nosača temeljnog roštilja

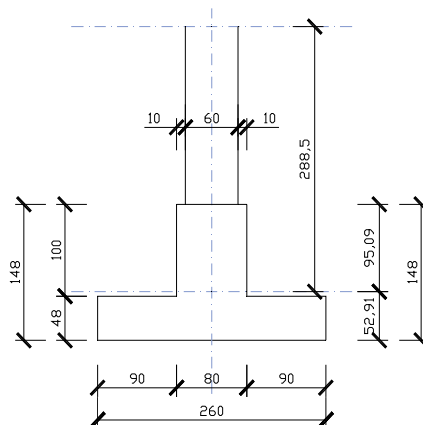
Način na koji će se odrediti presečne sile po dužini posmatranog nosača zavisi od toga kakav će se statički

sistem usvojiti za posmatrani nosač. Ako su definisane sile koje deluju na temeljni roštilj i otpor tla kao posledica delovanja tih sila, tada je nosač statički određen. Ako se pretpostavi da su na mestima stubova nepomerljivi oslonci, tada su temeljni nosači statički neodređeni. Za momente savijanja u poljima treba uzeti srednje vrednosti momenata savijanja dobijenih iz uslova da je posmatrani nosač temeljnog roštilja statički određen i iz uslova da posmatrani nosač predstavlja kontinualni nosač, tj. da je statički neodređen. Momenti savijanja ispod stubova se određuju iz uslova da je posmatrani nosač statički neodređen.



Slika 4. Dijagram momenata savijanja

Poprečni preseki nosača temeljnog roštilja određuju se iz uslova da pri najmanjem utrošku materijala za njihovu izradu, maksimalni pritisak na tlo ne bude veći od dozvoljenog pritiska za usvojenu dubinu fundiranja i odgovarajuću vrstu tla.



Slika 5. Izgled profila grede temeljnog roštilja

3.4. Analiza rezultata

Rezultati se mogu tabelarno prikazati na sledeći način:

TEMELJNA PLOČA					
r.br.	MATERIJAL	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena (€)	Ukupna cena (€)
1.	BETON	m³	493,93	105,00	51.862,65
2.	ARMATURA	kg	71.603,02	0,98	70.170,96
3.	OPLATA	m²	88,86	15,00	1.332,90

Ukupno: 123.366,51 €

Iz ove analize može se primetiti da su količine materijala veoma različite u zavisnosti od statičkog sistema temelja. To se naročito ogleda u količinama betona i čelika, gde vidimo da za temeljni roštilj, iako je projektovana nešto veća količina betona, količina armature je dvostruko manja.

TEMELJNI ROŠTILJ					
r.br.	MATERIJAL	Jedinica mere	Količina	Jedinična cena (€)	Ukupna cena (€)
1.	BETON	m ³	664,99	106,50	70.821,44
2.	ARMATURA	kg	36.270,84	0,98	35.545,42
3.	OPLATA	m ²	916,24	21,50	19.699,16

Ukupno: 126.066,02 €

Razlog za to je povoljniji statički rad temeljnog roštilja, tj. činjenica da je statička visina roštiljnog temelja visine $d=148\text{cm}$ znatno veća od statičke visine temeljne ploče debljine $d=60\text{cm}$, što direktno utiče na krutost (EI). Pošto je $I=bh^3/12$, krutost na jediničnoj širini povećava se na treći stepen. U slučaju oplata, razlika u ceni je veoma velika, s obzirom da je količina upotrebljene oplata više nego desetostruko veća.

Takođe, uzevši u obzir nešto veću složenost njene ugradnje, dolazimo do znatno veće cene oplata temeljnog roštilja. Iako je ova analiza sprovedena na osnovu cena koje su trenutne tržišne, ipak te cene zavise od mnogo faktora, kao što su: mesto proizvodnje i ugradnje betona kao i trenutna cena agregata i cementa, način savijanja armature (ručno ili mašinski), cena radne snage, itd. Svi ovi činioci mogu dovesti do toga da je cena izrade temeljnog roštilja i temeljne ploče u ovom datom slučaju ista (bliska). Iz tog razloga osim cene koštanja, bitan, ako ne i presudan faktor je vreme potrebnog da se izrade ovi temelji, tako da je sprovedena analiza koja to pokazuje:

TEMELJNA PLOČA						
r.br.	Materijal	Napomene	Jedinica mere	Količina	Nč/jed. Mere	Nč
1.	BETON	Spravljanje	m ³	493,93	0,3060	151,14
		Ugradnja			4,6560	2299,74
2.	ARMATURA	R Φ 4 - 12mm	kg	2279,97	0,0472	107,61
		R Φ 14mm ↗		69323,05	0,0334	2315,39
3.	OPLATA	Jednostrana	m ²	88,86	1,0400	92,41

Ukupno Nč: 4966,30

TEMELJNI ROŠTILJ						
r.br.	Materijal	Napomene	Jedinica mere	Količina	Nč/jed. Mere	Nč
1.	BETON	Spravljanje	m ³	664,99	0,3060	203,49
		Ugradnja			4,6560	3096,19
2.	ARMATURA	R Φ 4 - 12mm	kg	19238,60	0,0472	908,06
		R Φ 14mm ↗		17032,23	0,0334	568,88
3.	OPLATA	Dvostrana	m ²	916,24	1,0700	980,38

Ukupno Nč: 5757,00

Ova analiza je sprovedena uz upotrebu priručnika Normativi i standardi rada u građevinarstvu.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize cena koštanja datih konstrukcija temelja, vidi se da je temeljna ploča nešto isplativiji statički sistem, a takođe i mnogo jednostavniji za izvođenje.

Iako su za date konstrukcije temelja moguće razne manipulacije cenama u korist jednog ili drugog statičkog sistema, ipak analiza vremena izvođenja pokazuje da je i po ovom kriterijumu temeljna ploča pogodniji statički sistem

5. LITERATURA

- [1] Zbirka srpskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije:
Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988. godine – stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123)
Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988. godine – korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121)
Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992. godine – opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112)
Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjige 1 i 2, univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, građevinska knjiga, Beograd, 2004
- [4] D. Najdanović: *Betonske konstrukcije*, Orion Art, Beograd, 2004.
- [5] M. Gojković, B. Stevanović, M. Komnenović, S. Kuzmanović, D. Stojić: *Drvene konstrukcije*, JUS standardi, Propisi, Evrokod 5, tabele, brojni primeri, Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2007.
- [6] S. Stevanović: *Fundiranje I*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [7] J. Sklena, N. Vujadinović: *Proračun temelja*, Principal metromarketing, Novi Sad, 1998.
- [8] V. Alender: *Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primere*, Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu, Institut za materijale i konstrukcije, Beograd, 2004.
- [9] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog inženjerstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [10] *Normativi i standardi rada u građevinarstvu*, visokogradnja, Vodoprivreda DOO, Novigrad.

Kratka biografija:



Todor Knezević rođen je u Somboru 1976. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – konstrukcije odbranio je 2013.god.



Đorđe Ladinović rođen je u Šidu 1956 godine. Redovni je profesor za užu naučnu oblast Teorija konstrukcija. Od 2004. god. je šef katedre za konstrukcije, a od 2012. rukovodilac Departmana za građevinarstvo i geodeziju.

**VREMENSKA ANALIZA TRI VARIJANTE IZGRADNJE KONSTRUKCIJE OBJEKTA
Po+Pr+3****TIME ANALYSIS OF THREE VARIANTS OF CONSTRUCTION TYPES IN BUILDING
RESIDENTIAL FACILITY Po+Pr+3**

Marko Mandić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

OBLAST: GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj: U radu je opisana tehnologija i organizacija građenja višeporodičnog stambenog objekta za socijalno stanovanje. Izvršena je vremenska analiza tri varijante izgradnje konstrukcije objekta. Sve operacije u okviru realizacije objekta u sve tri varijante su obrađene po redosledu izvršenja u okviru dinamičkih planova građenja.

Abstract: Thesis explains technology and organization of construction of residential facility for social living. Also, time analysis of three variants of construction types in building residential facility were done. All operations within completion of construction are described here in dynamic schedule of production.

Ključne reči: Organizacija i tehnologija, vremenska analiza izgradnje, dinamički plan

1. UVOD

Za uspešno izvođenje svih građevinskih objekata potrebno je obuhvatiti sve aktivnosti, tehnologije i organizacije građenja. Kriterijumi uspešnosti izvođenja objekta svakako treba da budu brzo, kvalitetno, efikasno građenje i ispunjavanje svih zadatah vremenskih rokova. Prioritet pri planiranju izvođenja treba da bude sagledavanje celokupnog proizvodnog procesa, koji, sa povećanjem obima proizvodnje i visokog stepena mehanizacije, postaje sve komplikovaniji. Nepredviđeni faktori utiču na povećanje troškova i/ili probijanje zadatah vremenskih rokova. Zbog svega toga neophodno je detaljno i precizno proučiti sve parametre koji čine uspešnu organizaciju rada. Osnovni pokretač za izvođenje ovog rada je bila namena objekta. Objekat je projektovan kao višeporodični stambeni objekat za socijalno stanovanje, donacija EU a preko delegacije Evropske Unije koji sprovodi UNHCR. Projekat je samo jedan u nizu koji je namenjen raseljavanju kolektivnih centara širom Srbije, čime bi obezbedio funkcionalan život raseljenih lica. Polazeći od ideje da je prioritet brzina obezbeđivanja novih stanova, rad je usresređen u smeru ubrzanja procesa gradnje. To je urađeno na dva načina: zamenom klasičnih materijala njihovim savremenim alternativama i promenom cele tehnologije izgradnje objekta (montežna gradnja sa prefabrizovanim konstruktivnim elementima umesto klasične gradnje).

NAPOMENA:

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

Tehnologija građenja istog objekta će biti urađena u tri varijante:

- VARIJANTA 1 - Monolitni sistem sa klasičnim materijalima
- VARIJANTA 2 - Monolitni sistem sa savremenim materijalima
- VARIJANTA 3 - Montažni sistem sa savremenim materijalima

2. OPIS OBJEKTA

Pre analize varijanti izgradnje objekta potrebno je detaljno upoznavanje sa samim objektom, njegovom konstrukcijom, namenom i materijalima koji se koriste pri njegovoj izgradnji. Objekat je projektovan kao slobodnostojeći, spratnosti Po+Pr+3, u osnovi razuđenog oblika, dimenzija 21,15 x 14,15 m, a maksimalna visina objekta je 14,47 m.



Slika 1. Izgled budućeg objekta

Objekat je projektovan kao skeletni sistem. Primarnu konstrukciju čine: temeljna armirano betonska ploča, armirano betonski stubovi i grede, armirano betonska platna (u podrumu), međuspratna puna armirano betonska ploča (iznad podruma), međuspratne fert tavanice. Temeljna ploča zajedno sa armirano betonskim zidovima podruma i punom armirano betonskom pločom podruma formira sklonište. Ostale međuspratne tavanice su polumontažne "Fert" tavanice visine 20 cm. Stubovi su armiranobetonski, a dimenzije im variraju od 25 x 25 (20), 50 x 25 (20), do 80 x 25 (20). Ovaj oblik stubova je projektovan da bi se zamenili seizmički zidovi, da bi objekat posedovao dovoljnu krutost da primi seizmičke sile. Orjentisani su u dva ortogonalna pravca tako da zadovoljavaju potrebnu krutost u oba. Spoljašnji zidovi su

formirani u zavisnosti od položaja na objektu, giter blok debljine 25 cm sa stirotrom fasadom (obloga) i završna obrada.

Vertikalna komunikacija se vrši pomoću jednokrakog stepeništa.

Krov je viševodan, krovni pokrivač je falcovani crep prilagođen tehničkim i estetskim uslovima. Odvođenje atmosferske vode je obezbeđeno rigolama prema ulicama.

3. VREMENSKA ANALIZA TRI VARIJANTE IZGRADNJE KONSTRUKCIJE

VARIJANTA 1 - Monolitni sistem sa klasičnim materijalima

Dinamika radova je sprovedena na sledeći način: sa nižih etaža se prelazi na sledeće, više etaže obavljajući sve operacije vezane za grube građevinske radove. Po izlasku na krov i izradom krovne konstrukcije, letvisanjem i pokrivanjem falcovanim crepom se završava sa tom grupom radova. Od te tačke se kreće u kontra pravcu, naniže, obavljaju se fini završni zanatski radovi kao što su postavljanje keramike, sanitarija, farbanje i postavljanje podne podloge (laminata). Time se postiže da se objekat ostavlja u finalnom, završenom (kompletiranom) stanju počev od najviše etaže prema najnižoj. Pošto nema potrebe za kretanjem radnika i mehanizacije na kompletiranim etažama, one ne mogu da pretrpe kasnija oštećenja.

Pošto je zgrada projektovana kao skeletni sistem njeno izvođenje se sprovodi tako što se prvo vrše radovi na skeletu konstrukcije – stubovima, međuspratnim konstrukcijama, stepeništu i gredama. Kad se ti radovi na jednoj etaži završe oni se ponavljaju na sledećoj, dok se na toj izvode radovi na zidanju fasadnih i pregradnih zidova, postavljanje grubih instalacija, malterisanje zidova i tavanica, postavljanju hidroizolacije u mokrim čvorovima, betoniranju cementne košuljice i ugrađivanju bravarije i stolarije na toj etaži. Ta dinamika radova se nastavlja i na narednim etažama. Po završetku grubih radova počinje se sa izvođenjem finih radova, počev od etaže III sprata. Obavljaju se radovi na postavljanju keramike, sanitarija, gletovanje krečenje i farbanje, fine elektroinstalacije, instalacije vodovoda i kanalizacije i postavljanje laminata. Kako koja brigada radnika završi poslove vezane za tu etažu, spušta se i izvodi radove na nižoj etaži. Time se ubrzava izrada zgrade i izbegava "prazan" hod specijalizovanih grupa radnika. Taj sistem paralelizacije radova je primenjen gde god je postojala mogućnost.

Pod klasičnim materijalima podrazumevaju se giter opekarski blokovi, opekarske cigle, međuspratnu " Fert " polumontažnu tavanicu, malterisanje cementnim malterom.

VARIJANTA 2 - Monolitni sistem sa savremenim materijalima

Na brzinu izrade konstrukcije nije moguće uticati povećanjem broja radnika, kao ni dodatnom paralelizacijom radova. Zbog toga pribegavamo zameni klasičnih materijala njihovim savremenim alternativama, materijalima koji se brže ugrađuju (imaju manju normu časova za ugradnju po jedinici mere). Time pokušavamo

da skratimo vremenski rok izgradnje objekta. Materijale koje smo izabrali i kojima menjamo postojeće:

- Zidanje zidova $d = 25$ cm izvodimo blokovima "Ytong" umesto opekarskim giter blokovima
- Zidanje zidova $d = 20$ cm izvodimo isto "Ytong" blokovima umesto opekarskim giter blokovima
- Zidanje pregradnih zidova izvodimo "Ytong" pregradnim blokovima umesto giter opekom
- Nadvratne i nadprozorske grede (horizontalne serklaže) izvodimo pomoću "Ytong" U profila
- Zidove $d = 12$ cm umesto giter opekom izvodimo od para Rigips RB ploča spojenih na metalnu podkonstrukciju.
- Međuspratnu " Fert " tavanicu zamenjujemo " belom tavanicom ", sitnorebrastom polumontažnom tavanicom.
- Malterisanje i gletovanje zidova i tavanica vršimo gips malterom Rimat 150 G.
- Farbanje zidova i tavanica vršimo poludisperzivnom bojom Rigips Innendispersion.

Bitno je napomenuti da se svi alternativni materijali koji se koriste imaju bar podjednako dobre karakteristike kao i njihove prvobitne varijante date glavnim projektom (čvrstoću, termoizolaciona svojstva, brzinu ugradnje...). YTONG je savremeni građevinski materijal za zidanje grupe porobetona, koja svojom poročelijastom strukturom omogućava toplotnu izolaciju, jednostavno se obrađuje i oblikuje.

Prednosti koje postizemo koristeći "Ytong" blokove: lakši su, imaju veće dimenzije, za potrebe uklapanja lako se oblikuju (seku se običnom ručnom testerom), kod izrade nadvratnika i nadprozornika kao i horizontalnih serklaža za ukrućenje postoje specijalni U profili koji se lako postavljaju. Sve ove karakteristike olakšavaju i ubrzavaju zidanje.

Bela tavanica je polumontažna međuspratna tavanica slična " Fert " tavanici. Glavna razlika je u tome što su veće dimenzije blokova ispune, pa ih je potreban manji broj, grede su noseći elementi i ne zahtevaju nikakve podupirače sve do 2,8 m raspona, a preko toga se postavljaju podupirači samo na polovinu raspona. U slučaju raspona preko 2,8 m izvode se i poprečna rebra na polovini raspona. Gornja površina se betonira mikrobetonom u sloju od 2-3 mm. U letnjem periodu podupirači mogu da se uklone već posle 24 – 48 h (konstrukcija postiže zadovoljavajuću nosivost), što znatno skraćuje rokove izgradnje. U predmetnom projektu ovi podupirači su se uklanjali posle 7 dana (kod " Fert " tavanice se to radilo posle 14 dana).

Rigips pregradne zidove koristimo iz dva razloga: brže se ugrađuju od zidanja pregradnih zidova i instalacije mogu da se provedu između rigips ploča. Sastoje se od dve rigips ploče i metalne podkonstrukcije (okvira).

Gips malter " Rimat 150 G " je sredstvo koje se mašinskim putem brže ugrađuje od klasičnog maltera. Uz to, zbog korišćenja " Ytong " blokova i " bele tavanice " potreban je tanji sloj maltera za izravnjavanje.

Preko ovog gips maltera se lako nanosi mašinskim putem poludisperzivna boja Rigips Innendispersion.

Svim ovim merama smo uticali na to da se skrate rokovi izgradnje konstrukcije. Količina rada po jedinici vremena

za izvršenje aktivnosti na ugradnji ovih materijala data je u tabeli 1.

	Varijanta 1	Varijanta 2
Radovi na međuspratnoj tavanici	0.12 NK 1.9 VK	0.12 NK 1.88 VK
Zidanje zidova d= 25 cm	2.73 NK 3.13 VK	0.6 NK 1.77 VK
Zidanje zidova d= 20 cm	2.73 NK 3.13 VK	0.65 NK 1.88 VK
Zidanje pregradnih zidova na lođama	0.57 NK 0.9 VK	0.14 NK 0.43 VK
Zidanje pregradnih zidova d= 12 cm	0.57 NK 0.9 VK	0.2 NK 0.97 VK
Malterisanje zidova i plafona	0.02 NK 0.61 VK	0.02 NK 0.2 VK
Farbanje zidova	0.29 NK 0.16 VK	0 NK 0.01 VK

Tabela 1. Poređenje normativa vremena za pojedine aktivnosti

VARIJANTA 3 – Montažni sistem sa savremenim materijalima

Ako se zadrži prethodno usvojena zamena klasičnih materijala savremenim, a dođe i do promene samog načina građenja moguće je ostvariti i dodatne uštede vremena. U ovom radu je prikazano izvođenje predmetnog projekta montažnom gradnjom.

Kako je ceo objekat projektovan kao skeletna konstrukcija gde su noseći elementi stubovi, grede i međuspratne tavanice a zidovi imaju samo funkciju ispune moguće je te noseće elemente proizvesti na nekom drugom mestu (fabriki betona) u za to ranije pripremljenim kalupima, sa pripremljenim armaturnim sklopovima. Cela proizvodnja je serijska, pa je ponavljanje poprečnih preseka nosećih elemenata povoljna, čak poželjna. Tako formirani elementi se transportuju na gradilište gde se pomoću kрана montiraju i povezuju uz pomoć ankera, prednaprezanja kablova i proširenja na stubovima. Ovako montirani elementi stvaraju skelet konstrukcije. Dok se montiraju gornje etaže, na donjim je moguć nastavak radova (zidarski, malterisanje, postavljanje grubih instalacija, zatvaranje objekta postavljanjem stolarije i bravarije...) – paralelizacija radova koja omogućava ubranu gradnju. Za izvođenje objekta kao montažnog potrebno je da postoji fabrika za prefabrikaciju elemenata sa dovoljnim kapacitetima da proizvede potreban broj elemenata u datom vremenskom roku. Za ekonomsku isplativost izvođenja objekta kao montažnog bitna je udaljenost fabrike od lokacije budućeg objekta kao i uniformisanost elemenata (poželjan je što veći broj istih elemenata).

Prefabrikovani elementi potrebni za izgradnju konstrukcije objekta koji se dopremaju na gradilište iz fabrike betona su:

- jednoetažni stubovi – 39 elemenata po etaži (ukupno 196 elemenata) čije dimenzije se kreću od 50 x 25 (20-kom.), 80 x 25 (20-kom) i 25 x 25; stubovi su oblikovani tako da su ostavljeni otvori za prolazak kablova za prednaprezanje konstrukcije iz oba pravca

- Međuspratne tavanice – raspona od 3,0 do 3,6 m – polumontažna "OMNIA" tavanica – 113 komada
- Jednokraka stepeništa - 4 komada
- Ivični nosači – svi su dimenzija 25 x 40 i ima ih po etaži 25 komada

Kvalitet svih elemenata koji su proizvedeni u fabrici se kontroliše na licu mesta.

Transport elemenata se usklađuje sa dinamikom montaže. Elementi koji se dopremaju na gradilište se samo na kratko skladište i ubrzo montiraju. Montaža se izvodi kranskom dizalicom koja predstavlja osnovno sredstvo za montažu. Pomoćna sredstva koja se koriste su: sredstva koja su ugrađena u elemente (ankeri), sredstva za zahvatanje elementa (užad i traverse), sredstva za prihvatanje elemenata (kosnici).

Montiraju se prvo stubovi, za njima ivični nosači, međuspratne konstrukcije, stepeništa, formiraju se središnje grede, ispunjavaju se betonom, uvlače se kablovi i ceo skelet se prednapreže u dva ortogonalna pravca. Za utezanje kablova se koristi hidraulična presa i ručna pumpa.

Formiranjem skeleta jedne etaže otpočinju radovi na skeletu sledeće etaže, dok se na ovoj izvode radovi na zidanju fasadnih i pregradnih zidova, postavljanje grubih instalacija, malterisanje zidova i tavanica, postavljanje hidroizolacije u mokrim čvorovima, betoniranju cementne košuljice i ugrađivanju bravarije i stolarije na toj etaži.

Po završetku grubih radova počinje se sa finim radovima u svemu na identičan način kao i u prethodne dve varijante.

	1 Varijanta	2 Varijanta	3 Varijanta
Zemljani radovi i temelj	24	24	24
Suteren	38	38	31
Prizemlje	53	34	25
I sprat	53	34	25
II sprat	53	34	25
III sprat	53	34	25
Krov	9	9	9
III sprat – fini radovi	17	13	13
II sprat – fini radovi	17	13	13
I sprat – fini radovi	17	13	13
Prizemlje – fini radovi	17	13	13
Ostali radovi	20	20	13
UKUPNO*	177	154	139

Tabela 2. Poređenja vremena trajanja radova po etažama

*- ukupno vreme trajanja radova na "kritičnom putu"

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da uz realno sagledavanje svih mogućnosti koje nam pruža moderna tehnologija građenja, kao i dostupnost savremenih materijala organizujemo građenje objekta u što kraćem vremenskom roku.

Analiza je izvršena na višeporodičnom stambenom objektu namenjenom socijalnom stanovanju spratnosti Po + Pr + 3. Objekat je temeljen na temeljnoj ploči, konstruktivno gledajući, to je skeletni sistem sa međuspratnim "Fert" tavanicama na svim etažama osim podrumske gde je međuspratna tavanica tipa pune armirano betonske ploče. Sva opterećenja se prenose do temeljne ploče preko armirano betonskih stubova. Zidovi nemaju noseću funkciju već su samo u funkciji ispune. Krovna konstrukcija je drvena, a krovni pokrivač je od falcovanog crepa.

Objekat je kroz analizu izvođen kao:

- VARIJANTA 1 - monolitni skeletni sistem sa klasičnim materijalima
- VARIJANTA 2 - monolitni skeletni sistem sa savremenim materijalima
- VARIJANTA 3 - montažni sistem sa savremenim materijalima

Podaci koji su dobijeni analizom vremena gradnje objekta u sve tri varijante potvrđuju pretpostavke od kojih smo i pošli:

- najviše vremena za izgradnje je potrebno kod monolitnog sistema sa klasičnim materijalima – 177 radnih dana na kritičnom putu
- kada su određeni materijali zamenjeni njihovim savremenim alternativama (giter opekarski blok "Ytong" blokovima, zidovima od "Rigipsa"; "Fert" tavanica "belom tavanicom"; malterisanje, gletovanje i farbanje zidova i tavanica "Rigips" materijalima) vreme izgradnje se skratilo na 154 radna dana – 23 radna dana manje nego u prethodnom slučaju. Uštede su ostvarene u brzini zidanja zidova, malterisanja, gletovanja i farbanja zidova i tavanica, kao i u brzini očvršćavanja međuspratne tavanice (podupirači su se uklanjali posle 7 dana za razliku od ranijih 14)
- izgradnjom objekta kao montažnog sistema od elemenata proizvedenih u fabrici betona, koristeći i savremene materijale, vreme za izgradnju se dodatno skratilo na 139 radnih dana – dodatnih 15 dana manje od prethodnog načina. Ovde je dodatna ušteda postignuta time što su svi konstruktivni elementi dolazili gotovi na gradilište gde su se montirali u skelet konstrukcije.

Treba napomenuti da se radilo na idealizovanom modelu kod koga smo bili u situaciju da imamo svu potrebnu mehanizaciju i radnu snagu u svakom potrebnom trenutku, bez vanrednih uslova (kako klimatskih tako i nekih drugih na koje se ne može uticati, a koji bi produžili vreme izrade objekta). Svi savremeni materijali koji su dati kao alternative su podjednakog kvaliteta kao i prvobitna rešenja. Skeletni sistem formiran od prefabrikovanih elemenata je jednakog kvaliteta kao monolitni sistem.

Sve navedene vremenske uštede su proporcionalne obimu radova. Sa povećanjem dimenzija objekta i njegove kvadrature vremenska skraćenja bi bila još izrazitija. Ovde se pak radilo o jednom relativno "malom" objektu od 1200m² bruto površine. Ako je za datum početka radova uzet 19.03.2012. datum završetka objekta se pomerao sa 20.11.2012 (VARIJANTA 1) na 18.10.2012 (VARIJANTA 2), pa na 27.09.2012 (VARIJANTA 3). Celu analizu ove teme smo sproveli metodom mrežnog planiranja (sa kritičnim putem), kao i metodom Gantovih karti (Gantogram). Na ovaj način smo sproveli analizu za sve tri varijante izrade konstrukcije. Paralelizaciju radova smo primenjivali gde god je to bilo moguće.

Zaključak do kog smo došli u ovom radu je da se vremenski rokovi izgradnje objekta mogu skratiti pažljivim odabirom materijala koji su nam danas u ponudi, kao i detaljnom analizom načina izvođenja objekta.

5. LITERATURA

1. Trivunić M., Matijević Z.: "Tehnologija i organizacija građenja", praktikum, FTN, Novi Sad, 2004.
2. Trivunić M.: "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", FTN, Novi Sad, 2000.
3. Trbojević B.: "Projektovanje organizacije građenja i programiranje izgradnje građevinskih objekata", Građevinska knjiga, Beograd 1983.
4. Mirković S.: "Građevinska mehanizacija", Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
5. Ivković B., Popović Ž.: "Upravljanje projektima u građevinarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
6. "Normativi i standardi rada u građevinarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
7. <http://www.gramak.com/> - multimedijalni udžbenik namenjen studentima i korisnicima građevinskih mašina
8. <http://www.ytong.rs/> - materijali firme "YTONG" sa svim normativima vremena
9. <http://www.rigips.rs/> - materijali firme "Rigips" sa svim normativima vremena

Kratka biografija:



Marko Mandić je rođen u Šibeniku, Hrvatska 1983. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz Građevinske oblasti odbranio je 2013. godine.

PROJEKAT ARMIRANO BETONSKE VIŠESPRATNE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE**PROJECT MULTI-STORY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL AND COMMERCIAL BUILDING**

Branislav Janjušević, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast-GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj- Projektom je predviđeno preprojektovanje objekta sa „zidanog“ sistema na AB skeletni sistem sa potrebnim platnima za ukrućenje. Takođe je predviđena analiza konstruktivnog sistema i dimenzionisanje pojedinih elemenata konstrukcije. Projekatom je obuhvaćena i uporedna analiza tavanične konstrukcije objekta izvedene kao polumontažna "fert"-tavanica i kao puna AB ploča.

Abstract – This project includes pre-projecting of the object from the "constructed" system to the AB skeleton system with the required hardening canvasses. The analysis of the construction system is also predicted as well as dimensioning of some construction elements. The project also involves the comparative analysis of the ceiling construction, done as the semi-installed "fert" ceiling and as the full AB board.

Ključne reči: skeletni sistem, opterećenje, statički proračun

1. UVOD

Namena objekta: stambeno poslovni

spratnost: Po + Pr+4+Po

Objekat se sastoji iz dve lamele. Lamela I je ugaona, dimenzije osnove:

$$L_1 \times d_1 = 20.60 \times 17.50 \text{ m } L_2 \times d_2 = 22.75 \times 12.85 \text{ m}$$

Lamela II je pravougaona, dimenzije osnove:

$$L_3 \times d_3 = 25.40 \times 12.00 \text{ m}$$

Ukupna visina objekta, obe lamele, je $H=22.50 \text{ m}$, nadzemna visina objekta je 18.50 m , dubina fundiranja 4.00 m

Podrumi, su predviđeni za ostave stanara i pomoćnih prostorija za smeštaj opreme instalacija samog objekta (oprema: vodovoda, toplovoda, grejanja, i sl.).

Prizemlja su predviđena za poslovni prostor, organizovan u vidu jednoetažnih lokala sa magacinskim prostorom i sanitarnim čvorom. Prvi sprat i ostale etaže, su projektovane za stanovanje.

Spratna visina podruma je 3.00 m , poslovne etaže 3.60 m , dok za stambene etaže ona iznosi 3.00 m . Za vertikalnu komunikaciju projektovano je višekrako stepenište u I lameli, a u II lameli dvokrako stepenište.

NAPOMENA:

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

Ulaz u objekat (obe lamele) nalazi se sa ulične strane, a nasuprot njemu formiran je i pomoćni izlaz za slučaj opasnosti sa dvorišne strane.

Za krovnu konstrukciju objekta predviđen je ravan krov sa padom od 1%.

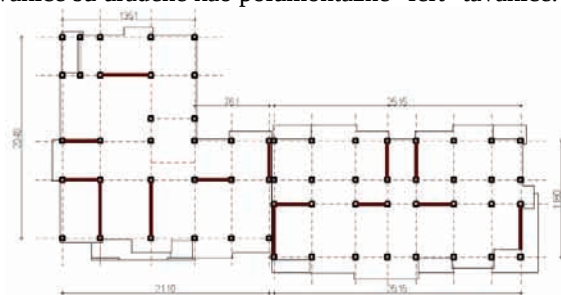
Perspektivni prikaz objekta dat je na slici 1



Slika 1.- perspektivni prikaz objekta

2. ANALIZA OPTEREĆENJA

Objekat je preprojektovan na skeletni armirano -betonski sistem. Sistem čine vertikalni noseći elementi, stubovi i zidna platna (slika 2), kao i horizontalni noseći elementi; grede i pune armirano-betonske međuspratne tavanice (ploča prizemlja; ploča podruma; temeljna ploča). Ostale tavanice su urađene kao polumontažne "fert" tavanice.



Slika 2.- usvojeni raspored stubova i zidnih platana

2.1. Analiza vertikalnog opterećenja

Na konstrukciju deluju tri tipa vertikalnih opterećenja:

Stalno opterećenje

Korisno opterećenje

Povremeno opterećenje (sneg)

2.1.1. Stalno opterećenje

Sopstvena težina svih nosećih elemenata konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, međuspratne konstrukcije,

stepenišne ploče) proračunata je u programskom paketu Tower 6, za zapreminsku težinu armiranog betona $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$.

2.1.2. Korisno opterećenje

Ploče međuspratnih konstrukcija poslovnog dela
 $= 2.00 \text{ kN/m}^2$

Ploče međuspratnih konstrukcija stambenog dela
 $= 1.50 \text{ kN/m}^2$

Ploče međuspratnih konstrukcija poslovnog dela (sanitarne prostorije)
 $= 1.50 \text{ kN/m}^2$

Ploče podesta stepeništa i hodnici
 $= 3.00 \text{ kN/m}^2$

2.1.3. Povremeno opterećenje (sneg)

Opterećenje snegom
 $= 1.00 \text{ kN/m}^2$

2.2. Analiza horizontalnog opterećenja

Na konstrukciju deluju tri tipa horizontalnog opterećenja:
 Bočni pritisak zemlje na obodne zidove suterena
 Opterećenje vetrom
 Seizmičko opterećenje konstrukcije

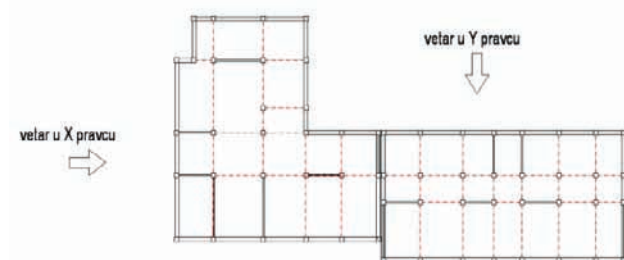
2.2.1. Bočni pritisak tla na obodne zidove suterena

Bočni pritisak tla deluje od kote terena do dubine od 3.00m. Zapreminska težina tla je $\gamma_{tla} = 20.0 \text{ kN/m}^3$, a ugao unutrašnjeg trenja tla $\varphi_t = 32^\circ$. Bočni pritisak tla se određuje prema izrazu za pritisak tla u stanju mirovanja.

2.2.2. Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima SRPS U.C7.110, SRPS U.C7.111, SRPS U.C7.112. Proračunom je dobijeno da zgrada u oba pravca spada u krute konstrukcije.

Opterećenje vetrom je naneto na tavanice i stubove, kao linijski raspodeljeno opterećenje i razmatrano je za dva ortogonalna pravca (slika 3).



Slika 3.-pravci dejstva vetra na konstrukciju objekta

2.2.3. Seizmičko opterećenje konstrukcije

Seizmičko opterećenje konstrukcije je sračunato ekvivalentnom statičkom metodom gde se uticaji delovanja zemljotresa zamenjuju sistemom horizontalnih koncentrisanih sila u nivou krutih međuspratnih tavanica objekta.

Ukupna horizontalna seizmička sila S određuje se prema obrascu:

$$S = k \times G \quad (1)$$

gde je:

- k - ukupni seizmički koeficijent;
- G - ukupna težina objekta iznad gornje ivice temelja, određuje se kao suma stalnog opterećenja, verovatnog korisnog opterećenja i opterećenja snegom.

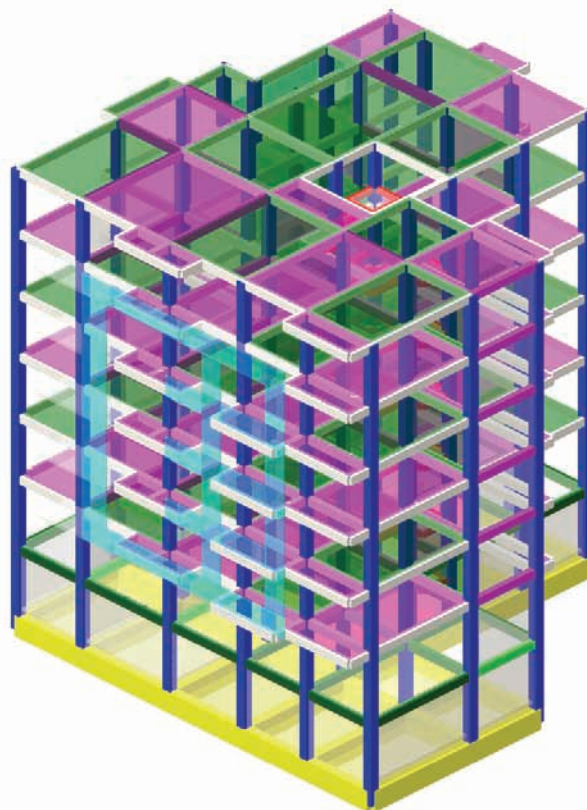
Verovatno korisno opterećenje se uzima u visini od 50% opterećenja određenog propisima opterećenja.

3. STATIČKI PRORAČUN

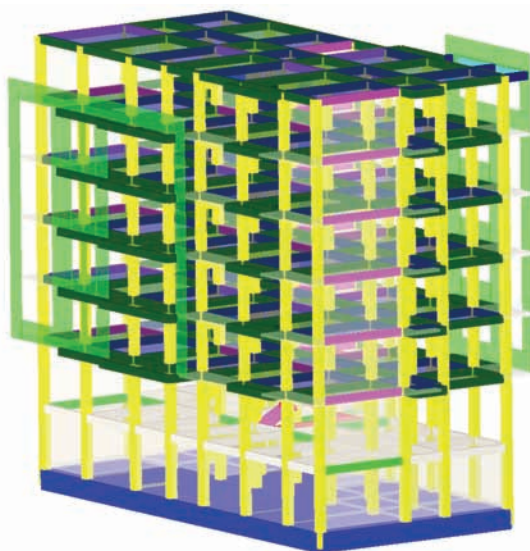
Objekat je prostorno modeliran u programskom paketu Tower 6.0 na elastičnim osloncima. Elastična podloga, kao Winkler-ov model tla predstavljena je oprugama u oslonačkim čvorovima. Krutosti podloge definisane su kao proizvod koeficijenata posteljice tla i pripadajuće površine temeljne ploče za svaki oslonački čvor. Ovakav sistem je usvojen zbog loših karakteristika tla, pa povećana fleksibilnost sistema realnije opisuje stvarno ponašanje zgrade pod dinamičkim optečenjem.

Statički proračun je sproveden primenom metode konačnih elemenata za prostorni model glavnog konstruktivnog sistema u celini. Koristeći se mogućnostima programskog paketa Tower 6.0, urađen je adekvatan broj kombinacija opterećenja.

Izgled konstruktivnog sistema: lamela I (slika 4), lamela II (slika 5).



Slika 4.- konstruktivni sistem-lamela I



Slika 5- konstruktivni sistem-lamela II

4. DINAMIČKI PRORAČUN

Tabela 1. slučajevi opterećenja obe lamele

Slučajevi opterećenja-obe lamele		
I	g	Stalno
II	p	Korisno
III	s	Povremeno
IV	w+x	Vetar
V	w-x	Vetar
VI	w+y	Vetar
VII	w-y	Vetar
VIII	Sx	Seizmičko (+/-)
IX	Sy	Seizmičko (+/-)

Analiza dejstva dinamičkih horizontalnih opterećenja (vetar, seizmika) je saglasno normativnoj regulativi sprovedena odgovarajućim statičkim metodama. Kako sračunavanje ekvivalentnih statičkih uticaja zahteva poznavanje svojstvenih oblika i perioda oscilovanja, to je analizi dejstva ovih opterećenja prethodila modalna analiza konstrukcije.

Objekat je u celini modeliran u programskom paketu Tower 6.0.

Dinamički proračun sproveden je primenom metode konačnih elemenata za prostorni model konstrukcije. Svi elementi konstrukcije dimenzionisani su sa markom betona MB30 i armirani rebrastom armaturom RA400/500.

Za dimenzionisanje elemenata, kao pokazatelj merodavnih uticaja poslužile su anvelope iz kombinacija opterećenja statičkog i dinamičkog karaktera.

5.1. Seizmički proračun

Seizmički proračun: SRPS (Ekvivalentno statičko opterećenje)

Tabela 2.- parametri seizmičkog proračuna-lamela I

Kategorija tla:	I
Seizmička zona:	VIII ($K_s = 0.050$)
Kategorija objekta:	I
Vrsta konstrukcije:	1
Kota uklještenja:	$Z_d = 0.00$ m
15% sile iznad kote:	$Z_g = 22.50$ m

Tabela.3.- parametri seizmičkog proračuna-lamela II

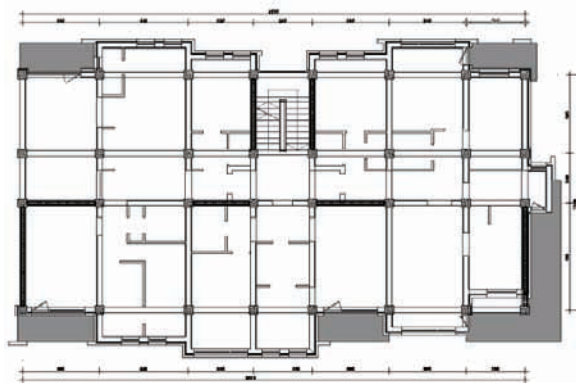
Kategorija tla:	I
Seizmička zona:	VIII ($K_s = 0.050$)
Kategorija objekta:	I
Vrsta konstrukcije:	1
Kota uklještenja:	$Z_d = 0.00$ m
15% sile iznad kote:	$Z_g = 23.50$ m

5. DIMENZIONISANJE

Dimenzionisanje elemenata konstrukcije urađeno je pomoću softverskog paketa Tower 6.0 koji ima modul za dimenzionisanje prema domaćem standardu PBAB '87.

6. UPOREDNA ANALIZA PLOČE PRVOG SPRATA (lamella II) IZVEDENE KAO POLUMONTAŽNA "Fert" TAVANICA I KAO PUNA AB-PLOČA

Prilikom analize ploče, bilo kao "fert" tavanica, bilo kao puna AB ploča analiza ne obuhvata ploče terasa (slika 6. osenčene površine), pošto se one u oba slučaja izvode kao pune AB ploče.



Slika 6.- osnova analizirane tavanice-lamela II

Tabela 4.- potrebna armatura za "fert" i AB tavanicu

	"FERT" tavanica	AB tavanica
Armatura tavanica (kg)	1375,93+864 (MA)= 2239,93	962,64
Armatura greda (kg)	2181,12	1904,90
UKUPNO (kg)	4421,05	2867,54

Tabela 5.- potreban beton za "fert" i AB tavanicu

	"FERT" tavanica	AB tavanica
Beton tavanica (m ³)	21,99	39,42
Beton greda (m ³)	28,22	28,22
UKUPNO (m³)	50,21	67,64

Sagledavanjem rezultata o potrebnim količinama armature i betona dobijenih za "FERT" i AB tavanicu može se zaključiti sledeće:

Količina armature potrebna da se međuspratna ploča izvede kao puna AB ploča u odnosu na količinu armature potrebne da se ista međuspratna konstrukcija izvede kao polumontažna "fert" tavanica je manja za cca.57%.

Količina betona potrebna za "fert" tavanicu (ako se posmatra količina betona potrebna za popunjavanje gredica, greda za ukrućenje i sama ab ploča debljine 4 cm) je manja za 45% nego količina betona potrebna za AB ploču debljine 15 cm. Međutim ako se u potrebnu količinu uračuna i beton potreban za grede AB skeleta objekta taj procenat iznosi cca. 26% .

Broj potrebnih podupirača za svaki tip konstrukcije približno jednak.

Razlika u materijalu potrebnom za izradu tavanice, kao polumontažne "fert" ili kao puna AB ploča je značajna u pogledu oplata, neophodne za izradu samih tavanica.

Smatrajući da je oplata za izradu greda AB skeleta objekta identična ili bar slična, kao i deo oplata oko spoljnih gabarita ploče, suštinska razlika je u površini koju kod "fert" tavanice "pokriva" giter ispuna, a kod pune AB ploče, u ovom slučaju treba "pokriti" prostor od 262,82 m² drvenom oplatom.

Sa stanovišta izvođenja treba reći da "fert" tavanica zahteva manje rada i vremena. Sama armatura za "fert" tavanicu dolazi na gradilište već postavljena i ugrađena u gredice tj kanalice. Danas se za različite raspone gredice sa dodatnom armaturom proizvode seriski, mada ni specialna porudžbina nije komplikovana, a sama izrada jednostavna. Sama izvedba na gradilištu se zasniva na postavljanju gredica na određenom osovinskom razmaku, slaganje giter ispune i postavljanjem mrežaste armature u zoni betonske ploče. Postupak betoniranja je kraći nego kod pune AB ploče.

Puna AB ploča zahteva značajan rad na izradi oplata za betonsku ploču, što iziskuje veći broj angažovane radne snage i vremena potrebnog za pripremu. Armatura same ploče zahteva sečenje, savijanje (oblikovanje) i postavljanje armature što takođe zahteva veći broj ljudstva i vremena.

7. ZAKLJUČAK

Zadatkom je predviđeno preprojektovanje stambeno-poslovnog objekta sa "zidanog" sistema na AB skeletni sistem sa potrebnim platnima za ukrućenje, kao i uporedna analiza tavanične konstrukcije objekta izvedene kao polumontažna "fert" tavanica i kao puna AB ploča.

Dobijeni rezultati su pokazali da je potrebna količina armature značajno veća za izradu polumontažne "fert" tavanice, ali i da je količina betona manja u odnosu na istu tavanicu izvedenu kao puna AB ploča. Vreme izrade, angažovano ljudstvo i oplata potrebna za izvođenje tavanica daju prednost polumontažnoj "fert" tavanici, u odnosu na punu AB ploču što u praksi predstavlja razlog da se većina izvođača opredeljuje za polumontažnu konstrukciju. Prilikom izbora se zanemaruje povećanje krutosti samog objekta izradom pune AB ploče, kao i njen doprinos boljoj zvučnoj izolaciji i usečaju sigurnosti budućih korisnika objekta.

8. LITERATURA

- [1] Beton i Armirani beton, prema PBAB 87 (prvi i drugi tom), Beograd 2000
- [2] SRPS U.C7.110.
- [3] SRPS U.C7.111.
- [4] SRPS U.C7.112.
- [5] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, "Službeni list SFRJ" br.31/81, 49/82, 29/83, 21/88 i 52/90

Kratka biografija:



Branislav Janjušević rođen u Vrbasu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2013.god.

IZRADA PREDNAPREGNUTIH PODNIH PLOČA CONSTRUCTION OF THE POST TENSIONED FLOOR SLAB

Nemanja Košević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad predstavlja prikaz primene nove tehnologije u izradi podnih ploča u industrijskim objektima primenom naknadnog naprezanja betonskog preseka.

Abstract – This work presents the application of new technology in construction of the floor slabs in industrial buildings using post-stress of the concrete section.

Ključne reči: Prednapregnute podne ploče, beton.

1. UVOD

Prilikom izrade projektnog zadatka, u delu objekta za koje je predviđen da bude visokoregalno skladište na površini od 1500 m², postavljen je zahtev za instalacijom podnog grejanja. Grejanje bi se obezbeđivalo REHAU® sistemom cevi sa toplom vodom postavljenih u industrijskom podu. Da bi se ostvarili što bolji efekti iskorišćenja toplotne energije, odnosno sprečavanja gubitka energije kroz tlo, ispod cevi sa toplom vodom postavlja se izolacioni materijal.

Analizom problema, došlo se do zaključka da upotrebom standardnih izolacionih materijala koji bi se mogli upotrebiti za ovu svrhu, ne bi bio zadovoljen uslov zbijenosti tla ispod industrijskog poda od propisanih 120 MPa. Naime, visokoregalno skladište je dizajnirano da može nositi teret od 10t po jednoj nožici regala dimenzija 15x15 cm, što daje izrazito velike lokalne uticaje i može dovesti do sleganja izolacionog materijala ispod nožice. Najbolje karakteristike u smislu sleganja pokazao je izolacioni materijal XPS, kome je zagantovano maksimalno sleganje 10 %, pri pritisku od 10t/m².

Kako je definisana debljina izolacije poda 80 mm, dolazi se do zaključka da će potencijalno sleganje iznositi 8 mm ali na 1m², dok je naša površina pritiska 0.0225 m², odnosno sleganje na tom mestu može da ide i do 20 mm, što je u našem slučaju bilo nedospustivo.

Rešenje je upotreba tehnologije prednaprezanja podne ploče, naknadnim utezanjem kablova. Ovo rešenje načelno omogućava upotrebu termoizolacionih materijala predviđenih projektom, uz manju modifikaciju (XPS 70 umesto XPS 30).

Unošenjem odgovarajuće sile u podnu ploču, dobija se dovoljan otpor industrijskog poda spoljnjem opterećenju koji bi u kombinaciji sa izuzetno otpornim XPS 70 zadovoljio sve kriterijume projektnog zadatka, kvalitetna termoizolacija i jak industrijski pod.

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

2. TEHNOLOGIJA IZRADE PREDNAPREGNUTE PODNE PLOČE

2.1. Zadate karakteristike podne ploče

Osim zahteva za visokom nosivošću podne ploče, postojanjem traženog sloja termoizolacije ispod poda objekta i instaliranim sistemom podnog grejanja, naknadno su se pojavili i dodatni zahtevi industrijskog poda koji su se ogledali u sledećem:

Izuzetna ravnost podne ploče kao poseban uslov za kretanje indukcionih viljuškara (DIN/SRPS standard 18202 Tabela 1 i 2, Slika 1).

Izuzetna otpornost na habanje iz razloga skladištenja i manipulacije metalnih proizvoda (DIN/SRPS standard 15185).

Zbog ovih dodatnih zahteva za ravnošću i otpornošću na habanje, uslovi izvođenja prednapregnute podne ploče su postali drastično teži.

Höhenunterschied quer zur Fahrspur (Tabelle 1)				
	zulässiger Höhenunterschied (h) als Grenzwert zwischen den äußeren Fahrspuren (Sp) bei Fahrspurweite (S) in m			
	bis 1,0 m	über 1,0 m bis 1,5 m	über 1,5 m bis 2,0 m	über 2,0 m bis 2,5 m
Flurförderzeug-Hubhöhe ≤ 6,00	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm	3,5 mm
Flurförderzeug-Hubhöhe ≥ 6,01 und induktive Führung	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm

Ebenheitstoleranzen längs zu den Fahrspuren (Tabelle 2)				
	Stichmaß als Grenzwerte in den Fahrspuren (Sp) bei Meßpunktabständen in m			
	1,0 m	2,0 m	3,0 m	4,0 m
für alle Einsatzarten	2,0 mm	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm

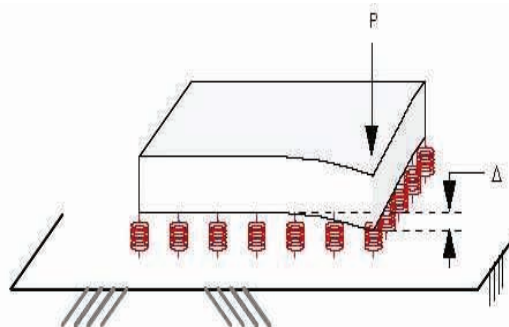
Die Prüfung der Ebenheit erfolgt nach DIN 18202: 1997-04

Slika 1. DIN/SRPS 18202 Tabela 1 i 2

2.2. Statička analiza

Numerička analiza je razmatrana sa polaznim pretpostavkama o klasi betona C30/37, debljini ploče d=22 cm i upotrebom kablova 0.6'' za utezanje u **oba ortogonalna pravca**.

Ploča se u analizi posmatrala kao kruta ploča oslonjena na elastičnu podlogu (Slika 2).



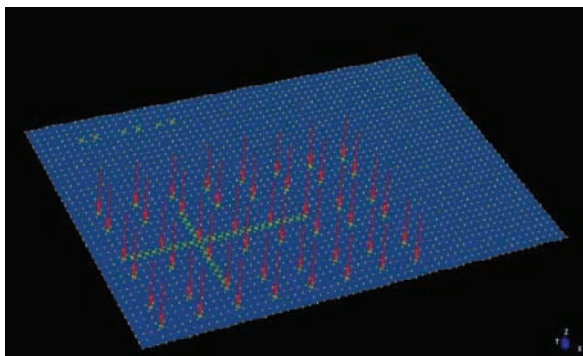
Slika 2. Model ploče oslonjene na elastičnu podlogu

Polazna formula sila u ploči je : $P=k\Delta$ gde je

- P - reakcija betonske ploče
- k - konstanta opruge (modul oslonačke podloge)
- Δ - izvijanje ploče, ugib.

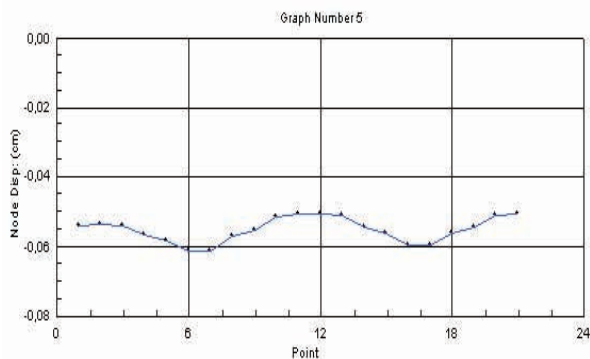
Proračun se radio prema metodi graničnih stanja, a posebna pažnja se posvetila kontroli ugiba i proračunu prslina, kao jednim od glavnih uslova koji su traženi u projektnom zadatku.

Model stalnog opterećenja (Slika 3), predstavlja tačkasto opterećenu podnu ploču na mestima oslanjanja, odnosno fiksiranja nožica regalnog skladišta



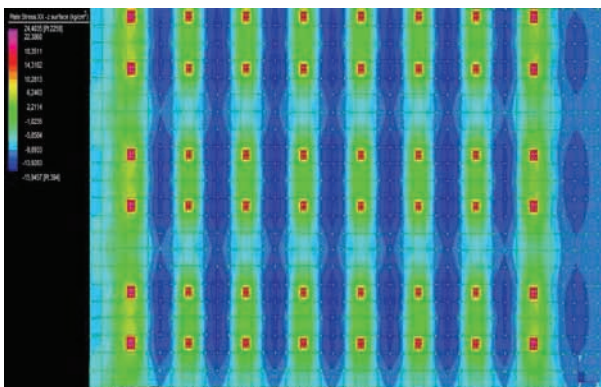
Slika 3. Model tačkastog opterećenja podne ploče skladišta

Nakon proračuna, u kome su uzeti svi uticaji u ploči, kao što su: stalna opterećenja, sile utezanja kablova, sile od kretanja viljuškara, došlo se do rezultata koji su dokazali osnovne pretpostavke da će ugibi u ploči biti zanemarljivi (Slika 4), odnosno 0.6 mm.

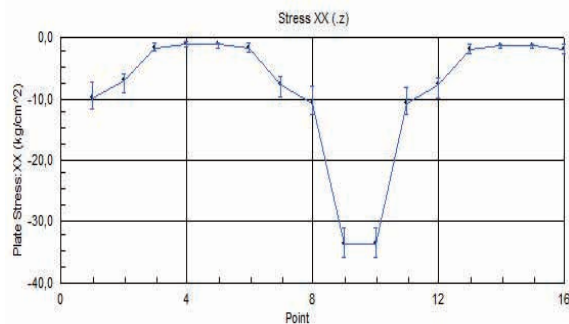


Slika 4. Grafik ugiba podne ploče skladišta

Nadalje, dobijeni su i drugi rezultati, odnosno uticaji u ploči koji su pokazali da su uticaji manji od dozvoljenih prema EUROCODE 2 (2.60 MPa) (Slike 5,6).



Slika 5. Uticaji u ploči



Slika 6. Uticaji u ploči-grafik

Sledeći problem koji je razmatran, a koji se često previdi, je problem skupljanja betona. Pojava skupljanja betona ima ogroman značaj kod izrade industrijskih podova. Zbog gubitka u zapremini betona, dolazi do pojava prslina pogotovo kada se uzme u obzir pojava trenja između ploče i podloge. Sve ovo može uzrokovati i pojavu lokalnih iskrivljenja ploče koje mogu umanjiti nosivost ploče a takođe može uzrokovati i ostale probleme prilikom eksploatacije poda (otežano kretanje viljuškara, ljuštenje površine i sl.). Ukratko, skupljanje betona je najveći uzrok propadanja podnih ploča u industrijskim objektima.

Za razliku od neprednapregnutih (običnih podnih ploča) kod kojih krajevi ploče ostaju na istom mestu, a unutrašnji uticaji se kompenzuju, stabilizuju pojavom prslina, prednapregnute podne ploče su takve da se prednapretnjem eliminiše pojava prslina dok se krajevi ploča "uvlače" ka unutra, do konačne stabilizacije. Zbog nepovoljnog uticaja na pojavu pomeranja, prslina i slično u okolnim zidovima i stubovima, prednapregnuta podna ploča se izoluje, odvaja od okoline sa dvostrukim slojem PE folije.

Ukupno skupljanje ploče od $L=50\text{m}$ može da dostigne i do 3 cm, što znači $\Delta l = (3/5000) = 0.6\text{‰}$, što opet dovodi da toga da je uticaj skupljanja ploče na kablove zanemarivo iz razloga što je izduženje užeta na 50m:

$$\Delta l_{u\dot{z}e} = 50\text{m} \times 7.4\text{mm/m} = 370\text{mm},$$

Gubitak sile u užetu :

$$30/370 = 8\% \text{ od početne sile}$$

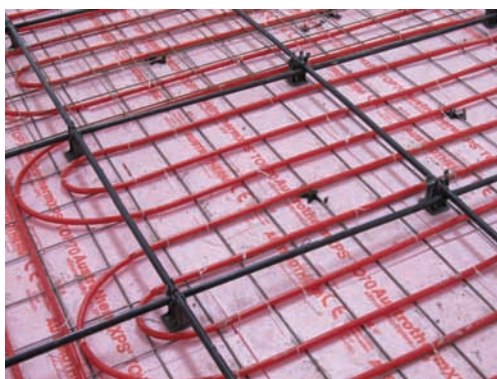
2.3. Postupak prednapreznja

Betonska podna ploča izvodi se na prethodno ugrađenoj termoizolaciji, PE foliji i sistemu podnog grejanja fiksiranog za armaturnu mrežu. Potreban uslov za kvalitetnu izradu podne ploče je da je objekat potpuno pokriven i da je sprečena pojava promaje.

Nakon izrade sistema grejanja montira se sistem čeličnih kablova sa pratećim elementima za sistem naknadnog napreznja u svemu prema projektu i statičkom proračunu (Slika 7).

Uže za utezanje se nalazi u zaštitnom plastičnom crevu koje je prethodno ispunjeno konzervacijskom masom. Uže se montira na specijalne distancere koji prihvataju kablove u oba ortogonalna pravca.

Kablovi se polažu na međusobnom rastojanju od cca 85 cm, u oba ortogonalna pravca. Ukoliko je putanja kablova u koliziji sa položajem AB montažnih stubova, dozvoljeno je odstupanje položaja kablova na tom mestu.



Slika 7. polaganje kablova u zaštitnom crevu

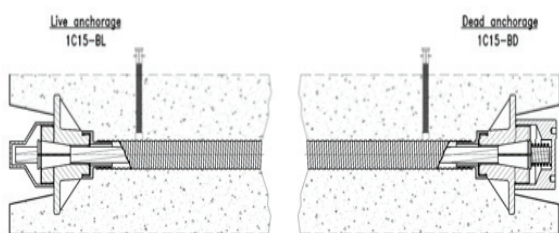
Na podnoj ploči nije predviđena ni jedna dilataciona fuga već isključivo jedna radna dilatacija (radi prekida betoniranja) na koju se montiraju kotve za utezanje kablova (Slika 8).



Slika 8. Radna dilatacija u podnoj ploči

Kotve koje se nalaze na radnoj dilataciji su u jednom slučaju aktivne kotve (preko kojih se utežu kablovi nakon prve etape betoniranja), dok kasnije prelaze u pasivne kotve.

Same kotve za utezanje su odabrane u svemu prema traženim tehničkim karakteristikama (Slika 9.) i instalirane su po obodima ploče kao *aktivne i pasivne*.



Slika 9. Aktivne i pasivne kotve

Na krajevima, odnosno po obodu parapetnih greda, kernuju se rupe $d=100\text{mm}$ koje služe za montažu krajnjih kotvi preko kojih će se izvršiti utezanje kablova.

Ovde moramo napomenuti da se u zonama oko stubova montira dodatna armaturna mreža kako bi se sprečila pojava pukotina od lokalnog sleganja koja su izazvana sleganjem stuba.

Užad za utezanje su sedmožičana 0.6'' užad, odnosno 15.2 mm, prema našim standardima (kod nas još nije implementiran EN 10138), i njegove glavne karakteristike date su u Tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike užadi za utezanje

TIP UŽETA	D=15.2 mm	D=15.7mm	D=15.2G
Broj užadi	1	1	1
Istezanje f_{pk} (Mpa)	1860/1770	1860/1770	1820
Krajnja sila u užetu F_{pk} (kN)	259/246	279/265.5	300

Za izradu ploče je predviđena upotreba betona marke C30/37, XC1, D 16, slump 180-210, koji će se proizvoditi na stacionarnoj betonskoj bazi i mikserima transportovati na gradilište na mesto ugradnje, odnosno do stacionarne betonske pumpe. Betonska baza je udaljena približno 10 km, tako da se očekuje dužina transporta betona najviše 20 minuta.

Sama kontrola betona se vrši nekoliko puta, prilikom dostave betona (sleganje, konzistencija, temperatura) tako i nakon njegove ugradnje.

Potreban prirast čvrstoće betona zbog utezanja kablova se kontroliše prema sledećim traženim vrednostima:

1. Dan-minimalna čvrstoća od 12Mpa
3. Dan-minimalna čvrstoća od 25 Mpa

Čvrstoće se kontrolišu prema ovim vrednostima iz razloga što se unošenje sile u užad, odnosno aktiviranje betonskog preseka, ne sme otpočeti pre nego beton dostigne minimalno 70% svoje računске čvrstoće.

Dakle, nakon 1. dana, odnosno dostizanja minimalne čvrstoće od 12Mpa, vrši se prvo utezanje kablova i to na sledeći način:

- Poprečni kablovi (kraća strana): 240 bar (110kN)
- Podužni kablovi (duža strana): 190 bar (90kN)

Krajnje utezanje kablova u poprečnom smeru je urađeno nakon 72 sata, odnosno kada je prosečna čvrstoća betona dostigla vrednost 28.1 MPa.. Krajnje vrednosti utezanja kablova u poprečnom smeru je 455 bara (210kN).

Nakon 48 sati, izvršeno je dodatno utezanje kablova u podužnom smeru i to 300 bar-a (140kN). Konačno utezanje kablova u podužnom pravcu je izvršeno nakon 8 dana od dana prvog betoniranja i tada su podužni kablovi utegnuti na krajnjih 455 bar-a (210kN), kao i kablovi u poprečnom pravcu.

2.4. Završna obrada površine betonskog poda

Nakon izvršenog postupka prednaprezanja podne ploče, pristupilo se završnoj obradi poda kako bi se dostigla druga dva postavljena uslova koja su već pomenuta na početku, a to su zahtev za izuzetnom ravnošću i zahtev za visokom otpornošću na habanje.

Prvi uslov se postigao tehnologijom brušenja površine betonske ploče (teraco) u nekoliko slojeva, prema konceptu "Superfloor-platina". Između jedne od 10 predviđenih faza, odnosno nakon 6 faze brušenja ploče,

površina betona je tretirana patentiranom ASHFORD FORMULOM, koja se pokazala kao nezamenjiv način tretiranja betona za koji se traži visoka otpornost na habanje.

Sa tretiranjem betona ASHFORD FORMULOM, u kombinaciji sa 10-o slojevnim brušenjem, dobijen je tzv. "Superfloor", kao izuzetno jaka, kompaktna i otporna podloga koja ispunjava nastrože kriterijume po pitanju ravnosti i po pitanju trajnosti.

Prednaprezanje podne ploče je dodatno ojačalo beton, ali su se pojavili neočekivani problemi usled visoke marke betona koja je otežala rad na brušenju površine (prvobitno projektovana marka MB30 je povećana na MB40 usled primene propisa za prednapregnute betonske elemente). Međutim, i ovaj problem se lako prevazišao te je tako uspešno izvršeno ravnanje površine betonske ploče kao i impregniranje površine.

3. ZAKLJUČAK

Prednaprezanje podne ploče je prvi put izvedeno na području SE Evrope, a naša zemlja je "osvojila" jednu za ovo područje, novu tehnologiju, odnosno novi pristup izradi AB podnih ploča.

Primenom tehnologije prednaprezanja, odnosno naknadnog naprezanja podne ploče postigli su se značajni rezultati u pogledu smanjenja betonskog preseka, eliminaciji bilo kakve dilatacione razdelnice odnosno potrebe za izrezivanjem fugni u betonskoj ploči, eliminisana je pojava uvijanja krajeva ploče, sprečena je pojava prslina u betonskom preseku, značajno je redukovana elastična deformacija, smanjeni su troškovi održavanja betonske ploče odnosno povećan je životni vek prizvoda i na kraju, povećana je hidrofobnost betonske površine.

Svi ovi činioci, u kombinaciji sa izradom teraca i zaštitom površine impregniranjem, doveli su do toga da krajni rezultat – industrijski pod u visokoregalnom skladištu ima sve karakteristike vrhunskog proizvoda građevinske industrije.

Ekonomski aspekti ove tehnologije, moramo priznati, nisu zanemarivi i razlika cene u odnosu na klasičan AB pod se penje i do 50%.

Ono što ohrabruje je činjenica da je tehnologija izrade relativno jednostavna i brza, da postoje investitori koji se odlučuju za kvalitet nasuprot cene te da primene ovakvih metoda možemo očekivati u naredom periodu.

U tom smislu trebalo bi potražiti šansu na tržištu građevinske operative regiona, kao pioniri u primeni novih tehnika i tehnologija.

4. LITERATURA

[1] Grupa autora, " *FEM Analysis for Heating PT Slab.* ", MEDIPAV s.r.l., Maj 2012

[2] Grupa autora: " *Projekat konstrukcije Contitech Fluids-pogon komponenti za autoindustriju* ", Subotica, Northengineering, 2011 godina

[3] Vanja Alendar, " *Prethodno naprezanje* ", Novembar 2003.

[4] Institut IMS Beograd, " *SPB Super sistem za prednaprezanje* ", 2002.

Kratka biografija:



Nemanja Košević rođen je u Zadru 1978. god. Master iz Projekta tehnologije i organizacije izgradnje industrijskog objekta i analize tehnologije izvođenja prednapregnute podne ploče odbranio je 2013.god.

IZBOR OPTIMALNOG TIPA FASADNE STOLARIJE STAMBENOG OBJEKTA U NOVOM SADU NA BAZI ANALIZE TROŠKOVA**SELECTION OF THE OPTIMAL TYPE OF FACADE WOODWORK OF RESIDENTAL BUILDING IN NOVI SAD BASED ON COSTS ANALYSIS**

Branka Kovač, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak izbora optimalne varijante fasadne stolarije na osnovu ekonomskog kriterijuma i vremena ugrađivanja. Optimizacija je bazirana na inicijalnim i eksploatacionim troškovima (LCC analiza).

Abstract – This paper presents a method of selecting the optimal type of facade woodwork based on economic criteria and installation time. The optimization is based on initial and exploitation costs (LCC analysis).

Ključne reči: fasadna stolarija, varijante, kriterijum, optimalno rešenje, troškovi, vreme ugradnje, LCC analiza

1. UVOD

Fasadna stolarija je bitan elemenat arhitektonskog oblikovanja svakog objekta. Prozori i prozorski otvori veličinom, oblikom, podelom, položajem u odnosu na fasadnu ravan, odnosom punih i transparentnih površina čine presudnu ulogu u oblikovanju fasadnog platna. Dobro projektovana i konstruisana fasadna stolarija treba da zadovolji istovremeno veći broj funkcija koje mogu biti i kontradiktorne, prirodno osvetljavanje, osunčanje, prirodno provetravanje, zaštita od atmosferilija i vetra, zaštita od sunca, toplotna zaštita, zaštita od buke, vizuelna povezanost unutrašnjih sa spoljašnjim prostorom i zaštita od pogleda spolja. Da bi se zadovoljilo svim ovim zahtevima potrebno je kombinovati različite materijale u okviru jednog elementa, što otvara problem izbora optimalnog tipa fasadne stolarije.

Izbor fasadne stolarije u ovom radu, urađen je za porodičnu stambenu zgradu u Novom Sadu, sa ciljem da se za predložene tri varijante fasadne stolarije: drvena, PVC i aluminijumska fasadna stolarija, na osnovu ekonomskih kriterijuma (troškova) i vremena potrebnog za ugradnju fasadne stolarije izabere optimalno rešenje.

2. TIPOVI FASADNE STOLARIJE

Za proizvodnju fasadne stolarije u početku su se koristili isključivo prirodni materijali, dok danas proizvodnja fasadne stolarije osim drveta podrazumeva primenu i drugih materijala (plastika, aluminijum), a i njihovu kombinaciju u sklopu jednog elementa.

NAPOMENA:

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

Fasadna stolarija uključuje i adekvatno zastakljivanje kako bi se što potpunije rešio problem energetske gubitaka. Od pravilnog izbora fasadne stolarije zavisi i kvalitet života u prostoru u kome boravimo. U radu su analizirana tri najčešće primenjena materijala za izradu fasadne stolarije, drvo, plastika i aluminijum.

2.1. Drvena fasadna stolarija

Drvo je jedan od najotpornijih, najelegantnijih i najfunkcionalnijih materijala koje priroda nudi našim potrebama. Njegova prisutnost u svim arhitektonskim prostorima, površina, boja, miris, kao i sam dodir izazivaju harmoničan i uzbudljiv estetski doživljaj. Drvo predstavlja najstariji prirodni građevinski materijal, pa nije štetan za čovekovu okolinu i povoljno utiče na zdravlje ljudi koji borave unutar prostora.

Drvena fasadna stolarija se može izrađivati od različitih vrsta drveta, a najčešće se za proizvodnju koristi četinarska građa, u obliku masiva ili u vidu lameliranog drveta.

Drvo se lako održava i ostaje postojano godinama. Na trajnost drveta utiče mesto i način upotrebe. Zajedno sa razvojem tehnologije proizvodnje u građevinarstvu su se pojavili veoma kvalitetni završni lakovi koji omogućavaju dobro prijanjanje u drvenu masu. Sa dobrim tehnikama nanosa postiže se potpuna pokrivenost drvene površine, što omogućava dobru zaštitu drveta od atmosferskih uticaja, gljiva i mikroorganizama.

2.2. PVC fasadna stolarija

Polyvinil chloride (PVC) je jedna od najkorišćenih vrsta plastike koja se zbog svoje prilagodljivosti i niske cene danas koristi za proizvodnju fasadne stolarije.

PVC je čvrst, lagan, lako obradiv i dugotrajan materijal. Njegove fizičke i tehničke karakteristike (izdržljivost, dugovečnost i povoljno održavanje) osiguravaju dobar odnos kvaliteta i cene, što mu omogućava konkurentnost na tržištu.

PVC profili se dobijaju kao fabrički proizvodi koji se dalje pri konstruisanju fasadne stolarije seku i sastavljaju. Konstrukciju preseka PVC stolarije čine višekomorni profili. Povećanjem broja komora kroz presek PVC stolarije, povećavaju se termoizolacione i zvučne karakteristike profila za izradu krila fasadne stolarije.

2.3. Aluminijumska fasadna stolarija

Aluminijum je lako obradiv, nemagnetičan materijal, atraktivan po izgledu. Mehanička svojstva aluminijuma njegova čvrstoća i lakoća, veliki izbor boja, antikorozivna

svojstva i postojanost, čine ga veoma zastupljenim materijalom u izradi fasadne stolarije, naročito kada su u pitanju velike zastakljene površine, samonoseće konstrukcije, strukturalne fasade.

Aluminijumska stolarija se proizvodi od gotovih profila koji se seku i spajaju u celinu. U preseku profili formiraju sistem više komora, gde veći broj komora poboljšava tehničke karakteristike fasadne stolarije.

Osnovni nedostatak aluminijuma je njegova termalna provodljivost, koja se rešava uvođenjem termo prekida unutar aluminijumskog profila, tzv. termičkih mostova.

2.4. Zastakljivanje fasadne stolarije

Zastakljivanje fasadne stolarije se menjalo tokom godina, pa je prvobitno jednostruko zastakljenje krila zamenjeno dvostrukim. Kod dvostrukog stakljenja krilo fasadne stolarije je sastavljeno od dva dela, od kojih je svaki posebno stakljen. Danas se primenjuje termoizolovano dvostruko stakljenje koje formiraju dva stakla sa vazдушnim međuprostorom. Staklene ploče su hermetički spojene, a osnovna prednost ovakvog načina stakljenja fasadne stolarije je u tome da ne može doći do pojave kondeza između stakala.

3. OPIS OBJEKTA I VARIJANTNA REŠENJA FASADNE STOLARIJE

U radu je razmatran problem izbora optimalnog tipa fasadne stolarije. Izbor je baziran na analizi troškova i vremena ugradnje fasadne stolarije. Svi troškovi i vreme ugrađivanja izračunati su za konkretan objekat.

3.1 Podaci o objektu

Objekat je porodično stambeni, spratnosti P+1+Pk, u Novom Sadu, sa četiri stambene jedinice različitih kvadratura i unutrašnjih organizacija.

Konstrukcija objekta je skeletni sistem nosećih stubova i greda sa AB pločama debljine 20cm i kosom AB pločom u potkrovlju debljine 16cm. Objekat je postavljen na trakastim temeljima širine 80cm i 60cm, sa temeljnim gredama širine 25cm. Spoljašnji zidovi su klasični „sendvič“ zidovi debljine 42cm (opeka 25cm, termoizolacija 5cm i opeka 12cm). Pregradni zidovi su od pune opeke debljine 12cm i 25cm. Zidovi oko stepeništa su armirano betonski debljine 25cm.

Fasada objekta je projektovana tako da naglasi kubičnu formu objekta, zadrži karakteristike jednorodnog stanovanja, a u isto vreme doprinese modernom i zanimljivom oblikovanju stambene tipologije.

U radu su za ovo projektno rešenje objekta, analizirani troškovi i vreme ugradnje stolarije za pet pozicija, odnosno pet fasadnih elemenata različitih dimenzija.

3.2 Varijantna rešenja

U cilju izbora optimalnog tipa fasadne stolarije analizirana su tri varijantna rešenja:

- drvena fasadna stolarija,
- PVC i
- aluminijumska fasadna stolarija.

Sva tri materijala (drvo, PVC i aluminijum) kombinovana su sa providnim dvostrukim zastakljenjem. Karakteristike fasadne stolarije date su u tabelama: tabela 1, tabela 2 i tabela 3.

Tabela 1. Drvena fasadna stolarija

Karakteristike	tip profila
Vlažnost drveta	11-13%
Spoljašnje dimenzije	68x77mm
Stakljenje	4/15/4 dvoslojno stakljenje, punjenje međuprostora-vazduh, nema IR reflektujućih premaza na staklu, distancer aluminijumski



Tabela 2. PVC fasadna stolarija

Karakteristike	tip profila
Sistemska dubina	70mm
Broj komora sistema	5
Stakljenje	4/12/4 dvoslojno stakljenje, punjenje međuprostora-vazduh, nema IR reflektujućih premaza na staklu, distancer aluminijumski



Tabela 3. Aluminijumska fasadna stolarija

Karakteristike	tip profila
Spoljašnje dimenzije	800x1000mm
Materijal	Al profili sa ugrađenim termomostom
Stakljenje	5/12/4 dvoslojno stakljenje, punjenje međuprostora-vazduh, nema IR reflektujućih premaza na staklu, distancer aluminijumski.



4. ANALIZA TROŠKOVA I VREMENA UGRADNJE FASADNE STOLARIJE

Analiza je za ceo objekat, tj. kompletnu fasadnu stolariju, obuhvatila:

- ukupne troškove proizvodnje i ugradnje fasadne stolarije,
- troškove održavanja i demontaže,
- troškove životnog ciklusa (LCC analizu) i
- vreme ugradnje fasadne stolarije.

Pod proizvodnim troškovima fasadne stolarije podrazumevaju se troškovi tehnologije izrade stolarije zajedno sa troškovima transporta na gradilište. Ovi troškovi su preuzeti od proizvođača.

Troškovi ugradnje fasadne stolarije se dobijaju (izračunavaju) iz građevinskih normativa za stolarske

radove, gde se pored troškova materijala, dodaju i troškovi radne snage za ugradnju fasadne stolarije. [1]
Na ovaj način (predmerom i predračunom) obračunati su inicijalni troškovi, koji nam pružaju informaciju o delu troškova koji se odnose na samu izgradnju objekta. Nedostatak ovakvog pristupa analize troškova je što o budućim troškovima nemamo nikakvu informaciju, pa to može dovesti do loših investicionih odluka. Pod pojmom „budućih troškova“ tj. troškova životnog ciklusa, podrazumevaju se ukupni troškovi u periodu eksploatacije objekta, odnosno svi izdaci koji su vezani za troškove održavanja, troškove demontaže, kao i troškove odlaganja otpadnog materijala nakon završenog životnog veka elementa objekta [2].

Troškovi održavanja fasadne stolarije obuhvataju održavanje koje se obavlja u unapred određenim intervalima, a čija je svrha produžavanje funkcionalnosti i životnog veka fasadne stolarije. Troškovi održavanja fasadne stolarije podrazumevaju fizičko-mehaničku obradu fasadne stolarije. U zavisnosti od vrste fasadne stolarije, održavanje je mehaničko – hemijskim ili samo hemijskim putem. Troškovi održavanja obuhvataju troškove održavanja fasadne stolarije sva tri materijala, kao i troškove demontaže, na kraju životnog ciklusa. LCC analiza se obračunava i izražava u različitim formatima, a najčešći format je neto sadašnja vrednost (NSV).

Prema Flannagan-u i ostalima [3], neto sadašnja vrednost se izražava u obliku:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

gde su:

C_t - ukupni procenjeni troškovi kroz određeni period,

r - diskontna stopa,

T - posmatrani period analize

U realnosti, vrednost investicije može biti narušena efektima inflacije, te uzimajući nju u obzir, sadašnji nivo investicije biće uvećan. Faktor izmene (modifikacije) naziva se neto diskontna stopa inflacije (nett of inflation discount rate):

$$n dr = \left[\left(\frac{1 + \text{kamatna stopa \%}}{1 + \text{inflacija \%}} \right) - 1 \right] \quad (2)$$

Proračun troškova životnog ciklusa (LCC analiza) obuhvatio je period od 20 godina, a osim dužine eksploatacionog perioda, uzete su u obzir i vrednosti kamatne stope i stopa inflacije za posmatrani vremenski period. Proračun je urađen korišćenjem programa Mathcad 14. [4]

Za razmatrane varijante:

- TIP 1 – drvena fasadna stolarija,
- TIP 2 – PVC fasadna stolarija,
- TIP 3 – aluminijumska fasadna stolarija,

u tabeli 4 data je rekapitulacija svih troškova.

Analizom potrebnog vremena za ugradnju fasadne stolarije, na osnovu adekvatnih normativa, dobijena su potrebna vremena za ugradnju sve tri vrste fasadne stolarije (tabela 5).

Tabela 4. Ekonomski kriterijumi

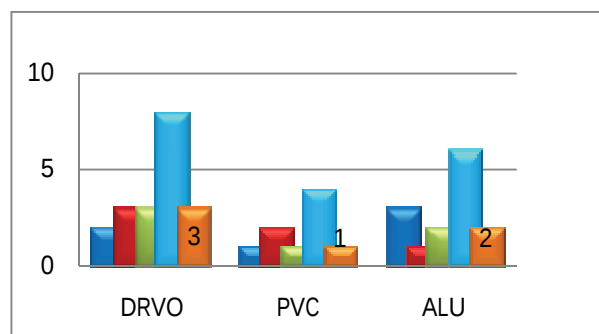
Tip fasadne stolarije	Troškovi proizvodnje i ugradnje [rsd]	Troškovi održavanja i demontaže [rsd]	Troškovi prema LCC analizi [rsd]
TIP 1	946845,9	161399,0	3367431,21
TIP 2	929306,7	76038,0	1867734,378
TIP 3	1270571,28	71920,0	2137496,424

Tabela 5. Potrebno vreme za ugradnju fasadne stolarije

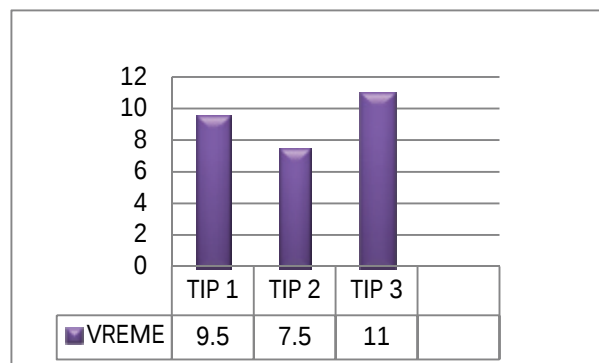
Tip fasadne stolarije	Ukupno vreme	
TIP 1	9,5	dana
TIP 2	7,5	dana
TIP 3	11	dana

4. IZBOR OPTIMALNOG TIPFA SADNE STOLARIJE

Za izbor optimalnog tipa fasadne stolarije metodom rangiranja, uzete su u obzir sve vrste troškova, troškovi nabavke i ugradnje, troškovi održavanja i demontaže, troškovi prema LCC analizi i vreme ugradnje fasadne stolarije. Na slici 1 grafički je prikazano rangiranje fasadne stolarije prema troškovima, a na slici 2 vremena ugradnje.



Slika 1. Grafički prikaz rangiranja fasadne stolarije na bazi troškova



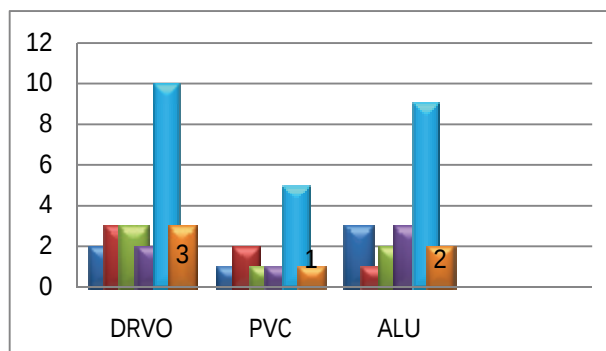
Slika 2. Grafički prikaz rangiranja vremena ugradnje fasadne stolarije

Konačno rangiranje na bazi troškova i vremena ugradnje, po svim kriterijumima, prikazano je u tabeli 6 i grafičkom na slici 3, a konačna rang lista data je na slici 4.

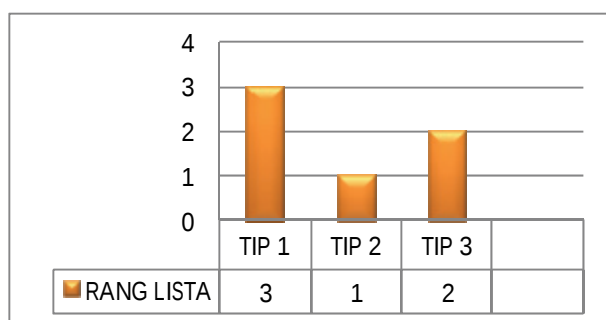
Tabela 6. Rangiranje troškova i vremena ugradnje – konačna rang lista

	Rang 1.	Rang 2.	Rang 3.	Rang 4.	zbir	R list.
TIP1	2	3	3	2	10	3
TIP2	1	2	1	1	5	1
TIP3	3	1	2	3	9	2

Rang 1 - Rangiranje troškova proizvodnje i ugradnje
Rang 2 - Rangiranje troškova održavanja i demontaže
Rang 3 - Rangiranje troškova prema LCC analizi
Rang 4 - Rangiranje prema vremenu ugradnje



Slika 3. Grafički prikaz rangiranja troškova i vremena ugradnje fasadne stolarije



Slika 4. Izbor optimalnog tipa fasadne stolarije – konačna rang lista

Iz grafičkog prikaza (slika 4) konačne rang liste fasadne stolarije:

- PVC fasadna stolarija – Rang 1,
- aluminijska fasadna stolarija – Rang 2 i
- drvena fasadna stolarija – Rang 3.

Za stambeni objekat u Novom Sadu, prema sprovedenim analizama po ekonomskim kriterijumima (tri grupe troškova) i vremenu ugrađivanja, usvojeno je optimalno rešenje - **PVC fasadna stolarija**.

8. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem izbora optimalnog tipa fasadne stolarije za porodičnu stambenu zgradu u Novom Sadu. Analizirana su tri tipa fasadne stolarije: drvena fasadna stolarija-TIP 1, PVC fasadna stolarija-TIP 2 i aluminijska fasadna stolarija-TIP 3. Izbor optimalnog tipa fasadne stolarije baziran je na ekonomskim kriterijumima i vremenu potrebnom za ugradnju fasadne stolarije. U okviru ekonomskih kriterijuma analizirane su

tri vrste troškova: troškovi proizvodnje i ugradnje, troškovi održavanja i demontaže i troškovi životnog ciklusa. Na osnovu analiza zaključeno je da je:

- prema troškovima proizvodnje i ugradnje fasadne stolarije, optimalna varijanta PVC fasadna stolarija-TIP 2,
- prema troškovima održavanja i demontaže, optimalna aluminijska fasadna stolarija-TIP 3
- prema LCC analizi optimalna PVC fasadna stolarija-TIP 2 i
- prema vremenu potrebnom za ugradnju fasadne stolarije optimalna PVC fasadna stolarija.

Konačno, na osnovu četiri analize koje su sprovedene u ovom radu (analiza troškova ugradnje, analiza troškova održavanja i demontaže, LCC analiza i analiza vremena ugradnje fasadne stolarije), metodom rangiranja izabrano je optimalno rešenje, fasadna stolarija TIP-a 2, PVC fasadna stolarija.

Ovim radom je ukazano i na mogućnost i potrebu sagledavanja troškova sa šireg aspekta, analize inicijalnih, ali i troškova životnog ciklusa. Izbor optimalnog tipa fasadne stolarije, baziran je na većem broju kriterijuma, a način sagledavanja ekonomskog pokazatelja doprinosi kvalitetu konačnih investicionih odluka.

9. LITERATURA

- [1] „Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja“; Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [2] I. Beker, D. Stanivuković, „Logistika“, FTN, Novi Sad.
- [3] John W. Bull, „Life Cycle Cost for construction“, New Castle upon Tyne, 1993
- [4] Aleksić, I.: „Izbor optimalne varijante podne obloge metodom višekriterijumske optimizacije na bazi troškova“, *Diplomski-master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.*

Kratka biografija:



Branka Kovač rođena je u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, 1980.god. Srednju građevinsku školu »Jovan Vukanović« odsek hidrogradnja, završila je u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Građevinarstva – Industrijske metode u građenju, odbranila je 2013. god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2010. god. je u zvanju vanrednog profesora za oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

ПРОЦЕНА СТАЊА, ДОГРАДЊА И САНАЦИЈА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ У ВРБАСУ ASSESSMENT, UPGRADING AND REPAIR OF RESIDENTAL BUILDING IN VRBAS

Драгана Килибарда, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду приказана је процена стања, доградња и санација вишеспратне стамбене зграде у Врбасу. У првом, теоријском, делу рада описана је дифузија водене паре и видови заштите конструкције од исте. На основу детаљног прегледа зграде урађена је процена стања предметног објекта. Урађен је статички прорачун елемената дограђене етаже и новопројектованог поткровља и урађена је провера напона у зидовима који носе сеизмичко оптерећење и на темељним спојницама након доградње. Предлажене су санационе мере, које ће бити изведене након радова на доградњи објекта.

Abstract – This paper presents assessment, upgrading and repair of multistory residential building in Vrbas. In the first part of the paper diffusion water vapour was described. According to a detailed survey the assessment of the building was done. The static analysis for upgraded part of the buildings, dimensioning of new construction elements and control of stress in seismic walls and in foundation after upgrading are done and presented in fourth chapter of this paper. Fifth chapter gives the appropriate measures for repair of detected damages on building.

Кључне речи: дефекти, оштећења, процена стања, санација, доградња, дифузија водене паре, парне бране, кондензација, тачка росе.

1. УВОД

Рад се састоји од две међусобно независне целине. Први део рада представља теоријско-истраживачки део са темом „Дифузија водене паре“, а други део је везан за процену стања, доградњу и санацију стамбене зграде у Врбасу.

2. ДИФУЗИЈА ВОДЕНЕ ПАРЕ

2.1. Увод

Кроз зидове грађевинских конструкција долази до дифузије водене паре. Услови под којима се дифузија одвија могу бити веома различити, зато је од велике важности одредити када ће доћи до задржавања и кондензације влаге, а када ће дифундована влага испаравати. Дифузија водене паре је процес у коме пара тежи да изједначи ниво zasiћења у различитим срединама.

Када између две средине постоји различит ниво количине влаге, она средина са више влаге тежиће да продре у средину са мање влаге. Сила која се јавља у овом процесу је притисак паре. Он чини да zasiћенија средина саму себе „гура“ ка средини са мањом концентрацијом влаге, са тежњом да се успостави равнотежа, односно равномерна концентрација. Што је већа разлика у влажности између две средине то је већа дифузија водене паре.

Маса водене паре коју садржи 1m^3 ваздуха назива се апсолутна влажност. Релативна влажност је однос апсолутне влажности и максималне количине водене паре коју 1m^3 ваздуха може да прими на тој температури, а да не дође до фазног прелаза кондензације, односно:

$$\varphi = \frac{W}{W_a} \cdot 100 (\%)$$

Ако се температура ваздуха смањује, јединица запремина ваздуха ће моћи да преузме мању количину водене паре него што је могла на вишој температури. Парцијални притисак водене паре- p у атмосфери не може да пређе вредност која би одговарала притиску њеног фазног прелаза- p_t за ту температуру.

Када је парцијални притисак мањи од притиска фазног прелаза p_t , пара је незасићена и релативна влажност је испод 100%. Када вредност парцијалног притиска достигне вредност p_t влажност је 100% и таква пара је засићена. Вишак водене паре у ваздуху ће се кондензовати у виду капљица воде на хладнијим површинама зидова, а ова појава се назива кондензација. Температура ваздуха на којој долази до уздвајања водених капи из засићеног ваздуха назива се тачка росе.

2.2. Дифузиони ток (Φ) и густина дифузионог тока (g)

Дифузиони ток је количина водене паре која у јединици времена прође кроз неку конструкцију због разлике у парцијалним притисцима водене паре у ваздуху на супротним странама конструкције. Дифузиони ток по смеру најчешће следи топлотни ток и креће се од топлије ка хладнијој страни конструкције, односно са подручја већег парцијалног притиска ка подручју са мањим парцијалним притиском. Ознака за дифузиони ток је Φ_m . Аналогно топлотном току, густина дифузионог тока је дефинисана као количина водене паре која прође кроз конструкцију у јединици времена, управно на јединицу површине конструкције и његова ознака је g .

$$g = \frac{\Phi_m}{A} = \frac{p_i - p_e}{\frac{1}{\beta_i} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\beta_j} + \frac{1}{\beta_e}} \quad \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{h}} \right) \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \text{h}} \right)$$

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је била проф. др Мирјана Малешев.

2.3. Фактор отпора дифузији водене паре (μ_j)

Паропропусност је дефинисана као вредност која показује колико је пута већи отпор неког материјала дифузионом пролазу неког материјала од отпора слоја ваздуха исте дебљине при истој температури. Отпор дифузији водене паре се изражава преко вредности r . Ова вредност се назива релативни дифузиони отпор и израчунава се преко израза:

$$\sum r_j = \sum_{j=1}^n d_j \cdot \mu_j$$

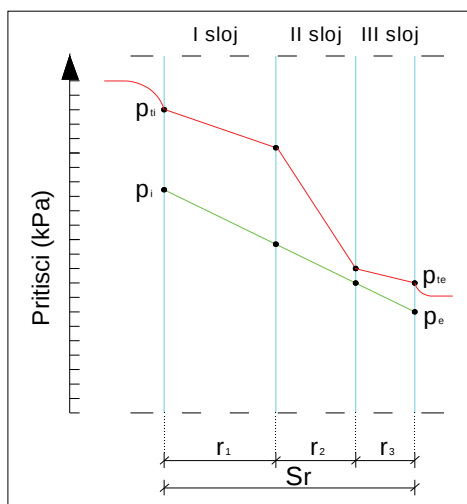
2.4. Одеђивање притиска фазног прелаза водене паре (p)

Парцијални притисак водене паре на граници између j -тог и $(j+1)$ слоја се може израчунати на основу аналитичког израза:

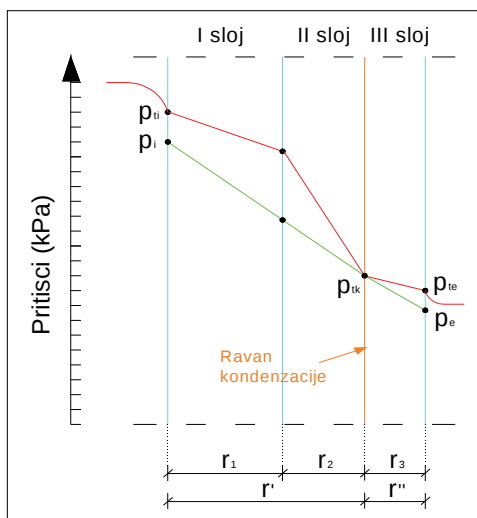
$$p_j = \frac{p_i - p_e}{\sum_{j=1}^n r_j} \cdot \sum_{j=1}^n r_j + p_e$$

У зависности од положаја линија парцијалног притиска могу да наступе 3 случаја дифузије водене паре:

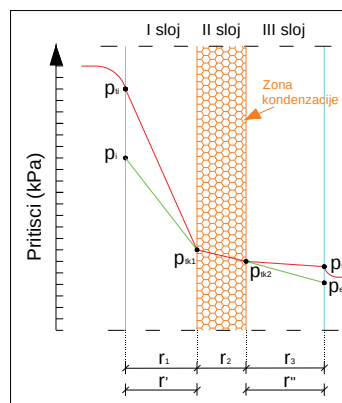
- случај без кондензације (слика1)
- случај кондензације у равни (слика 2)
- случај кондензације у зони (слика 3)



Слика 1: Случај без кондензације



Слика 2: Случај са кондензацијом у равни



Слика 3: Случај кондензације у зони

2.5. Парне бране

Парне бране су материјали са великим дифузним отпором. Деле се на пропусне и непропусне. Као парне бране најчешће се користе:

- металне фолије или лимови
- уљане боје и лакови
- синтетичке и синтетичко - битуменске траке са улошцима
- асфалтни и парафински премази
- пенушаво стакло



Слика 4: Парна брана

3. ПРОЦЕНА СТАЊА

3.1 Увод

Предметни објект (слика 5) је стамбена зграда у Улици Буде Томивића- блок 106, ламела 1, у Врбасу. Спратност објекта је По+Пр+3 и дужом осом се пружају у правцу југоисток- северозапад. Укупна нето површина објекта је $P=1756,19m^2$. Објект има следећу структуру станова: 2 једноипособна, 7 двособних и 7 трособних станова. Објект има четвороводни кров.



Слика 5: Изглед објекта

3.2. Конструктивни систем

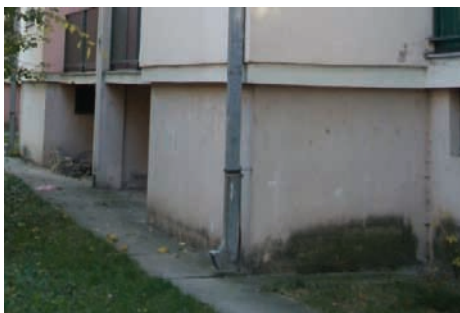
Конструктивни систем зграде је масивни, сачињавају га попречни и подужни носећи зидови од керамичког блока укрупњени хоризонталним и вертикалним серкљажима. Међуспратна конструкција је пуна АБ плоча дебљине 16 цм. Фундирање је обављено на АБ темељној плочи дебљине 40 цм. Спољни зидови су „сендвич“ зидови: блок(25 цм), ТИ (5 цм) и опека(12 цм). Подрумски зидови су од неармираног бетона. Степениште је армиранобетонско, једнокрако, ослоњено на подесне греде, а дебљина плоче је 16 цм. Кровна конструкција је дрвена на четири воде, са венчаницама и рожњачама ослоњеним на зидове и серклаже за које су анкерисане. Нагиб кровних равни је 30° , а покривач је фалцовани цреп.

3.3. Детаљни визуелни преглед

Визуелни преглед објекта обављен је у подруму, заједничким ходницима и на фасади.

Детаљним визуелним прегледом уочена су следећа оштећења:

- капиларна влага на североисточној фасади (Слика 6)
- прслине у малтеру и фасадној боји (Слика 7)
- бубрење и отпадање фасадне боје (Слика 8)
- оштећења у прилазном подесту и степеништу (дејство влаге и мрза)
- пукотине у угловима подрумских зидова



Слика 6: Капиларна влага



Слика 7: Прслине у малтеру



Слика 8: Отпадање фасадне боје

4. ДОГРАДЊА

Предвиђена је доградња једне етаже и новог поткровља. Конструктивни систем дограђеног дела је масивни, укрупњен хоризонталним и вертикалним серкљажима. За зидање носећих и преградних зидова предвиђа се употреба YTONG блокова димензија 625/250/200 мм за носеће, односно 625/120/250 мм и 625/200/200 мм за преградне, као и за назидке и забатне зидове у поткровљу, а као преградни зидови поткровља употребиће се гипскартонске плоче са металном подконструкцијом.

Степениште надограђеног дела је по свему исто као и постојеће степениште објекта. Међуспратна конструкција ће бити полумонтажна Ферт таваница. Кровна конструкција ће бити дрвена конструкција на две воде, нагиба кровних равни од 20° , са роговима ослоњеним на венчанице и међурожњаче. Рогови су на међусобном растојању од 80 цм, а размак кровних столица је на размаку од 4 м. Као кровни покривач биће употребљена "Тегола". Након димензионисања елемената кровне конструкције усвојене су следеће димензије:

- рогова (10/14 цм)
- рожњача (14/16 цм)
- стубова (14/14 цм)
- пајанта (8/12 цм)
- венчаница (12/14 цм)
- клешта (2х6/16 цм).

Након спроведених контролних статичких и динамичких прорачуна закључено је да нису прекорачени дозвољени напони у носећим зидовима који носе сеизмичко оптерећење и на темељним спојницама након доградње.

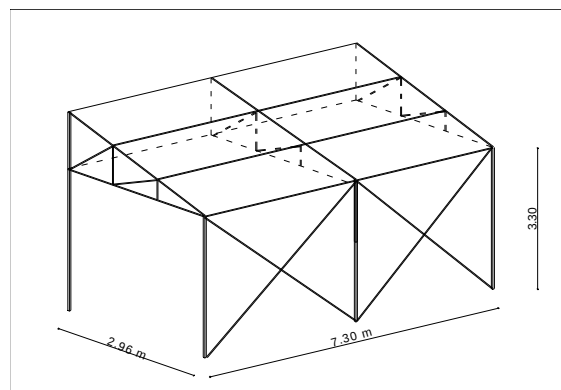
5. САНАЦИЈА И ОЈАЧАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

У даљем тексту даје се предлог санационих мера:

- Прилазни подест и прилазно степениште:

- уклањање облоге подеста и степеништа
- одстрањивање оштећених блокова мацолом или пнеуматским и електричним чекићем
- замена оштећених блокова новим блоковима
- малтерисање бочног зида подеста
- постављање нових облога степеништа.

Предвиђа се и извођење надстрешнице изнад прилазног подеста и степеништа, како би се заштитили од атмосферске влаге (Слика 9).



Слика 9: Надстрешница прилазног подеста

- Капиларна влага на задњој фасади:
 - уклањање плоча тротоара
 - извођење слоја за пад(да иде од објекта)
 - постављање нових плоча тротоара.
- Прслине у малтеру и фасадној боји и отпадање фасадне боје:
 - уклањање фасадне боје и малтера до опеке
 - постављање почетног алуминијумског профила за налегање плоча ТИ
 - постављање додатног слоја термоизолације (лепљење стиропора)
 - наношење слоја лепка, утапање мрежице и наношење додатног слоја лепка
 - након сушења лепка изводи се завршни фасадни слој.
- Пукотине у подрумским зидовима
 - проширивање видљивог дела прслине пнеуматским чекићем
 - чишћење овако формираног канала водом под притиском или пескарењем
 - запуњавање масом Ексмал-К произвођача Адинг.

6. ЗАКЉУЧАК

На објекту нису уочени никакви дефекти, а затечена оштећења не угрожавају стабилност, функционалност и употребљивост објекта. Трајност је нарушена, стога је неопходно придржавати се горе наведених мера у циљу продужења трајности предметног објекта. Употребљивост и функционалност су донекле нарушени код прилазног подеста и степеништа. Након доградње објекта у оквиру санационих радова предложена је и термичка санација ради побољшања енергетских перформанси зграде.

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Збирка српских правилника и стандарда за грађевинске конструкције:

Српски стандард са обавезном применом од 1988-стална оптерећења грађевинских конструкција (SRPS U.C7.123),
 Српски стандард са обавезном применом од 1988-корисна оптерећења стамбених и јавних зграда (SRPS U.C7.121),
 Српски стандард са обавезном применом од 1992-оптерећење ветром (SRPSU.C7.110-112),
 Правилник о техничким нормативима за изградњу објеката високоградње у сеизмичким подручјима.

[2] Група аутора: БЕТОН И АРМИРАНИ БЕТОН према БАБ 87, књига 1, Универзитетска штампа, Београд, 2000.

[3] Група аутора: БЕТОН И АРМИРАНИ БЕТОН према БАБ 87, књига 2, Универзитетска штампа, Београд, 2000.

[4] А. Петровић: ГРАЂЕВИНСКА ФИЗИКА, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2004.

[5] Ж. Радосављевић, Д. Бајић: АРМИРАНИ БЕТОН 3, Грађевинска књига, Београд, 2007.

[6] М. В. Вилемс, К. Шилд, С. Динтер: Грађевинска физика- приручник (Део I), , Грађевинска књига, Београд, 2006.

[7] М.Гојковић, Б. Стевановић, М.Комненовић, С. Кузмановић, Д. Стојић: ДРВЕНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ- ЈУС стандарди, Прописи, Еврокод 5, табеле, бројни примери, Грађевински факултет универзитета у Београду, 2007.

[8] М.Малешев, В. Радоњанин: Скрипта са предавања ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ 1, Факултет техничких наука, Нови Сад

[9] М.Малешев, В. Радоњанин: Скрипта са предавања ТРАЈНОСТ И ПРОЦЕНА СТАЊА БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА, Факултет техничких наука, Нови Сад

[10] М.Малешев, В. Радоњанин: Скрипта са предавања ОШТЕЋЕЊА И САНАЦИЈЕ ЗИДАНИХ КОНСТРУКЦИЈА, Факултет техничких наука, Нови Сад

[11] М.Радека: Скрипта са предавања МАТЕРИЈАЛИ У ГРАЂЕВИНАРСТВУ 1, Факултет техничких наука, Нови Сад

[12] Интернет адресе:

<http://www.ading.com/>
<http://www.austrotherm.rs/>
<http://www.knauf.rs/>
<http://srb.sika.com/>
<http://ytong.rs/>

Кратка биографија:



Драгана Килибарда, рођена је у Врбасу, 6. маја 1987. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Модул конструкције – Процена стања и санација објеката, одбранила је 2013. године.

PROJEKAT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA SA POSEBNIM OSVRTOM NA ANALIZU DUKTILNOSTI KONSTRUKCIJE PREMA EVROKODU 8**PROJECT OF RESIDENTIAL-OFFICE BUILDING WITH SPECIAL REVIEW OF ANALYSIS OF STRUCTURAL DUCTILITY ACCORDING TO EUROCODE 8**

Danijela Kokošar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je analiza sedmoetažne stambeno-poslovne zgrade u Novom Sadu prema Evropskim normama. Posebna pažnja je posvećena seizmičkom proračunu objekta prema Evrokodu 8 uz detaljnije proučavanje dimenzionisanja duktilnih zidova za različite klase duktilnosti koje su definisane u navedenom standardu.

Abstract – Subject of this paper is analysis of seven-story residential-office building located at Novi Sad, according to European standards. Special attention is dedicated to seismic design of structure according to Eurocode 8 with detailed study of dimensioning of ductile walls for different ductility classes which are defined in this standard.

Ključne riječi: Evrokod 8, Duktilni zid, Klase duktilnosti

1. UVOD

Seizmički talasi pri zemljotresu izazivaju kretanje osnovne stijene ispod objekta, propagiraju kroz lokalno tlo do temelja objekta i izazivaju kretanje temelja i objekta [4]. Konstrukcije u seizmički aktivnim područjima moraju biti projektovane i izvedene tako da se umjerenim, relativno čestim zemljotresima suprotstavljaju radom u elastičnoj oblasti, tj. bez oštećenja noseće konstrukcije, sa eventualnim malim oštećenjima nenosećih elemenata, dok će se jakom zemljotresu, koji se očekuje jednom u toku eksploatacionog vijeka konstrukcije, suprotstavljati duktilnim, disipativnim, elasto-plastičnim radom, uz određenja oštećenja.

Nezavisno od vrste konstrukcijskog sistema, Evrokod 8 (u daljem tekstu EC8) nudi izbor između tri nivoa projektnog opterećenja, koji se odnose na klase duktilnosti:

- DCL - niska klasa duktilnosti prema kojoj se zgrade projektuju za niski kapacitet disipacije energije i nisku duktilnost, ne primjenjujući mjere aseizmičkog projektovanja (neće se razmatrati u daljem tekstu),
- DCM - srednja klasa duktilnosti (seizmički otporne betonske zgrade moraju se projektovati tako da se obezbijedi kapacitet disipacije seizmičke energije i ukupno duktilno ponašanje),
- DCH - visoka klasa duktilnosti (konstrukcije kod kojih se, njihovim prelaskom u plastični mehanizam, troši velika količina seizmičke energije).

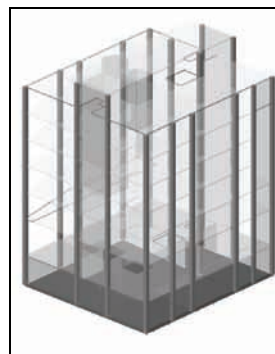
NAPOMENA:

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

Klase duktilnosti DCM i DCH odgovaraju zgradama za koje su proračun, dimenzionisanje i obrada detalja urađeni prema posebnim zahtjevima za seizmičku otpornost, omogućujući da konstrukcija razvije stabilne mehanizme koji su sposobni za veliku disipaciju energije zemljotresa pod ponovljenim povratnim opterećenjem, bez pojave krtoeg loma [1].

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

Modeliranje konstrukcije vršeno je u programskom paketu Tower 7. Konstrukcija zgrade može da se posmatra kao skup vertikalnih konstrukcijskih elemenata, koji su međusobno povezani tavanicama [1].



Slika 1. Prostorni model konstrukcije

Glavni konstruktivni sistem objekta je AB skeletna konstrukcija sa AB zidovima. Krovna konstrukcija je drveni dvovodni krov koja je proračunata posebno, a na objekat se prenose odgovarajuće reakcije. Međuspratna konstrukcija je AB ploča $d = 20$ cm, direktno oslonjena na AB stubove. Dimenzije poprečnih presjeka stubova su 45×45 cm i 40×40 cm. Zidna platna sa debljinom rebra od 20 cm su postavljeni u dva ortogonalna pravca i njihova primarna uloga je da prime i prenesu horizontalna seizmička opterećenja na temelje i doprinesu cjelokupnoj krutosti objekta. Temeljnu konstrukciju čini temeljna ploča debljine 50 cm. Svi navedeni konstruktivni elementi betoniraju se betonom C25/30, a za armiranje se koristi armatura B500B. Na slici 1 prikazan je 3D model analizirane konstrukcije.

2.2. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje potiče od sopstvene težine glavnih konstruktivnih elemenata, opterećenja podova i plafona, opterećenja od zidanih zidova, stepeništa i krova. Sopstvena težina AB konstrukcije uzima se u proračun kao linijsko opterećenje ili kao raspodjeljeno površinsko opterećenje koje djeluje na površinske elemente.

Za određivanje korisnih opterećenja u zgradama prostorije i krovne površine treba da budu dodatno podijeljene u kategorije, zavisno od njihove upotrebe, kao što je dato u EN 1991-1-1:2002. Dati objekat posjeduje prostorije kategorije A (stambene površine) sa preporučenim intenzitetom opterećenja 2 kN/m^2 i prostorije kategorije D (prodajne površine) sa 4 kN/m^2 .

Opterećenje snijegom je aplicirano kao površinsko jednakopodijeljeno opterećenje upravno na krovnu ravan, intenziteta 1.0 kN/m^2 .

Opterećenje vjetrom izračunato je u skladu sa EN 1991-1:2005 i ono djeluje na vertikalne površine objekta izložene vjetru i na krovnu konstrukciju.

2.2.1. Analiza seizmičkog opterećenja

Za seizmički proračun je korišćena multimodalna spektralna analiza.

Modalnom analizom konstrukcije se, pored stalnog opterećenja, u masu konstrukcije uzima i udio korisnog opterećenja za koji se smatra da će biti prisutno na konstrukciji pri zemljotresu:

$$\sum G_{ki} + \sum \psi_{Ei} \cdot Q_{ki} \quad (1)$$

Koeficijent ψ_{Ei} iz izraza (1) za korisno opterećenje A, odnosno za korisno opterećenje D na tavanicama iznosi 0.15, odnosno 0.3, respektivno (udio korisnog opterećenja u toku zemljotresa 15%, odnosno 30%).

Prva tri perioda oscilovanja dobijena modalnom analizom prikazana su u tabeli 1.

Tabela 1. Periodi oscilovanja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	1.0754	0.9299
2	0.9083	1.1009
3	0.6502	1.5381

Objekat se nalazi u osmoj seizmičkoj zoni. Elastični spektar primjenjen u analizi je Tip 1 koji sa tipom tla (objekat je fundiran na tlu tipa C (rastresito tlo)) daje parametre čije su vrijednosti definisane u EC8.

Faktor ponašanja q predstavlja koeficijent kojim se redukuju rezultati statičkog proračuna konstrukcije čime se dobijaju projektne vrijednosti uticaja potrebne za dimenzionisanje elemenata objekta. Određuje se prema jednačini:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5 \quad (2)$$

Prema zahtjevu da se zgrada projektuje kao konstrukcija srednje duktilnosti q iznosi 2.40, a za visoku klasu duktilnosti 3.60.

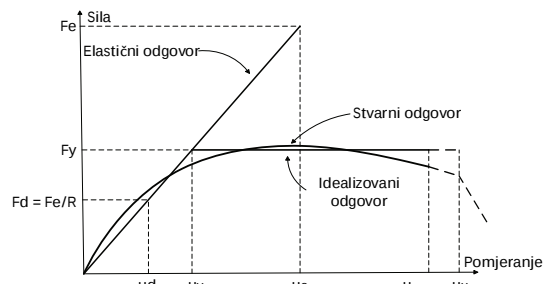
Maksimalna vrijednost bilo kog uticaja usled dvije horizontalne komponente seizmičkog dejstva procjenjuje se kao kvadratni korijen zbira kvadrata uticaja za svaku komponentu [1].

3. ANALIZA PROJEKTOG OPTEREĆENJA PREMA EC8

3.1. Osnovni koncept proračuna seizmičkog odgovora konstrukcije

Svojstva konstrukcijskih sistema da se zemljotresnim dejstvima suprotstave u nelinearnom domenu omogućava njihovo projektovanje sa seizmičkim dejstvom smanjenog intenziteta. Osnovna filozofija projektovanja seizmički otpornih konstrukcija može se objasniti ako se posmatra

veza sila-pomjeranje pri elastičnom i neelastičnom odgovoru konstrukcije za projektno seizmičko dejstvo (slika 2).



Slika 2. Zavisnost sila-pomjeranje pri linearnom i idealizovanom nelinearnom odgovoru konstrukcije

Vrijednost uticaja u konstrukciji usled proračunske seizmičke sile F_d , definiše nivo sile za koje se određuje potrebna nosivost konstrukcije. Ta vrijednost je višestruko manja u odnosu na vrijednost uticaja F_e koji odgovaraju elastičnom odgovoru sistema. Proračunska vrijednost seizmičke sile F_d , kao i odgovarajuća vrijednost pomjeranja u_d određuje se na osnovu linearno-elastičnog modela ponašanja, ali za seizmičko dejstvo koje se dobija smanjenjem stvarnog dejstva putem faktora redukcije $R = F_e/F_d$ čija brojna vrijednost, prema EC8, odgovara faktoru ponašanja q . [3] Stvarno ponašanje sistema će biti približno elastično sve dok se ne dostigne nosivost konstrukcije F_y pri idealizovanom odgovoru.

Da bi se obezbjedila dovoljna seizmička stabilnost sistema, konstrukcija mora imati određenu sposobnost deformisanja, tj. moraju se preduzeti određene mjere za obezbjeđenje dovoljnog kapaciteta pomjeranja konstrukcije. Pri tome je za procjenu ponašanja konstrukcije za vrijeme zemljotresa često važniji relativni odnos nelinearnih i elastičnih pomjeranja, nego apsolutna vrijednost maksimalnog pomjeranja. Zbog toga se stabilnost neke konstrukcije u toku zemljotresa uobičajno procjenjuje preko deformacija, a mjera za sposobnost deformisanja konstrukcije je duktilnost.

Ako je zahtjevana duktilnost manja od obezbjeđene duktilnosti ($\mu < \mu_u$), konstrukcija neće doživjeti lom u toku zemljotresa jer su maksimalne deformacije manje od deformacija na granici rušenja.

3.2. Obezbeđenje željenog mehanizma oštećenja konstrukcije – "Programirano ponašanje"

Da bi bilo moguće ograničiti ukupno seizmičko opterećenje složenijih konstrukcija, upotrebom pristupa opisanog u prethodnom poglavlju, neophodno je da se pravilnim projektovanjem i konstruisanjem obezbjedi odgovarajući model nelinearnog ponašanja.

Koncept redukcije seizmičkog opterećenja formiranjem plastičnog mehanizma limitirane nosivosti podrazumjeva da je projektant prethodno odabrao mjesta formiranja plastičnih zglobova. U konstrukciji koja se "sastoji" od oblasti plastičnih zglobova i oblasti "elastičnog ponašanja", plastični zglobovi su "najslabiji" dijelovi konstrukcije, ali sa kontrolisanim ponašanjem, projektovani na željeni nivo opterećenja. Osim obezbjeđenja zahtjevanje duktilnosti plastičnih zglobova, pouzdan mehanizam podrazumjeva i da se oni formiraju u željenim presjecima, kao i da ostali, na zglobove priključeni dijelovi konstrukcije, od kojih se očekuje da se

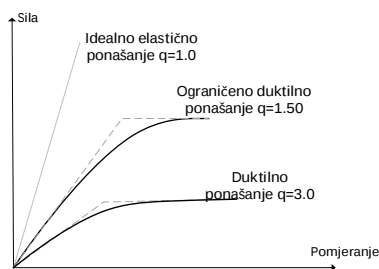
ponašaju elastično, mogu da izdrže najveće uticaje koji se mogu javiti u plastičnim zglobovima pri pomjeranjima usled zemljotresa.

Obezbeđenje ostatka konstrukcije od preopterećenja usled pobuđivanja realne nosivosti plastičnih zglobova naziva se konceptom programiranog ponašanja (izvorno-*capacity design*).

3.3. Klase duktilnosti po EC8

Betonske zgrade mogu da se klasifikuju u dvije klase duktilnosti: DCM (srednja duktilnost) i DCH (visoka duktilnost). DCH odgovara nižem projektnom opterećenju u odnosu na DCM.

Faktor ponašanja q je taj pomoću koga se stvarno seizmičko dejstvo smanjuje na nivo dejstva za koji se konstrukciji mora obezbediti potrebna nosivost (slika 3).



Slika 3. Duktinost izražena preko faktora ponašanja q

Ako se pri svim jednakim ostalim uslovima (seizmičnost područja, krutost objekta, izabrani konstrukcijski sistem i sl.) za projektovanje zgrade primjeni veći faktor redukcije, po pravilu će se dobiti manja potrebna nosivost konstrukcije, a plastične deformacije će da rastu. Pri tome se seizmički zahtjevi po deformacijama uobičajno iskazuju u vidu zahtjevane duktilnosti pomjeranja. Duktinost je relativna mjera i porast deformacija pri smanjenju nosivosti ne mora uvijek rezultirati većim pomjeranjima u apsolutnom iznosu. U zavisnosti od toga koji efekat ima veći uticaj (smanjenje seizmičkog dejstva ili porast nelinearnih deformacija), veličina pomjeranja u apsolutnom iznosu može i da opada i da raste, što zavisi, prije svega, od krutosti zgrade i seizmičnosti područja.

3.4. Proračun AB duktilnih zidova u zavisnosti od klase duktilnosti

Osim potrebne savojne i smičuće krutosti, zidovi bi trebali da posjeduju zahtjevanu lokalnu duktilnost (odnosi se na duktilnost presjeka), da bi se osigurao predviđeni odgovor konstrukcije. Lokalna duktilnost zidova je osigurana posebnim uslovima za armiranje u kritičnim zonama, koje nekada može biti teško ispuniti [5]. EC8 je definisao te uslove zajedno sa ostalim pravilima koja treba da se ispoštuju pri dimenzionisanju zidova, odvojeno za srednju i visoku klasu duktilnosti. U poglavljima 3.4.1. i 3.4.2. prikazane su sličnosti, odnosno razlike pri proračunu ovih elemenata prema DCM i DCH.

3.4.1. Osnovne sličnosti pri proračunu prema DCM i DCH

1) Visina kritične oblasti (h_{cr}) iznad osnove zida je:

$$h_{cr} = \max \left\{ \begin{matrix} l_w \\ h_w/6 \end{matrix} \right. \quad (3)$$

sa dodatnim uslovom:

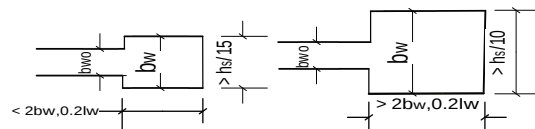
$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2l_w \\ h_s \text{ za } \leq 6 \text{ spratova} \\ h_s \text{ za } \geq 7 \text{ spratova} \end{cases} \quad (4)$$

2) Minimanna debljina zida izvan utegnutog dijela (b_{wo}):

$$b_{wo} = \max \left\{ \begin{matrix} 15 \text{ cm} \\ h_s/20 \end{matrix} \right. \quad (5)$$

3) Debljina zida u utegnutom dijelu ne smije da bude manja od 20 cm.

4) Minimalna dužina utegnutog ivičnog elementa l_c data je na slici 4.



Slika 4. Preporuke EC8 za dimenzije zida

5) Dijagram proračunskog momenta savijanja po visini zida uzima se kao anvelopa dijagrama momenata savijanja dobijenog proračunom konstrukcije, koja je vertikalno pomjerena za visinu kritične oblasti.

6) Minimalni koeficijent armiranja podužnom armaturom u ivičnim elementima je 0.5% površine poprečnog presjeka ivičnog elementa. Svaka šipka mora da bude utegnuta poprečnom armaturom.

7) U kritičnoj zoni zida treba da se obezbjedi vrijednost faktora duktilnosti krivine μ_ϕ koja, između ostalog, zavisi od osnovne vrijednosti faktora ponašanja q_o :

$$\mu_\phi = 2 \cdot q_o - 1 \quad \text{za } T_1 > T_C \quad (6)$$

$$\mu_\phi = 2 + 2 \cdot (q_o - 1) \cdot T_C / T_1 \quad \text{za } T_1 \leq T_C \quad (7)$$

Mehanički zapreminski koeficijent armature za utezanje ω_{wd} u ivičnim elementima treba da zadovolji izraz (8):

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

3.4.2. Osnovne razlike pri proračunu prema DCM i DCH

1) Normalizovana aksijalna sila v_d iz izraza (8) ne smije da pređe vrijednost 0.40 po DCM, odnosno 0.35 po DCH.

2) Proračunska anvelopa smičućih sila V_{Ed} po visini zida određuje se prema izrazu (9):

$$V_{Ed} = \varepsilon \cdot V_{Ed}' \quad (9)$$

Multiplikator ε koji se u izrazu (9) množi sa smičućom silom dobijenom iz analize konstrukcije za seizmičku proračunsku kombinaciju V_{Ed}' iznosi za DCM 1.5, a za DCH se računa prema izrazu (10):

$$\varepsilon = q \sqrt{\left(\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \right)^2 + 0.1 \cdot \left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)} \right)^2} \leq q \quad (10)$$

3) Horizontalno rastojanje podužnih šipki u ivičnim elementima ne smije da prelazi 20 cm i 15 cm za slučaj DCM i DCH, respektivno. EC8 preporučuje da se usvojena podužna armatura, pri DCH, produži još jedan sprat iznad kritične zone.

4) Mehanički zapreminski koeficijent armiranja utežućom armaturom (ω_{wd}) iz izraza (8) ne smije da bude manji od 0.08 po DCM, odnosno 0.12 po DCH.

Rastojanje utežuće armature (uzengija) treba da zadovolji uslov (11), odnosno (12), za DCM, odnosno za DCH:

$$s = \min \begin{cases} b_0 / 2 \\ 17.5 \text{ cm} \\ 8 \cdot d_{bl} \end{cases} \quad (11)$$

$$s = \min \begin{cases} b_0 / 3 \\ 12.5 \text{ cm} \\ 6 \cdot d_{bl} \end{cases} \quad (12)$$

5) Nosivost presjeka na smicanje ($V_{Rd,max}$) za DCM se izračunava pomoću izraza (13):

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \quad (13)$$

dok se po DCH ova vrijednost u kritičnoj oblasti smanjuje 40%.

6) Klasa duktilnosti DCH zahtjeva i provjeru nosivosti na smicanje usled klizanja, unutar kritičnog područja.

4. REZULTATI DIMENZIONISANJA DUKTILNOG ZIDA PREMA DCM I DCH

U radu je proračunat AB zid izdvojen iz datog objekta, dužine 4.15 m i visine 22.7 m, prema objema klasama duktilnosti. Zid je debljine 20 cm sa ivičnim proširenjima dimenzija $b/d = 35/35$ cm. Proračun je izvršen prateći pravila i uslove koji se zahtjevaju u EC8. Vrijednosti proračunskih statičkih uticaja i karakteristični rezultati dimenzionisanja dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati proračuna po DCM i DCH za zid
 $b_{wo}=20\text{cm}$ i $b_w=35\text{cm}$

	DCM	DCH
$\max M_{Ed}$ [kNm]	2093.23	1716.0
$\max N_{Ed}$ [kN]	1554.5	1659.1
$\max V_{Ed}$ [kN]	839.6	1422.1
Vertik.armatura rebra	$\pm R\emptyset 8/20$	$\pm R\emptyset 8/20$
Horiz.armatura rebra	$\pm R\emptyset 8/20$	$\pm R\emptyset 8/10$
Podužna armatura – utegnuti dio	12R $\emptyset 12$	12R $\emptyset 12$
Armatura za utezanje	UR $\emptyset 8/9$	UR $\emptyset 8/7$
Nosivost na smicanje	$V_{Rd,max}=2986\text{kN}>$ $V_{Ed}=839\text{kN}$	$V_{Rd,max}=1195\text{kN}>$ $V_{Ed}=1442\text{kN}$

Uslovi za razmak uzengija u utegnutom dijelu presjeka prema DCH su strožiji u odnosu na DCM. Usvojeni prečnik podužne armature $\emptyset 12$ dao je razmak 9 cm, odnosno 7 cm. Kad bismo imali konstantnu debljinu zida od 20 cm čitavom dužinom, ovaj uslov bi bilo skoro nemoguće ispuniti. Iz prvog uslova za razmak dobilo bi se, prema DCH, $s = 4\text{--}5$ cm, što bi bilo veoma teško izvesti u praksi. Dakle, zid konstantne debljine 20 cm je teško primjenjiv pri analizi konstrukcije za DCH. Povećanje dimenzija utegnuto dijela povećava i ovo rastojanje. U ovom primjeru, iz uslova koje je potrebno ispuniti za obje klase duktilnosti (slika 4), dimenzije utegnuto dijela su povećane na $b/d = 35/65$ cm.

U tabeli 2 su, takođe, prikazani rezultati provjere presjeka na smicanje. Strožiji uslov koji DCH zahtjeva za nosivost na smicanje presjeka (40% nosivosti po DCM) u ovom primjeru dovelo je do toga da je ta nosivost za DCH prekoračena, pa je treba korigovati. Iz izraza (13) se može primjetiti da se $V_{Rd,max}$ može povećati povećanjem klase betona (f_{cd}) ili povećanjem dimenzija zida (b_{wo} ili l_w ($z = 0.8l_w$)).

Kao rješenje je izabrano povećanje debljine zida na 25 cm, što povlači za sobom i povećanje dimenzija ivičnog elementa kako bi se zadovoljio uslov iz poglavlja 3.4.2. iz tačke 3). Nove dimenzije su $b/d = 40/65$ cm.

Ovom izmjenom povećana je nosivost na smicanje $V_{Rd,max}$ koja je sada veća od proračunske smičuće sile V_{Ed} . Razmak uzengija je ostao isti (UR $\emptyset 8/7$).

5. ZAKLJUČAK

Sve ukazuje na to da je, u ovom primjeru, ipak ekonomičnija primjena zida po srednjoj klasi duktilnosti. Rekapitulacija armatura pokazuje da je potrebna količina armature za DCM 1814 kg, a za DCH 2165 kg. Povećanje debljine zida pri proračunu za DCH na 25 cm traži i veću količinu betona u odnosu na onu iz DCM.

Niže projektno opterećenje (po DCH) podrazumjeva potrebnu veću duktilnost, veći iznos nelinearnih deformacija, ali i strožije uslove za konstruisanje detalja koji bi u ovom slučaju zahtjevali veće ulaganje finansijskih sredstava pri izvođenju konstrukcije.

Pošto građenje objekta u seizmički aktivnim područjima (kao i svim drugim) ima i svoju ekonomsku stranu, racionalan pristup je da se usvoji određeni prihvatljivi nivo rizika za pojavu izvjesnog stepena oštećenja i eventualnih popravki, nego da se odmah u startu ulažu velika finansijska sredstva za zaštitu od pojave do koje možda neće doći u eksploatacionom vijeku konstrukcije.

6. LITERATURA

- [1] EN 1998-1:2004; Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2009.
- [2] EN 1992-1-1:2004; Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, februar 2006.
- [3] Prof. dr Đ. Ladinović: Analiza konstrukcija zgrada na zemljotresno dejstvo
- [4] V. Alendar: Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primjere; Dio A-Osnovi teorije i uvod u propise; Beograd, 2004.
- [5] V. Vukobratović: Ensuring local ductility of reingorced concrete walls according to Eurocode 8, PHIDAC, 2011.

Kratka biografija:



Danijela Kokošar rođena je u Goraždu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na odsjeku za Građevinarstvo iz oblasti Seizmička analiza konstrukcija odbranila je 2013.godine.

**UPRAVLJANJE INVESTICIONIM PROJEKTIMA IZGRADNJE –
ORGANIZACIJA KANCELARIJE ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA (PMO)****PROJECT MANAGEMENT OF INVESTMENT PROJECTS –
ORGANIZATION OF PROJECT MANAGEMENT OFFICE (PMO)**

Radomir Kosojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su date osnove upravljanja investicionim projektima izgradnje u Jedinici za upravljanje projektima, zatim struktura, uloge, funkcija i modeli organizacione jedinice za centralizovano upravljanje projektima – kancelarije za upravljanje projektima (PMO).

Abstract – The paper provides the basis for managing construction investment projects of the Project Implementation Unit, and structure, roles, functions and models of organizational units for centralized project management – Project Management Office (PMO).

Ključne reči: Organizacija građenja, kancelarija za upravljanje projektima, PMO, investicioni projekti izgradnje, PMIS

1. UVOD

Koncept upravljanja projektom bazira se na uspostavljanju efikasne organizacije koja omogućava da se na najbolji način iskoriste raspoložive metode planiranja i kontrole za efikasniju realizaciju projekta, odnosno omogućava najefikasnije korišćenje raspoloživih metoda, materijalnih resursa, finansijskih sredstava i ljudi u procesu realizacije posmatranog projekta. Danas se upravljanje projektima ne može zamisliti bez oslanjanja na neki od opšte prihvaćenih standarda za upravljanje projektima koji se razvijaju još od sredine dvadesetog veka i stalno unapređuju i prilagođavaju potrebama i promenama u poslovanju.

Danas građevinski inženjeri moraju pored znanja iz oblasti građevinarstva da poznaju standarde upravljanja projektima i imaju proširena znanja iz oblasti menadžmenta, ekonomije i finansija ukoliko žele da vode uspešne investicione projekte.

Kancelarija za upravljanje projektima (PMO – Project Management Office) je definisana u Vodiču kroz korpus znanja za upravljanje projektima (PMBOK Guide - Project Management Book of Knowledge Guide) koji predstavlja standard američkog Instituta za upravljanje projektima (PMI – Project Management Institute).

Cilj ovog rada je da prikaže savremenu metodologiju upravljanja investicionim projektima i pokaže efikasnost savremenih metoda i tako poveća svest da je i u Republici

Srbiji potrebno da se uvede u potpunosti upotreba svih savremenih alata i tehnika upravljanja projektima na investicionim projektima, a posebno na projektima od javnog značaja i projektima koji se finansiraju iz državnih sredstava.

U radu će se na osnovu teoretskog predstavljanja standarda za upravljanje projektima američkog Instituta za upravljanje projektima (PMI) pokazati ključna uloga Kancelarije za upravljanje projektima (PMO) u organizaciji čiji je delokrug rada upravljanje investicionim projektima.



Slika 1. Uloga PMO kancelarije

2. UPRAVLJANJE PROJEKTIMA PO PMI

Upravljanje projektima znači primenu znanja, veština, alata i tehnika na projektne aktivnosti da bi se ispunili zahtevi projekta. Upravljanje projektima se ostvaruje kroz odgovarajuću primenu i integraciju 42 logički grupisana procesa vođenja projekta, sakupljenih u pet grupa procesa. Predmetnih pet grupa procesa su:

- pokretanje
- planiranje
- izvršenje
- nadzor i kontrola
- završavanje

Upravljanje projektima obično uključuje:

- Utvrđivanje zahteva;
- Pristup različitim potrebama, dilemama i očekivanjima interesnih grupa, kada je projekat planiran i lansiran;
- Balansiranje projektnih ograničenja, u cilju postizanja konkurentnosti, koje obuhvata, ali nije ograničeno na:

- o obim
- o kvalitet
- o terminski plan
- o budžet
- o resurse
- o rizik.

NAPOMENA:

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

Određeni projekti će uticati na ograničenja na koja vođa projekta treba da se fokusira.

Veza između navedenih faktora je takva da, ako se bilo koji faktor promeni, bar jedan od preostalih faktora će vrlo verovatno time biti pogođen. Na primer, ako je terminski plan skraćen, često je potrebno da budžet bude povećan, jer treba dodati resurse da bi se završila ista količina posla za manje vremena. Ako povećanje budžeta nije moguće, obim ili kvalitet mogu biti smanjeni da bi se isporučio proizvod u kraćem vremenu sa istim budžetom. Interesne grupe na projektu mogu da imaju različito mišljenje o tome koji su faktori najvažniji, stvarajući tako još veći izazov. Promena zahteva projekta može da izazove dodatne rizike. Tim koji radi na projektu mora da bude sposoban da proceni situaciju i izbalansira zahteve u cilju uspešnog izvršenja projekta.

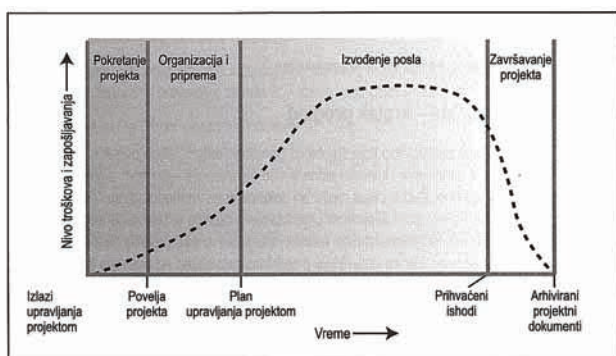
Zbog mogućnosti promene, plan upravljanja projektom je iterativan i prolazi kroz postupnu razradu tokom životnog ciklusa projekta. Postupna razrada uključuje stalno unapređenje i razradu plana, kako detaljnije i određenije informacije i preciznije procene postaju dostupne. Postupna razrada omogućava da tim vodi projekat detaljnije, kako projekat napreduje.

2.1. Životni ciklus projekta

Projekti variraju u veličini i složenosti. Bez obzira na to koliko su veliki ili mali, jednostavni ili složeni, svi projekti se mogu mapirati prema sledećoj strukturi životnog ciklusa:

- pokretanje projekta,
- organizacija i priprema projekta,
- izvođenje projekta, i
- završavanje projekta.

Data izvorna struktura životnog ciklusa se često koristi u komunikaciji sa višim rukovodstvom ili drugim entitetima koji nisu dovoljno upoznati sa detaljima projekta. Predmetni globalni pogled može da pruži uobičajen okvir pokazatelja za poređenje projekata - čak i ako su oni, po prirodi, različiti.



Slika 1. Tipični nivoi troškova i zapošljavanja u toku životnog veka projekta

Izvorna struktura životnog ciklusa obično prikazuje sledeće karakteristike:

- Nivo troškova i angažovanja je nizak na početku, maksimalan dok se posao izvodi i u naglom padu kako se projekat bliži kraju. Kriva na slici ilustruje ovaj ustaljeni put.

- Uticaj interesnih grupa, rizik i neizvesnost (kao što je prikazano na slici) su najveći na početku projekta. Vrednost datih faktora opada tokom trajanja projekta.

- Mogućnost uticaja na konačne karakteristike proizvoda projekta, bez znatnijeg uticaja na troškove, najveća je na početku, ali opada kako se projekat bliži završetku. Na slici ilustrovana je pojava da se troškovi promena i ispravljanje grešaka obično povećavaju kako se projekat bliži kraju.

U okviru izvorne strukture životnog ciklusa, vođa projekta može da odredi potrebe za efektivnijom kontrolom nad nekim izlaznim veličinama. Veliki i složeni projekti naročito mogu zahtevati ovaj dodatni nivo kontrole. U takvim slučajevima, posao koji se izvodi radi ispunjenja projektnog cilja može da bude potpomognut formalnom podelom na faze.

2.2. Područja znanja za upravljanje projektom

Područja znanja opisana su detaljno u PMBOK vodiču. Ukupno postoji devet područja znanja i svih 42 procesa su svrstani u tih devet područja znanja:

- Upravljanje integracijom projekta
- Upravljanje obimom projekta
- Upravljanje vremenom na projektu
- Upravljanje troškovima projekta
- Upravljanje kvalitetom projekta
- Upravljanje ljudskim resursima projekta
- Upravljanje komunikacijama na projektu
- Upravljanje rizikom projekta
- Upravljanje nabavkama za projekat

Project Management Institute PMI objavio je dodatak vodiču kao dopunu standarda za oblast građevinarstva Construction Extension to the PMBOK Guide u kom se pored ovih devet oblasti znanja pominju i dodatne tri oblasti:

- Upravljanje bezbednosti na projektu
- Upravljanje životnom sredinom na projektu
- Upravljanje finansijama na projektu
- Upravljanje odštetnim zahtevima (klejmovima)

na projektu

Ove tri oblasti definišu još trinaest dodatnih procesa specifičnih za građevinarstvo. Svaki proces svrstan u oblasti znanja ima svoje ulaze u proces, alate i tehnike koji se koriste u procesu i izlaze iz procesa. Često su izlazi iz jednog procesa ulazi u neki drugi.

Plan upravljanja projektom sastoji se od podplanova a dopunjuje ga i projektna dokumentacija.

3. KANCELARIJA ZA UPRAVLJANJE PROJEKTIMA PMO

Kancelarija za vođenje projekta je telo organizacije ili subjekat kome su dodeljene različite odgovornosti vezane za centralizovano i koordinirano vođenje projekata koji su u njihovoj zoni odgovornosti. Odgovornosti PMO se prostiru od obezbeđenja funkcija podrške upravljanju projektom do same odgovornosti za direktno upravljanje projektom. PMO može predstavljati interesnu grupu ako ima direktnu ili indirektnu odgovornost za izlazne veličine projekta. PMO može da, između ostalog, obezbedi i:

- Podršku u administrativnim uslugama kao što su politike, metodologije i šabloni;
- Trening, podučavanje i obuku vođe projekta;
- Podršku projektu, usmeravanje i obuku kako da se upravlja projektom i koriste alati;
- Podešavanje resursa osoblja na projektu; i/ili
- Centralizovanu komunikaciju između vođe projekta, sponzora projekta, rukovodilaca i ostalih interesnih grupa.

Svi podaci koji se generišu prilikom upravljanja projektima treba da budu pod kontrolom. To znači da treba da se prate i koje su aktivnosti i kome dodeljene, organizuju podaci o kontaktima svih učesnika na projektu, podaci o plaćanjima i drugi.

Funkcionalni deo preduzeća koji bi trebao da se brine o administraciji projekta je PMO. PMO ima ulogu kako u upravljanju projektima tako i u upravljanju programima i portfoliom projekata. U standardu PMI za program menadžment (The Standard for Program Management – Third Edition) i standardu za upravljanje portfoliom (The Standard for Portfolio Management – Third Edition) pominje se PMO kao kancelarija za upravljanje projektima/ programima/ portfoliom sa sličnim karakteristikama.

Project Management Information System PMIS je Informacioni sistem za upravljanje projektima u kom su sadržane sve detaljne informacije o projektima. PMO bi trebao da bude odgovoran za funkcionisanje i održavanje tog sistema.

PMO može imati jednu od tri uloge:

1. Pruža podršku u administrativnim uslugama kao što su politike, metodologije i šabloni prilikom upravljanja projektima u organizaciji.
2. Pruža podršku i usmerava zaposlene u organizaciji kako da vode projekte, obučava zaposlene u upravljanju projektima i korišćenju softvera i pomaže prilikom korišćenja specifičnih i složenih alata za upravljanje projektima.
3. U sastavu ima projektne menadžere koji vode projekte u organizaciji, i odgovoran je za rezultate projekata. PMO može da vodi sve projekte u preduzeću ili samo projekte određene veličine, tipa ili uticaja.

PMO predstavlja organizacionu jedinicu, a ne jednog čoveka u organizaciji.

Ukoliko se u organizaciju uvodi PMO potrebno je voditi računa o sledećem:

- Uloga PMO mora biti jasno definisana.
- PMO mora jasno definisati koju ulogu od tri moguće će zauzeti u organizaciji i mora striktno da se drži svoje uloge bez pokušavanja da radi sve moguće poslove.
- Podrška menadžmenta je neophodna za funkcionisanje PMO.
- PMO mora da koristi ispravne procese i tehnike upravljanja projektima, tj projektima mora da se upravlja na profesionalan način, ako organizacija želi da poboljša svoje performanse, efektivnost i efikasnost.

3.1. Uloge i funkcije PMO

Najvažnije funkcije PMO su prema istraživanjima koje je sproveo PMI (izdvojeno deset najvažnijih od 27 prepoznatih):

- Izveštavanje statusa projekata višem menadžmentu
- Razvoj i implementacija standarda i metodologija upravljanja projektima
- Praćenje i kontrola performansi projekata
- Razvoj kompetencija zaposlenih na polju upravljanja projektima, uključujući i obuke
- Implementacija i rad sa PMIS (Informacioni sistem za upravljanje projektima)
- Savetovanje top menadžmenta
- Koordinacija između projekata
- Razvoj i održavanje Sistema za ocenu uspešnosti projekta
- Promocija projektnog upravljanja u okviru organizacije
- Nadzor i kontrola performansi PMO



Slika 1. Najvažnije funkcije PMO

3.2 Uslovi za uspešnu ulogu PMO

Prema globalnim istraživanjima, postoje četiri osnovna uslova za uspešnu ulogu PMO kao ključnog alata menadžmenta za implementaciju, praćenje i kontrolu strateških transformacija kompanija (strateških inicijativa, portfolija, programa i projekata):

- PMO zahteva odgovarajuću zrelost kompanije da bi mogao uspešno da funkcioniše.
- Podrška top menadžmenta je ključna za uspeh u radu PMO.
- Neophodno je što bolje razumevanje uloge PMO širom kompanije da bi vrednost koju PMO vraća kompaniji bila visoka.
- PMO mora da ima odgovarajuće resurse za uspeh (ekspertska znanje je kritično za performanse PMO).

Model za utvrđivanje zrelosti kompanije u upravljanju projektima (Project Management Maturity Model) je okvir koji opisuje karakteristike efikasnosti procesa iz navedene oblasti. U osnovi ovog modela je da svaki proces zavisi od jednog ili više parametara koji se mogu izmeriti i proceniti. Na taj način je moguće proceniti zrelost svakog procesa, gde se manje uređeni procesi nalaze na nižem nivou skale zrelosti, a bolje uređeni procesi na višem. Postizanje većeg nivoa zrelosti kompanije predstavlja linearnu progresiju, koja podrazumeva pet nivoa zrelosti: početni (initial), ponovljiv (repeatable), definisan (defined), upravljiv

(managed) i kontinuirano unapređivan (continuously improved).

3.3. Modeli PMO

U najnovijem izdanju PMBOK Guide Fifth Edition Kancelarija za upravljanje projektima je opisana kroz tri moguća modela strukture u organizaciji koji se razlikuju po stepenu kontrole i uticaja koji imaju na projekte u organizaciji i obuhvataju PMO koji:

- podržava (Supportive) – pruža savetodavnu ulogu za projekte koje snabdeva šablonima, najboljim praksama, obukama, nudi pristup informacijama i lekcijama naučenim iz drugih projekata. Ovaj tip PMO služi kao spremište informacija za projekte. Stepen kontrole koju ima PMO je nizak.

- kontroliše (Controlling) - pruža podršku i zahteva usklađenost kroz razna sredstva. Usklađenost može obuhvatiti usvajanje okvira za upravljanje projektima ili metodologije, koristeći specifične šablone, obrasce i alate, ili usklađenost sa upravljanjem. Stepen kontrole koji ima PMO je umeren.

- upravlja (Directive) - preuzima kontrolu nad projektima i direktno upravlja projektima. Stepen kontrole koji ima PMO je visok.

Tri modela slikovito su nazvani u literaturi:

1. Merna stanica (Weather Station)
2. Kontrolni toranj (Control Tower)
3. Bazen resursa (Resource Pool)

4. ZAKLJUČAK

Zaključak koji može da se izvede iz ovog rada bi bio da je danas neophodno uvesti potpuno standardizovan sistem u upravljanje investicionim projektima izgradnje i iskoristiti prednosti najboljih svetskih praksi. Jedan od ključnih alata i tehnika je Informacioni sistem za upravljanje projektima PMIS, koji najefikasnije funkcioniše pod kontrolom Kancelarije za upravljanje projektima PMO.

Organizacija treba da se odluči koji model PMO je primeren za njene ciljeve i strategiju. Ukratko osnovne karakteristike tri modela su:

-Weather Station PMO model

U ovoj konfiguraciji PMO služi radi obezbeđenja funkcija podrške upravljanju projektima. Ovakav model se može primeniti na organizacionu strukturu koja funkcioniše kao uravnotežena matrična struktura. Potrebno je da se odredi uloga službe koja bi preuzela na sebe funkciju PMO.

-Control Tower PMO model

Ovakva konfiguracija PMO zahteva organizacionu jedinicu u matričnoj organizaciji koja bi bila izdvojena od funkcionalnih sektora i pod direktnom upravom direktora, ali sa umerenim stepenom kontrole, bez stvarnog izvršnog nadzora nad sektorima.

-Resource Pool PMO model

PMO u ovakvoj konfiguraciji zahteva veliku moć kontrole i stvarnu odgovornost za neposredno upravljanje projektima, pa je neophodno da postoji sektor koji bi imao funkciju PMO i pod kojim direktno pripadaju projekt menadžeri svih projekata.

Inženjeri koji se u svojoj praksi susreću sa izazovima da se nalaze na vodećim pozicijama višeg menadžmenta u preduzećima, moraju biti upoznati sa osnovnim principima i standardima upravljanja projektima. Kako je samo upravljanje projektima multi-funkcionalna disciplina, tako je potrebno da se baza znanja građevinskih inženjera proširi sa znanjima iz menadžmenta, ekonomije, finansija, psihologije i drugih oblasti koje se prepliću u složenim poslovima upravljanja investicionim projektima.

5. LITERATURA

- [1] PMI, Project Management Institute -. Vodič kroz korpus znanja za upravljanje projektima (PMBOK vodič). s.l. : Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2010.
- [2] Prof. dr Jovanović, Petar. Upravljanje projektom . s.l. : Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2006.
- [3] PMI, Project Management Institute -. Construction Extension to the PMBOK Guide. s.l. : Project Management Institute - PMI, 2007.
- [4] PMI, Project Management Institute. The Standard for Program Management – Third Edition. s.l. : Project Management Institute - PMI, 2013.
- [5] PMI, Project Management Institute. The Standard for Portfolio Management – Third Edition. s.l. : Project Management Institute - PMI, 2013.
- [6] Hobbs, Brian / Aubry, Monique. The Project Management Office (PMO): A Quest for Understanding. s.l. : PMI - Project Management Institute.
- [7] Grbović, Darko. Upravljanje projektima i uloga biroa za upravljanje projektima/programima (PMO) u telekomunikacionim kompanijama. s.l. : Republička agencija za telekomunikacije (RATEL) - stručno naučni časopis Telekomunikacije, 2013.
- [8] PMI, Project Management Institute. A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Fifth Edition. s.l. : PMI, Project Management Institute, 2013.
- [9] Casey, William / Peck, Wendi. Choosing the Right PMO Setup. s.l. : PM Network magazine, PMI - Project Management Institute.

Kratka biografija:



Radomir Kosojević rođen je u Bjelovaru, Hrvatska 1974. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2013. god.

**PROJEKAT OJAČANJA AB KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE
NAKON FUNKCIONALNE REORGANIZACIJE PROSTORA****PROJECT OF STRENGTHENING OF MULTISTORY RESIDENTIAL BUILDING RC
STRUCTURE AFTER FUNCTIONAL REORGANIZATION OF SPACE**

Dragana Ćuk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj– U prvom dijelu rada opisane su teorijske osnove i specifičnosti proračuna i izvođenja plitkih temelja. U drugom dijelu je prikazana detaljna analiza stanja sa odgovarajućom sanacijom elemenata postojeće AB konstrukcije, nakon funkcionalne reorganizacije prostora.

Abstract– In the first part of the thesis the theoretical bases and the specificity of calculation and construction of shallow foundations are presented. The second part presents a detailed analysis of the actual condition with the appropriate repair of elements of the RC structure, after the reorganization of the functional space.

Ključne reči: Zgrada, skeletni sistem, statički proračun, dinamička analiza, procjena stanja, ojačanje.

1. UVOD

Nakon izgradnje višespratne stambene zgrade, Investitor je odlučio da delimično promeni namenu objekta na pojedinim etažama. U okviru prizemlja i I sprata zgrade predviđeno je da se obezbedi prostor za biblioteku, a na preostalom delu da se formiraju poslovne kancelarije. Pored toga, na svim spratovima potrebno je izvesti nove balkone. Kao posledica ove funkcionalne reorganizacije prostora, pojavila se potreba za dodatnom analizom postojeće konstrukcije i za ojačavanjem pojedinih elemenata, koji nisu imali zadovoljavajuću nosivost. U poglavlju 2 ovog rada ukratko su opisane i specifičnosti proračuna i izvođenja plitkih temelja.

2. PLITKI TEMELJI

Temelji su podzemni elementi konstrukcije, preko kojih se opterećenje od objekta prenosi na tlo, pri čemu se mora obezbediti stabilnost tla, a deformacija temelja treba da bude u dozvoljenim granicama. Dubina fundiranja zavisi od sastava i osobina zemljišta na kom se konstrukcija fundira. U ovu grupu temelja spadaju: temelji samci, temeljne trake, temeljne grede i roštilji i temeljne ploče.

2.1. Interakcija temelj-tlo i idealizacija tla

Osnovna pretpostavka proračuna jeste da postoji poklapanje deformacija temelja i tla u nivou njihovog spoja. Dakle, deformacija tla izaziva promjenu uticaja u elementima statički neodređenih gornjih konstrukcija.

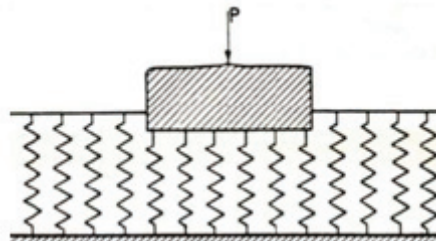
NAPOMENA:

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

Kako će izgledati distribucija napona temelj-tlo zavisi od krutosti tla, krutosti temelja i vrste tla (koherentno/nekoherentno). Pošto sa sigurnošću ne možemo da odredimo kako ova distribucija izgleda potrebna nam je neka vrsta idealizacije ovih dijagrama, na osnovu koje ćemo računati. Uticaj tla, koji se manifestuje distribucijom kontaktnih naprezanja, se određuje usvajanjem modela tla – idealizacije tla. Modeli tla su klasifikovani na: model kojim se pretpostavlja linearna distribucija kontaktnog naprezanja, Vinklerova podloga i elastični i izotropni homogeni poluprostor.

Linearna distribucija kontaktnog naprezanja – (0 parametarski model tla) u kontaktnoj površini promjena napona u bilo kom pravcu je linearna.

Vinklerova podloga – (jednparametarski model tla) Parametar tla koji definiše Vinklerov model je koeficijent posteljice (modul reakcije tla). Ovim modelom, tlo se tretira kao elastična podloga, a zasniva se na proporcionalnosti između pritiska (q) i slijezanja (y) u svakoj tački kontaktne površine: $q = k \cdot y$ [$\text{kN/m}^2/\text{m}$].



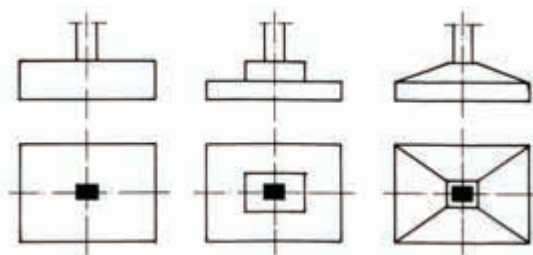
Slika 2.1. Vinklerov model tla

Model elastičnog izotropnog homogenog poluprostora – (dvoparametarski model tla) – vrsta tla je određena dvjema njegovim fizičkim karakteristikama: modulom deformacije i Poisson-ovim koeficijentom. Raspodjela napona je određena kompatibilnošću deformacija.

2.2. Temelji samci

Pojedinačni temelji ispod stubova se nazivaju samcima. Najčešće se projektuju i izvedu kvadratnih ili pravougaonih osnova. Kvadratne osnove su optimalne u situacijama kada se temeljem samcem prenosi centrično vertikalno opterećenje. Ukoliko je opterećenje ekscentrično rade se pravougaone osnove. Najčešće korišćeni oblici temelja samaca dati su na slici 2.2.

U statičkom pogledu, temelj samac je konzolna ploča oslonjena na jedan stub i opterećena reaktivnim opterećenjem, koje obezbjeđuje ravnotežu (Slika 2.3a). Posljedica opterećenja su uticaji prema kojima se ovi dimenzionišu.



Slika 2.2. Najčešći oblici temelja samaca

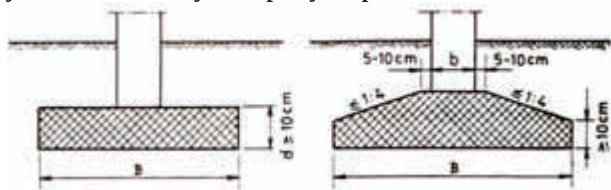
Mjerodavne vrijednosti (za dimenzionisanje) momenata savijanja su one neposredno uz ivicu stuba (Slika 2.3b).



Slika 2.3. Temelji samci: a) ravnotežni sistem aktivnog i reaktivnog opterećenja; b) presjeci merodavni za dimenzionisanje; c) poprečna raspodjela momenta savijanja

2.2. Temeljne trake

Temeljne trake (trakasti temelji) se projektuju ispod zidova. Širina trake se određuje iz uslova ograničenja maksimalnih naprezanja tla, pri čemu se za širinu usvaja jedinična. Uobičajno su presjeka prikazanih na Slici 2.4.

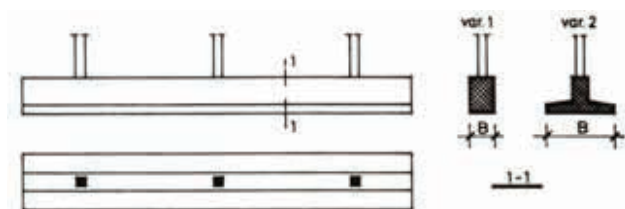


Slika 2.4. Uobičajni presjeci trakastih temelja

Glavna armatura je u donjoj zoni i poprečnog je pravca, a njena količina se određuje dimenzionisanjem pravougaonog presjeka jedinične širine (1m) prema graničnim momentima savijanja koje izaziva reaktivno opterećenje, zavisno od toga da li postoji kruta veza zida i temelja ili ne.

2.3. Temeljne grede i roštilji

Postavljaju se ispod niza stubova kada imamo opterećenje koje nije konstantno. Temeljne grede se projektuju pravougaonih ili T – oblika (Slika 2.5)

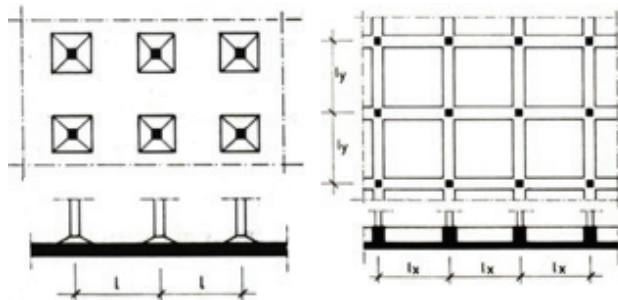


Slika 2.5. Uobičajeni poprečni presjeci temeljnih greda

Temeljne grede se projektuju sa ciljem ujednačavanja potencijalnih neravnomjernih slijeganja tla ili kada postoji opasnost da do njih dođe ili kada je gornja konstrukcija u velikoj mjeri osjetljiva na neravnomjerna pomjeranja oslonaca. Temeljne grede se u podužnom pravcu dimenzionišu i armiraju poput kontinualnih greda, prema liniji zatežućih sila. Za prijem glavnih napona zatezanja, uz uzengije, koriste se i kosa gvožđa.

2.4. Temeljne ploče

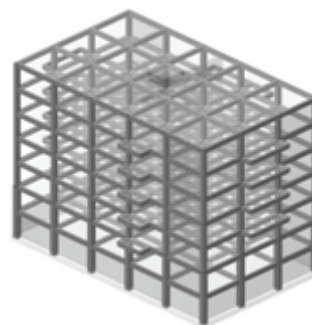
Temeljne ploče projektuju se u slučaju kada objekat treba osloniti na tlo male nosivosti, kod objekata sa prostorijama ispod nivoa podzemnih voda, i kada je neophodno eliminisati nejednaka slijeganja pojedinih dijelova objekta. Oblik osnove je diktiran osnovom objekta, a najčešće su pravougaone ili kružne. Veliko reaktivno opterećenje zahtjeva velike debljine temeljnih ploča pa se kao bolje rješenje ploča ojačava kapitelima ili gredama (Slika 2.6).



Slika 2.6. Temeljna ploča ojačana kapitelima i gredama u dva pravca

3. OPIS KONSTRUKCIJE

Predmetni objekat je stambeni, spratnosti Su+Pr+5 (Slika 3.1). Reč je o konstrukciji skeletnog sistema sa potrebnim platnima za ukrućenje. Osnova zgrade je pravougaona, dimenzije 25m u podužnom pravcu i 15m u poprečnom pravcu.



Slika 3.1. Model konstrukcije

U suterenu su smještene ostave za potrebe stanara, dok se na ostalim etažama nalazi po 5 (pet) stambenih jedinica. Spratna visina suterena je 3.06 m, a prizemlja i ostalih spratova 2.88 m. Vertikalna komunikacija obezbijedena je pomoću lifta i dvokrakog stepeništa.

Krovnna konstrukcija je složeni drveni krov na dvije vode, sistema trostruke stolice, nagiba 25°. Rađena je od četinara II klase. Usvojene su sljedeće vrijednosti građe: rogovi b/d=12/16 cm, stubovi b/d=14/14 cm, rožnjače b/d=14/20 cm, sljemenjača b/d=14/18 cm, vjenčanice b/d=14/20 cm, velika kliješta b/d=2*8/14 cm, mala kliješta b/d=2*6/12 cm, kosnici b/d=14/14 cm, pajante b/d=12/12 cm.

Konstruktivni sistem objekta je skeletni. Međusobni raster stubova je 5 m u oba pravca. Stubovi su međusobno povezani gredama, koji zajednički čine ramovski sistem od 4 podužna i 6 poprečnih ramova postavljenih u dva ortogonalna pravca. Cijeli sistem je dodatno ukrućen armiranobetonskim platnima.

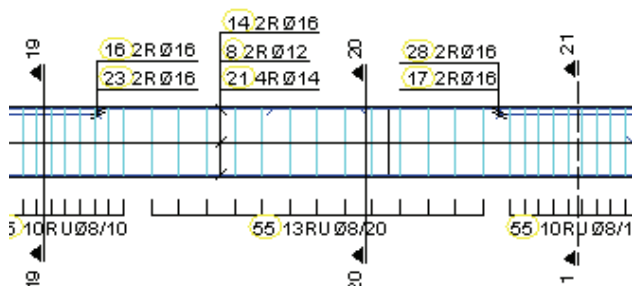
Temelj je izrađen od armiranobetonske ploče debljine $d=65$ cm. Ploča je armirana u gornjoj i donjoj zoni armaturom, kao i dodatnom armaturom za to predviđeno mjesto (Slika 3.2). Svi noseći betonski elementi rađeni su betonom kvaliteta MB 35 i armirani armaturom RA 400/500.



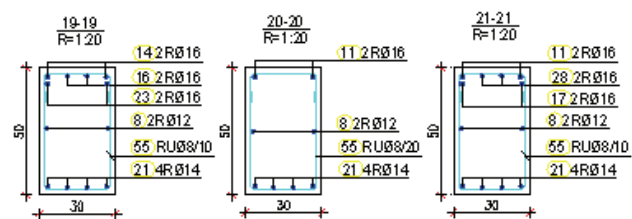
Slika 3.2. Detalj armiranja donje zone temeljne ploče sa ankerima za stub

Međuspratna tavanica je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca, i to kao puna AB ploča debljine $d=15$ cm. Armirane su armaturom u gornjoj i donjoj zoni, kao i dodatnom armaturom oko seizmičkih platana.

Stubovi i grede se nalaze na međusobnom rastojanju od 5 m. Stubovi su armirani armaturom $\varnothing 22$ i $\varnothing 19$, a grede sa $\varnothing 16$ i $\varnothing 14$ (Slike 3.3 i 3.4).



Slika 3.3. Armatura grede



Slika 3.4. Presjeci grada 19-19, 20-20, 21-21

Armiranobetonska seizmička platna armirana su armaturom $\pm R\varnothing 10/20$ u horizontalnom i vertikalnom pravcu, postavljenom na unutrašnjoj i spoljašnjoj strani platna.

4. MODELIRANJE I PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Konstrukcija stambenog objekta je modelirana u programu za analizu konstrukcija Tower 6.0. kao prostorni model, korišćenjem linijskih i površinskih elemenata (Slika 3.1).

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Opterećenja od dejstva horizontalnih seizmičkih sila uzeta su da djeluju

nezavisno u dva ortogonalna pravca kao posebni slučajevi opterećenja. Iskorišćena je opcija Tower 6.0. za automatsko generisanje seizmičkih sila nakon sprovedene modalne analize. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elemenata 0,5m).

4.1. Analiza opterećenja

Analizirani su sljedeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U. C7. 123/1988 čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna i tavanice). Korisno opterećenje, prema SRPS U.C7. 121/1988 - osnove projektovanja građevinskih konstrukcija. Korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada. Opterećenje snijegom, prema SL. list SFRJ 61/48. i iznosi $s=0,70$ kN/m². Seizmičko opterećenje prema SL. list SFRJ 31/81,49/82,29/83,21/88,52/90 dobijeno metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju u seizmičkim područjima.

4.2. Statički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana pomoću elastičnih opruga po Vinklerovom modelu. Analiza dejstva horizontalnih opterećenja pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički proračun sproveden je na modelu kod kojeg su kombinovani linijski i površinski elementi. Svi elementi su armirani rebrastom armaturom RA400/500. Marka betona svih nosećih elemenata je MB35.

4.3. Dinamički proračun

Prilikom dinamičke analize pretpostavilo se da je objekat relativno krut. U proračunu je korišćena opcija Tower 6.0. za automatsko generisanje seizmičkih sila nakon sprovedene modalne analize. Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, gdje koeficijent seizmičnosti iznosi $k_s=0,05$. Objekat pripada II kategoriji tla.

5. OJAČAVANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE NAKON FUNKCIONALNE REORGANIZACIJE PROSTORA

Nakon izmjene postojeće konstrukcije (pretvaranjem stambenog prostora u okviru prizemlja i I sprata u jedinstven poslovni prostor, a na ostalim spratovima izvođenja novih balkona na fasadama) i nanošenja ogovarajućeg opterećenja i proračuna, javila se potreba za ojačanjem pojedinih elemenata postojeće AB konstrukcije. Prekoračenje potrebne količine armature javilo se u međuspratnim tavanicama suterena i prizemlja i u gredama suterena i prizemlja.

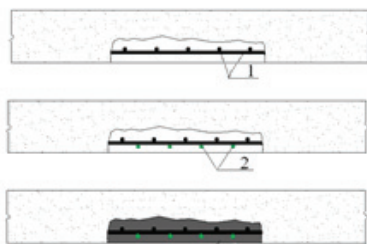
5.1. Ojačanje međuspratnih tavanica

Sanacija tavanica izvršiti će se dodavanjem računski potrebne armature u gornju i donju zonu. Ojačanje donje zone tavanice će se izvršiti tako što će se najprije ukloniti zaštitni sloj betona sa mjesta zona koje treba ojačati. Pošto je armatura postala vidljiva pristupa se dodavanjem novih šipki armature ($R\varnothing 8/20$) i one se zavarivanjem

vezuju za već postojeće. Nakon toga izvodi se novi zaštitni sloj betona tehnikom torkretiranja.

Na Slici 5.1. dat je detalj ojačanja donje zone međuspratne tavanice po fazama.

1. Postojeća armatura
2. Dodata armatura
3. Novi beton

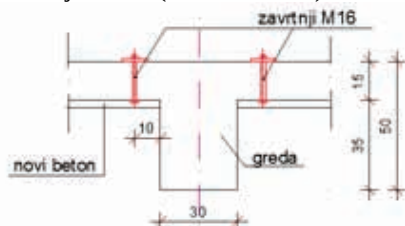


Slika 5.1. Detalj ojačanja donje zone međuspratne tavanice

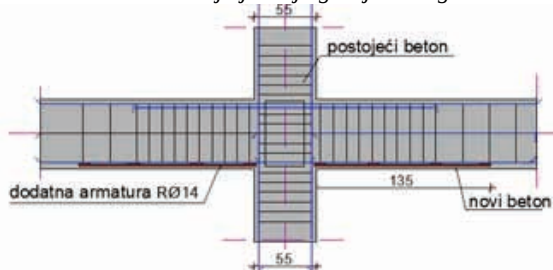
Ojačanje gornje zone tavanice će se izvršiti najprije uklanjanjem cementne košuljice i zaštitnog sloja betona sa mjesta zona koje treba ojačati, zatim se izvode šavovi sa bočne strane grede, pa postavljaju dodatne šipke armature za ojačanje ($R\phi 8/20$) i one se zavaruju za postojeće uzengije. Preko tako pripremljene postojeće AB ploče, izliva se novi zaštitni sloj betona.

5.2. Ojačanje greda

Prekoračenje potrebne površine armature se javlja u gornjoj zoni greda, što direktno implicira ojačanje i u donjoj zoni, zbog seizmičkih propisa. Seizmičkim propisima se zahtijeva da u donjoj zoni grede, u oslonračkoj zoni bude minimalno 50 % armature gornje zone. Ojačanje greda će se izvršiti tako što će se nad osloncem sa gornje strane ploče, sa obje strane stuba, postaviti čelični limovi koji će se vezivati zavrtnejevima M16 za ploču. Sa donje strane grede je potrebno skinuti zaštitni sloj betona na dužini 135cm od stuba. Zatim se za već postojeću armaturu grede zavaruju dijelovi šipke (oko 5cm) na svakih 40cm i za njih se zavaruju dodatne armaturene šipke u donjoj zoni grede. Preko toga se izliva novi zaštitni sloj betona (Slike 5.2 i 5.3).



Slika 5.2. Detalj ojačanja gornje zone grede



Slika 5.3. Detalj ojačanja donje zone grede

6. ZAKLJUČAK

Nakon što se stvorila potreba Investitora za promjenom postojećeg stambenog prostora u poslovni i izvođenja novih balkona izvršen je statički proračun i dinamička analiza čime su stvoreni uslovi za izvršenje toga. Ovim projektom stambena zgrada postaje stambeno-poslovna i time su zadovoljeni svi uslovi i potrebe Investitora i stanara.

7. LITERATURA

- [1] Z. Brujić: VIŠESPRATNE ZGRADE.
- [2] ZBIRKA SRPSKIH PRAVILNIKA I STANDARDA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE:
Srpski standard sa obaveznom primjenom od 1988 - stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123)
Srpski standard sa obaveznom primjenom od 1988 - korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121) Srpski standard sa obaveznom primjenom od 1992 - opterećenje vjetrom (SRPS U.C7.110-112)
Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima
- [3] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [4] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [5] Ž. Radosavljević, D. Bajić: ARMIRANI BETON 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [6] D. Najdanović: BETONSKE KONSTRUKCIJE, Orion Art, Beograd, 2004.
- [7] M. Gojković, B. Stevanović, M. Komnenović, S. Kuzmanović, D. Stojić: DRVENE KONSTRUKCIJE-JUS standardi, Propisi, Evrokod 5, tabele, brojni primjeri, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2007.
- [8] S. Stevanović: FUNDIRANJE I, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [9] J. Sklena, N. Vujadinović: PRORAČUN TEMELJA, Principal metromarketing, Novi Sad, 1998.
- [10] V. Radonjanin, M. Malešev: MATERIJALI, TEHNIKE SANACIJE I ZAŠTITE GRAĐEVINSKIH OBJEKATA.
- [11] <http://www.radimpex.co.yu>- upustvo za primjenu Tower 6, septembar 2008.
- [12] V. Alendar: PROJEKTOVANJE SEIZMIČKI OTPORNIH AB KONSTRUKCIJA KROZ PRIMERE, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.

Kratka biografija:



Dragana Čuk rođena je u Trebinju 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije - Procjena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranila je 2013. god.

KANALISANJE NASELJA ERDEVIK SEWERAGE OF VILLAGE ERDEVIK

Zoran Mastalović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Rezime – *Kanalizacioni sistemi, sa stanovišta režima tečenja kanalskog sadržaja u cevima, se mogu podeliti na klasični, gravitacioni sistem, zatim na kanalizacioni sistem pod pritiskom i vakuumski kanalizacioni sistem. Najstariji i najpoznatiji je gravitacioni sistem, gde se voda odvodi postavljanjem cevi u potrebnom padu. Ovo je i dalje najbolji metod kanalizacije naselja.*

Abstract – *Sewage systems, in terms of flow regime channel content in pipes, can be divided into classical, gravity system, then the sewer system under pressure and vacuum sewer system. Gravitational system is the most ancient and best know. The water from it is being drained using pipes with required decline. This system continues to be a prime method of settlement channelling.*

Ključne reči: *gravitaciona kanalizacija; kanalizacija; kanalizacioni sistemi; kanalizacija naselja*

1. UVOD

Otpadne vode bi se morale u hidrološki ciklus vode vratiti samo onoliko zagađene koliko se mogu samoprečistiti i takvog kvaliteta da ne utiču na prirodu samog recipijenta. Problem otpadnih voda se javlja kao direktna posledica urbanizacije, tj. izgradnje naselja i industrije tako da nepostojanje odgovarajuće komunalne hidrotehničke infrastrukture u naselju Erdevik može da dovede do veoma štetnih uticaja po čoveka i njegovu okolinu. U tom slučaju otpadne vode se odvođe do septičkih jama, odakle se njihov sadržaj obično prazni u neki prirodni recipijent bez prethodnog prečišćavanja. Vremenom septičke jame dovode i do zagađenja podzemnih voda u njihovoj blizini u tolikoj meri da se one ne mogu koristiti čak ni kao tehničke vode. Prema tome izgradnja naselja mora da bude proračunata izgradnjom objekata koji treba čoveka i njegovu okolinu da zaštite od štetnih uticaja novoizgrađenih objekata i industrije.

2. OTPADNE VODE

Pod otpadnim vodama se smatraju sve vode koje su bile u neku svrhu upotrebljene i koje su pri tom prikupile neka dodatna zagađenja koja su izmenila njihova prvobitna hemijska, fizička i biološka svojstva. Otpadne vode koje dospevaju u javnu kanalizaciju naselja Erdevik potiču iz domaćinstava i industrijskih objekata.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Duško Đurić.

Sastav tih voda zavisi od načina života stanovništva i vrste industrije koja je locirana u naselju. U zavisnosti od prisustva i vrste industrije, načini prečišćavanja i kontrola sastava ovih otpadnih voda mogu bitno da se razlikuju. Stanovnici Erdevika su poznati po svojim vinogradima i vinu, koje se danas proizvodi u velikim erdevičkim podrumima i koje se izvozi u mnoga mesta Evrope. Vinogradi obuhvataju više od 660 hektara zemljišta što je dovoljno za proizvodnju više od 1000 vagona vina. U zavisnosti od porekla i karaktera zagađenja, otpadne vode naselja Erdevik se mogu svrstati u četiri osnovne grupe:

1. Kućne otpadne vode
2. Industrijske otpadne vode
3. Atmosferske otpadne vode
4. Procedne vode

3. MERODAVNE KOLIČINE OTPADNIH VODA

Pošto se naselje Erdevik kanališe pomoću separacionog sistema kanalizacije merodavne količine otpadnih voda čine količine kućnih, industrijskih i procednih voda, izražene u jedinici vremena. Analiza merodavnih količina otpadnih voda naselja Erdevik temelji se sa jedne strane na podacima o potrošnji voda (za kućne i industrijske otpadne vode), a sa druge strane na podacima o procedivanju podzemne vode (za procedne vode).

Kućne otpadne vode su upotrebljene vode iz domaćinstava, javnih i službenih ustanova (domovi zdravlja, bolnice, policijske stanice, škole i dr.). Mogu se podeliti na: fekalne vode (iz sanitarnih uređaja) i potrošne vode (od pranja, kuvanja, lične higijene i td.). Količina ovih voda prvenstveno zavisi od stepena sanitarno-tehničke opremljenosti stanova, izgrađenosti naselja, kvaliteta i cene vode, postojanju kanalizacije, klimatskih uslova i sl. Za određivanje količina kućnih otpadnih voda potrebno je poznavati:

1. Specifični doticaj otpadne vode (qsp [l/st/dan])
2. Broj stanovnika na kraju projektnog perioda (N)

Specifični doticaj otpadne vode (qsp) definišemo kao srednji dnevni doticaj po jednom stanovniku i računamo ga na osnovu podataka o specifičnoj potrošnji vode. Specifična potrošnja vode predstavlja potrošnju vode jednog stanovnika na dan i određuje se prvenstveno na osnovu iskustava u eksploataciji vodovoda. Ona je u većini zemalja regulisana zakonskim propisima u skladu sa veličinom naselja (grada). Pošto kod nas takvi propisi ne postoje, u praksi se koriste strane preporuke, kao npr. ruske, prema kojima specifična potrošnja vode zavisi od opremljenosti zgrade sanitarno-tehničkim uređajima.

TABELA 1: Specifična potrošnja vode prema Ruskim normama

Opremljenost zgrade sanitarno-tehničkim uređajima	Specifična potrošnja qsp [l/st/dan]
Naselja sa zgradama koje nisu opremljene vodovodom i kanalizacijom	30 do 50
Naselja sa zgradama opremljenim unutrašnjim vodovodom i kanalizacijom bez kupatila	125 do 150
Naselja sa zgradama opremljenim vodovodom, kanalizacijom i kupatilom	150 do 230
Naselja sa zgradama opremljenim unutrašnjim vodovodom, kanalizacijom i sistemom centralnog snabdevanja toplom vodom	250 do 400

Tabela 2: Specifični doticaj otpadnih voda iz domaćinstva prema Nemačkim normama

Tip otpadnih voda	Specifični doticaj otpadnih voda [l/st/dan]
Kuhinjske	20 – 40
Sanitarne	35 – 95
Tuševi	35 – 105
Otpadne vode od pranja	30 – 60

Tabela 3: Specifični doticaj otpadnih voda u zavisnosti od veličine naselja prema Nemačkim normama

Veličina naselja	Specifični doticaj otpadnih voda [l/st/dan]
< 5.000	150
5.000 – 10.000	180
10.000 – 50.000	220
50.000 – 250.000	260
> 250.000	300

Broj stanovnika kanalizacionog područja zavisi od lokalnih i opštih socijalno-ekonomskih faktora i menja se tokom vremena. Definiše se na temelju donešenog prostornog plana za usvojeni projektni period (20-50 godina). Ukoliko takav plan ne postoji, broj stanovnika se procenjuje na bazi predviđene stope priraštaja stanovništva uz korišćenje sledeće formule:

$$N = S \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$$

gde su:

- N – broj stanovnika posle n godina
- S – sadašnji broj stanovnika
- p – godišnji priraštaj u procentima [%]
- n – planski period

Međutim, pošto prostorni plan za usvojeni projektni period ne postoji i pošto ne postoji stopa priraštaja stanovništva (broj stanovnika je u opadanju) merodavan broj stanovnika je usvojen na osnovu sledećeg. Broj

stanovnika naselja Erdevik se tokom decenija kretao između 3000 i 4500 (trenutno 3316), ali najveći broj stanovnika naselje je imalo 1931. godine i on je iznosio 5255 tako da je kao merodavan usvojen broj stanovnika od 5500. Na osnovu tog podatka i na osnovu podatka o specifičnom doticaju otpadnih voda koji iznosi 250 l/st/dan može se odrediti:

- srednji dnevni proticaj otpadnih voda ($Q_{sr,dn}$ [l/dan]):

$$Q_{sr,dn} = q_{sp} \cdot N$$

- srednji časovni proticaj otpadnih voda ($Q_{sr,h}$ [l/h]):

$$Q_{sr,h} = Q_{sr,dn} = \frac{Q_{sr,dn}}{24}$$

Međutim, za hidrauličko dimenzionisanje pojedinih objekata kanalizacionog sistema potrebno je poznavati režim doticaja otpadnih voda koji zavisi od režima potrošnje vode. Režim potrošnje vode zavisi od niza činilaca povezanih sa načinom života i aktivnostima ljudi tako da potrošnja vode više ili manje osciluje u odnosu na srednje vrednosti potrošnje. Oscilacije su izraženije ukoliko se vremenski period smanjuje sa npr. godine ili meseca na dan ili sat i ukoliko je naselje manje, odnosno manji broj stanovnika. Tako se u manjim naseljima (uglavnom prigradskog i seoskog karaktera) znatno manje vode troši noću nego danju, a i tokom dana potrošnja je veća u jutarnjim, popodnevnm i kasnim poslepodnevnim satima. Suprotno tome, u velikim gradovima je ta oscilacija manja, ne samo danju, nego i u poređenju sa noćnom potrošnjom vode. Dakle, režim otpadnih voda, odnosno, oscilacije kućnih otpadnih voda su u direktnoj vezi sa oscilacijama potrošnje vode. Tako da prilikom dimenzionisanja kolektorske mreže naselja Erdevik moramo odrediti:

- maksimalni dnevni protok otpadnih voda ($Q_{max,dn}$) koji se dobija kao proizvod srednjeg dnevnog protoka otpadne vode i koeficijenta dnevne neravnomernosti (K_d):

$$Q_{max,dn} = K_d \cdot Q_{sr,dn}$$

- maksimalni časovni protok otpadnih voda ($Q_{max,h}$) koji se izražava koeficijentom časovne neravnomernosti (K_h) u odnosu na maksimalni dnevni protok otpadnih voda:

$$Q_{max,h} = K_h \cdot \frac{Q_{max,dn}}{24} = K_h \cdot K_d \cdot \frac{Q_{sr,dn}}{24}$$

Merodavne količine industrijskih otpadnih voda generalno je vrlo teško odrediti zbog primene različitih tehnoloških procesa u industrijskim kompleksima. Iz tog razloga se svaka industrija mora posebno analizirati. U stručnoj literaturi mogu se naći brojni podaci o količinama industrijskih otpadnih voda, izraženi uglavnom kao količina vode po jedinici proizvoda. Imajući u vidu da se tehnološki procesi tokom vremena

usavršavaju što utiče na promenu potrošnje vode i da potrošnja vode po jedinici proizvoda značajno varira i često je veoma različita čak i u analognim preduzećima, podaci iz literature mogu poslužiti samo kao orijentacioni pokazatelji. Pored toga, sami podaci o količini industrijskih otpadnih voda obično nisu dovoljni za određivanje merodavne količine otpadne vode, jer je mnogo važnije poznavati režim ispuštanja industrijskih otpadnih voda iz pojedinih tehnoloških procesa. Tako da se količina i režim ispuštanja industrijskih otpadnih voda najbolje određuju anketom kod tehnologa proizvodnje, posebno od slučaja do slučaja, jer razlike u odnosu na podatke iz literature mogu biti višestruke. Takođe, prilikom rešavanja evakuacije industrijske otpadne vode u obzir je potrebno uzeti i količine vode koje se unutar pogona koriste za sanitarne svrhe. Količina industrijske otpadne vode u ovom radu je obuhvaćena usvajanjem veće vrednosti specifične potošnje.

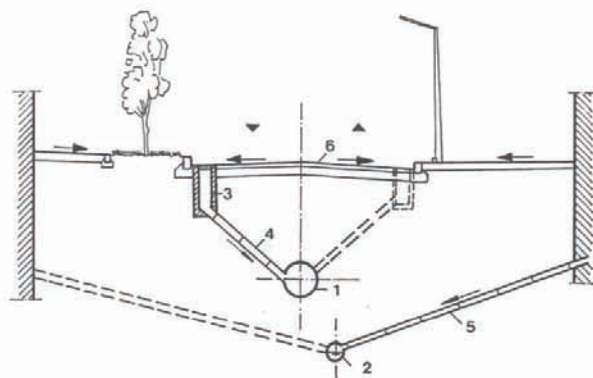
Procenu količina procednih voda koje će dospeti u kanalizacionu mrežu je vrlo teško odrediti. Ova količina zavisi od hidrogeoloških uslova, veličine urbanizovanog slivnog područja, razmaku i dubini ukopavanja kolektora, vrsti i kvalitetu spojeva, održavanju kanalizacione mreže i sl. U inženjerskoj praksi postoji mnoštvo iskustvenih podataka, odnosno preporuka (naročito američkih, ruskih) za proračun dotoka procednih voda. Kao najčešće navode se sledeće preporuke:

- gornja granična vrednost dotoka procednih voda jednaka je protoku kućnih otpadnih voda analiziranog kolektora
- dotok procednih voda iznosi 10 do 20 l/st/dan
- dotok procednih voda iznosi 3 do 5 % maksimalnog časovnog protoka kućnih otpadnih voda ili 10 do 15 % srednjeg dnevnog protoka svih otpadnih voda
- maksimalni dotok procednih voda iznosi 45 l/dan na 1 km dužine i 1 mm prečnika kolektora
- dotok procednih voda sa kanalizacione slivne površine iznosi od 0,2 do 30 m³/dan/ha

4. SISTEM KANALISANJA

Kanalska ili kolektorska mreža naselja Erdevik se deli na glavnu (primarnu) i sporednu (sekundarnu) mrežu. Sekundarnu mrežu čine odvodnici koji prihvataju otpadnu vodu sa niza priključaka i zatim je sprovode do jednog od glavnih kolektora. Više glavnih kolektora koji sačinjavaju primarnu mrežu transportuju otpadnu vodu do glavnog odvodnog kolektora koji je dalje sprovodi na uređaj za prečišćavanje. Na kanalizacionoj mreži se nalaze i razne vrste objekata kao što su: crpne stanice, revizionna okna, uređaj za prečišćavanje, ispusti i td. Evakuacija otpadnih voda naselja Erdevik se vrši pomoću separacionog sistema kanalizacije. Separacioni sistem kanalizacije može biti potpun i nepotpun. Potpun separacioni sistem kanalizacije je sistem kod kojeg se izrađuju dve odvojene kolektorske mreže od kojih jedna služi za odvođenje atmosferskih voda, a druga za odvođenje kućnih i industrijskih otpadnih voda. Kod nepotpunog separacionog sistema kolektorskom mrežom se evakušu samo kućne i industrijske otpadne vode, dok se atmosferske vode odvođe direktno u recipijent na najjednostavniji način putem rigola, jaraka i otvorenih kanala. Rešenje odvođenja otpadnih voda naselja Erdevik

u ovom radu je zamišljeno u vidu potpunog separacionog sistema.



Slika 1: Položaj kolektora i kolektorskih priključaka u poprečnom preseku ulice sa potpunim separacionim sistemom kanalizacije

1 – kolektor atmosferske vode; 2 – kolektor kućnih i industrijskih otpadnih voda; 3 – slivnik; 4 – priključak za atmosferske vode; 5 – priključak za kućne i industrijske otpadne vode; 6 – kolovoz

Podela kanalizacionog sistema može da se izvrši i na osnovu pogonskih osobina sistema: gravitacioni, pumpni, kombinovani i vakuumski. Zbog pouzdanosti u radu i minimalnih pogonskih troškova, sistem odvođenja otpadnih voda uvek treba nastojati izvesti kao potpuno gravitacioni sistem sa tečenjem sa slobodnim vodenim ogledalo. Kod projektovanja i trasiranja kolektora gravitacionog sistema veoma je bitna topografija terena, jer se mora osigurati kompletno gravitaciono tečenje pri čemu dubina ukopavanja kolektora treba da u bude ekonomski prihvatljivim granicama. Tečenje pod pritiskom kod gravitacionog sistema nije dopušteno, jer bi došlo do plavljenja otpadnim vodama nižih priključnih mesta, podrumskih delova zgrada i objekata sistema. Pumpni sistem ili kanalizacioni sistem pod pritiskom se izvodi u velikim ravničarskim naseljima gde iskopi za kolektore postaju neekonomično duboki. To je veoma skupa investicija i u praksi se jako retko izvodi. Obično se pumpni sistem izvodi u kombinaciji sa gravitacionim, kada se zbog lokalnih topografskih prilika ne može osigurati evakuacija otpadne vode posredstvom sile gravitacije. Tada se otpadne vode iz nižih delova naselja pumpama prebacuju do određene visinske lokacije odakle je osigurano gravitaciono tečenje. Odvođenje otpadnih voda naselja Erdevik se vrši na osnovu kombinovanog sistema. Ovaj sistem kanalizacije je usvojen i zbog dosta visokog nivoa podzemnih voda koji se javlja u ovom području.

5. HIDRAULIČKI PRORAČUN KANALIZACIONE MREŽE

Od trenutka ulaska u kanalizacioni sistem otpadna voda menja svoje karakteristike i sastav što utiče na oticanje unutar sistema i na sigurnost njegovog rada. To je rezultat različitih procesa koji se odvijaju u kanalizacionoj mreži. Svi procesi, odnosno promene zavise od niza faktora koji su takođe promenljivi, pa ih je vrlo teško pouzdano predvideti u proračunu. Iz tog razloga se kod proračuna kanalizacionog sistema koriste najverovatniji ulazni podaci koji su znatno opterećeni pretpostavkama. U

odnosu na merodavne količine otpadnih voda i karakteristike kanalizacione mreže (materijal, topografski uslovi i td.) uvek je potrebno hidraulički dimenzionisati kanalizacionu mrežu, tako da ona svojom propusnošću u svakom trenutku omogućava nesmetanu evakuaciju otpadnih voda. Hidrauličko dimenzionisanje kanalizacione mreže je izvršeno za maksimalnu časovnu količinu otpadnih voda.

U naselju Erdevik, sem kategorije potrošača stanovništva, zastupljena je proizvodnja u ratarstvu i voćarstvu tj. vinogradarstvu. Procenjeno je da količina otpadne vode u zastupljenoj industriji znatno utiče na očekivani protok u kanalizacionom sistemu, tako da se usvaja prosečna vrednost upotrebljene vode po korisniku kanalizacije od $Q_{pr} = 250 \text{ l/st/dan}$.

U hidrauličkom proračunu kanalizacione mreže, poštovana su sledeća ograničenja:

- minimalne i maksimalne brzine toka
- minimalni i maksimalni pad dna cevi
- minimalni prečnik cevi

Za hidraulički proračun kanalizacije primenjene su jednačina kontinuiteta i Bernulijeva jednačina. Opšti oblik jednačine kontinuiteta je sledeći:

$$\sum Q = 0$$

Najopštiji oblik Bernulijeve jednačine je:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

Ipak, osnovna jednačina za proračun jednolikog tečenja je Shezy-Manningova formula za brzinu koja ima sledeći oblik:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Za izjednačavanje otpora u hidrauličkom proračunu korišćena je Darsi-Vajsbahova formula:

$$I = I_f = I_0 = \frac{\Delta H}{L} = \frac{\lambda}{D} \frac{V^2}{2g}$$

gde su:

- ΔH – hidraulički gubici [m]
- L – dužina cevi [m]
- λ – koeficijent otpora trenja
- D – unutrašnji prečnik cevi [m]
- V – brzina [m/s]
- g – gravitaciono ubrzanje ($g = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$)

Vrednost koeficijenta λ je u opštem slučaju data Colebrook-Whiteovom jednačinom koja obuhvata turbulentni režim.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{D} \cdot \frac{1}{3,71} + \frac{2,51}{R_e \sqrt{\lambda}} \right)$$

gde su:

$k = 0,4 \text{ mm}$ hrapavost izabranih cevi

Re – Reynoldsov broj, definisan izrazom

$R_e = \frac{V \cdot D}{\nu}$; gde je $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2\text{/s]}$ kinematički koeficijent viskoznosti

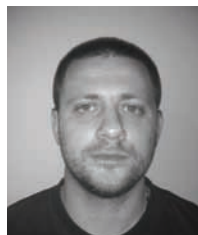
6. ZAKLJUČAK

Evakuacija otpadne vode i zaštita prirodnih vodotoka od zagađenja treba da bude glavni prioritet svake zajednice. Problem otpadnih voda se javlja kao direktna posledica urbanizacije, tj. izgradnje naselja i industrije, tako da nepostojanje odgovarajuće hidrotehničke infrastrukture u ovim zonama može da dovede do veoma štetnih uticaja po čoveka i njegovu okolinu. Kao što je već rečeno, otpadne vode naselja Erdevik se odvođe do septičkih jama odakle se njihov sadržaj obično prazni u neki prirodni recipijent bez prethodnog prečišćavanja. Prirodni recipijenti koji se nalaze neposredno uz naselje Erdevik su “veliko” i “malo” jezero. Pored njih, uz naselje se još nalazi Rimsko kupatilo, kanal koji se uliva u “veliko” jezero i nacionalni park prirode “Fruška gora”. Zagađenje ovih dobara može da dovede do nesagledivih posledica po lokalno stanovništvo i šire tako da je projektovanje i izgradnja kanalizacionog sistema za odvođenje otpadnih voda veoma bitno kako sa zdravstvenog tako i sa socijalnog aspekta. Njegovom izgradnjom se štiti životna sredina, smanjuje potencijalna opasnost od zaraze i poboljšava stanje ekosistema naselja. Ovim projektom je delimično rešen sistem kanalisanja otpadne vode naselja Erdevik i odvođenje iste na uređaj za prečišćavanje.

7. LITERATURA

- [1] M. Milojević: “Snabdevanje vodom i kanalisanje naselja”
- [2] M. Radonić: “Vodovod i kanalizacija u zgradama”
- [3] B. Kujundžić: “Urbani sistemi za odvođenje otpadnih voda”
- [4] D. Đurić: “Snabdevanje vodom za piće”
- [5] S. Kolaković: “Hidrotehničke melioracije”
- [6] D. Uzelac: “Hidromašinska oprema”

Kratka biografija:



Zoran Mastalović je rođen u Sremskoj Mitrovici 1982. godine. Završio srednju građevinsku školu »Nikola Tesla« u Sremskoj Mitrovici, 2002. godine je upisao Fakultet tehničkih nauka.

**PROJEKAT KONSTRUKCIJE PRODAJNOG CENTRA P+1 U NOVOM SADU SA
ANALIZOM PEČURKASTIH PLOČA PREMA BAB 87 I EVROKODU****DESIGN OF SHOPING MALL IN NOVI SAD GF+1 WITH ANALYSIS OF FLAT SLAB
WITH DROP PANELS ACCORDING TO BAB 87 AND EUROCODE**

Boris Kovač, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat konstrukcije prodajnog centra P+1 u Novom Sadu i problemi koji se javljaju pri projektovanju takvo objekta. U drugom dijelu rada upoređeni su proračuni pečurkastih ploča prema PBAB 87 i EC.

Abstract – The paper gives the description of the project of a mall GF+1 in Novi Sad and the problems that may occur while designing. Second part of the paper gives a comparative analysis of flat slabs with drop panels according to PBAB 87 i EC.

Ključne reči: armirani beton, zgrada, pečurkaste ploče, skeletni sistem

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonske konstrukcije prodajnog centra P+1, osnove prikazane na slici 1. Definisani su gabariti, rasteri stubova, namjena, površina, lokacija zgrade i konstruktivni sistem. Objekat se nalazi u Novom Sadu, Republika Srbija.

2. OPIS OBJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rješenje**

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje prodajnog centra u armiranobetonskom skeletnom sistemu sa platnima za ukrućenje. Osnova je pravougaona, dimenzija 60.00m u podužnom pravcu i 40.00m u porečnom pravcu. Prizemlje se nalazi na koti +0.00m i na njegovoj površini se nalaze prodajni prostor i parking površina. Korisna visina prizemlja je 3.00m. Za vertikalnu komunikaciju između prizemlja i prvog sprata se koriste dva dvokraka stepeništa, dva putnička i jedan terenti lift i dva pokretna stepeništa. Površina sprata je podjeljena na prodajni prostor (1600m²) i skladište i administrativni prostor (800m²). Korisna visina sprata je 5.25m. Pregradni zidovi između prodajnog i skladištenog prostora su od siporeksa $d=20\text{cm}$. Fasadni zidovi su tipa čelični sendvič panel debljine $d=8\text{cm}$.

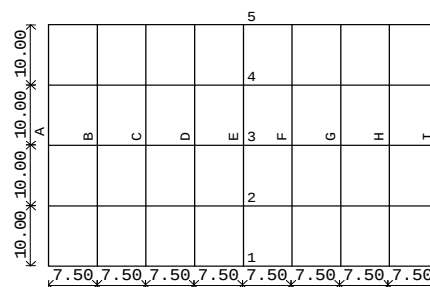
2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Glavni konstruktivni sistem objekta je armiranobetonski skelet, koji se sastoji od podužnih i porečnih ramova postavljenih u dva ortogonalna pravca i armiranobetonskih zidnih platana kao ukrućenja ramova.

NAPOMENA:

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

Položaj ramova definisan je sa 9 poprečnih i 5 podužnih ramova. Osovinski rasponi stubova u podužnom pravcu su 7.50m, a u poprečnom 10.00m. Dimenzije poprečnih



Slika 1. Šema ramova

presjeka stubova su promjenljive po visini i prema položaju u osnovi. Stubovi prizemlja na dijelu ispod skladišta su dimenzija 60x60cm, a na dijelu ispod prodajnog prostora su dimenzija 50x50cm. Svi stubovi sprata su dimenzija 40x40cm. Stubovi su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove Pravilnika Evrokod 8. AB grede su dimenzija 40x40cm. Svi linijski elementi konstrukcije betoniraju se betonom C30/37. Armiranje stubova i greda vrši se armaturom B500B i izvršeno je prema zahtjevima iz Pravilnika Evrokod 2 i Evrokod 8.

Zidovi za ukrućenje su postavljeni u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i opterećenja od temperaturnih promjena i doprinesu cjelokupnoj krutosti objekta. Zidna platna u oba pravca su debljine $d=20\text{cm}$ i projektovani su tako da zadovolje propisne uslove iz Evrokoda 2 i Evrokoda 8. Korišćena je marka betona C30/37, a armiranje je izvršeno armaturom B500B.

Ploča sprata je projektovana kao pečurkasta ploča $d=35\text{cm}$. Međuspratna konstrukcija prima vertikalno opterećenje sprata i prenosi ga na stubove. Zadatak kapitela jeste da obezbjedi sigurnost protiv probijanja ploče. Kapiteli su kvadratnog oblika i imaju dimenzije 140x140cm na stubovima ispod prodajnog dijela ploče i 240x240cm ispod skladištenog dijela ploče. Betoniranje je izvršeno betonom marke C30/37, a armiranje armaturom B500B.

Stepenište objekta je dvokrako i sastoji se od dvije kose ploče i podesta. Dimenzije stepenika su 16.5x27cm, a širina stepenišnog kraka 110cm. Ploča stepenišnog kraka je debljine $d=10\text{cm}$. Za pokrivanje stepenika je korišten granit $d=2\text{cm}$. Za betoniranje je korištena marka betona C30/37, a armiranje je izvršeno armaturom B500B.

Fundiranje stubova je vršeno na temeljima samcima, a zidova za ukrućenje na trakastim temeljima.

Krovnna konstrukcija je čelična sa nagibom 5.71° . Krov je dvovodni i jedan glavni nosač se sastoji od dvije proste grede koje su rešetkaste. Rešetka je sačinjena od paralelnih pojasnih štapova, vertikala i dijagonala. Gornji pojasni štap je HOP 70x70x4, donji pojas je HOP 90x90x4, vertikale HOP 50x50x4, a dijagonale HOP 80x80x3.5. Rožnjača je projektovana kao kontinualac, a usvojene su dimenzije HOP 150x150x5. Konstruisana su i ukrućenja krovne konstrukcije, kružnog poprečnog presjeka $D=33.7 \times 3$. Korišten je čelik S235. Krovni pokrivač je čelični sendvič panel punjen poliuretanom.

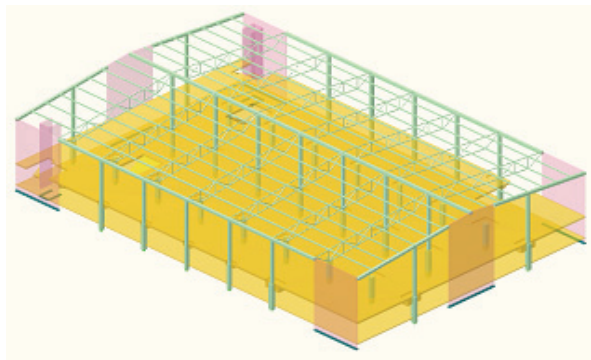
2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno, korisno, opterećenje vjetrom, opterećenje snijegom, temperaturna promjena i seizmičko opterećenje.

Stalno opterećenje čine sopstvena težina konstrukcije i težine nenosivih elemenata. Korisno opterećenje je definisano standardom EN 1991-1-1:2002 u zavisnosti od namjene prostora. Opterećenje vjetrom je analizirano saglasno standardu EN 1991-1-4:2005. Opterećenje snijegom je analizirano saglasno standardu EN 1991-1-3:2003. Temperaturno opterećenje je analizirano saglasno EN 1991-1-5:2003 i aplicirano je temperaturna promjena od $\pm 10^\circ\text{C}$ kako bi se simuliralo skupljanje i tečenje zbog relativno velike dužine objekta u podužnom pravcu. Seizmičko opterećenje je sračunat saglasno EN 1998-1:2004.

2.4. Proračun konstrukcije

Konstrukcija je modelirana prostornim modelom u programskom paketu Tower 7.0 (slika 2), korištenjem površinskih i linijskih elemenata. Korišćeni su konačni elementi veličine do $50 \times 50 \text{ cm}$.



Slika 2. Izgled modela konstrukcije u izometriji

Stepenice su modelirane na posebnom modelu, a opterećenje od stepenišne konstrukcije je nanijeto na prostorni model kao linijsko opterećenje. Sopstvena težina konstrukcije i seizmičko opterećenje su generisani softverski, pri tome koristeći vrijednosti sopstvenih perioda oscilovanja dobijenih modalnom analizom koja je takođe izvršena softverski. Ostala opterećenja su aplicirana kao linijski i površinski raspodjeljena, saglasno analizi opterećenja, posebno za svaki slučaj opterećenja. Nakon apliciranja opterećenja izvršen je proračun u programskom paketu Tower 7.0, po teoriji I reda, čime su dobijene veličine svih statičkih uticaja u elementima konstrukcije.

3. ANALIZA PEČURKASTIH PLOČA

3.1. Opšte

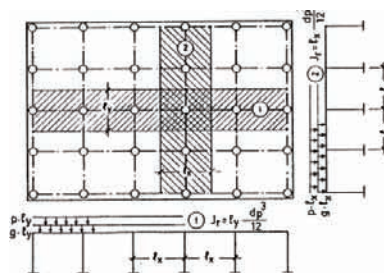
Kao što je poznato pečurkaste ploče su ploče koje su direktno oslonjene na stubove bez greda-podvlaka kao posrednika između ploče i stubova. Ako pri tome dio stuba u blizini ploče (glava stuba), idući ka ploči, postepeno ili skokovito povećava dimenzije poprečnog presjeka, formirajući tijelo (kapitel) slično pečurki, govorimo o pečurkastim pločama. U ovom slučaju, kada se, ustvari, radi smanjenja napona smicanja i obezbjeđenja ploče od proboja, kao i radi smanjenja uticaja od savijanja, između ploče i stuba, formira kapitel, tada se proračun uticaja zasniva na krutoj vezi ploča-stub. Pečurkaste ploče su ravni površinski nosači kod kojih se statički uticaji javljaju u dva ortogonalna pravca, pa se i one krstasto armiraju. Kapitel može imati oblik konusa, piramide, prizme i sl. Po slobodnoj ivici se rade polukapiteli, a u uglovima četvrtkapiteli. Zavisno od namjene i drugih faktora, mogu se pečurkaste ploče na ivicama oslanjati linijski na zidove ili podvlake, gdje su podvlake oslonjene na krajnje redove stubova. Stubovi se obično formiraju na pravougaonom i/ili kvadratnom rasteru, čime se formiraju pravougaona odnosno kvadratna polja. Najekonomičnija su kvadratna polja, a veličina njihovih raspona rijetko prelazi 6-8m [1].

3.2. Proračun pečurkastih pločaprema PBAB 87

Prema članu 219 Pravilnika BAB 87, pečurkaste ploče sa pravougaonim rasporedom stubova i jednako podjeljenim opterećenjem mogu se proračunavati približnim postupkom pomoću metode zamjenjujućih kontinualnih okvira kada je veza stuba i ploče kruta (slika 3) ili pomoću zamjenjujućih kontinualnih grednih nosača (traka) kada je zglobova veza između ploče i stuba, ako odnos l_x/l_y međusobno upravnih osovinskih razmaka stubova (za svako polje) zadovoljava uslov:

$$0.75 \leq l_x/l_y \leq 1.33 \quad (1)$$

Pri tome se pretpostavlja da se horizontalne sile u ravni ploče primaju posebnim vertikalnim elementima velike krutosti na savijanje – zidovima i jezgrima.



Slika 3. Formiranje sistema zamjenjujućih kontinualnih okvira u dva upravna pravca

Da li će pečurkasta ploča biti aproksimirana kontinualnim okvirima ili kontinualnim nosačima, zavisi, u prvom redu, od veličine kapitela. Tako, prema BAB 87, ako je strana (prečnik) kapitela na spoju sa pločom veća od $0.3l_{min}$, gdje je l_{min} kraći osovinski razmak stubova i ako je nagib piramide (konusa) upisane u kapitel u odnosu na ravan ploče veći ili jednak 1:3, proračun statičkih uticaja, pri

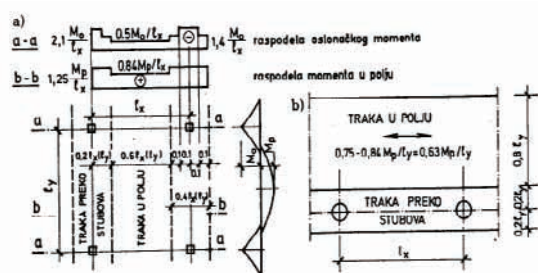
primjeni približnog postupka, mora se sprovesti pomoću metode zamjenjujućih okvira.

Treba, takođe, zapaziti da pri nagibu kapitela prema horizontali većem od 1:3 ili upisanom konusu (piramidi) kod dikontinualnog kapitela većeg od 1:3, pri dimenzionisanju ploče u oblasti kapitela prema momentima savijanja može se u proračun uvesti samo ona statička visina koja odgovara nagibu 1:3.

Sušтина metode sastoji se u tome da se ploča rastavi na dva sistema nosača (zglobnog veza) ili zamjenjujućih okvira (kruta veza) koji stoje upravno jedan na drugi. Širina traka okvira jednaka je osovinskom rastojanju stubova iz odgovarajućeg koordinatnog pravca. Sistemi se proračunavaju uvijek sa ukupnim odgovarajućim opterećenjem za oba ortogonalna pravca po pravilima statike linijskih nosača, tako što se pokretan, povremen teret može uzimati u najnepovoljnijem mogućem položaju, ali s tim da, ako djeluje, raspoređuje se po čitavom polju.

Na slici 4 prikazana je raspodjela sila u presjeku (moment M_x i M_y) kao funkcije ekstremnih vrijednosti M_p i M_o . Sa slike se vidi da traka preko stubova zauzima $0.4l_x(l_y)$, a da širina trake između stubova iznosi $0.6l_x(l_y)$. Vrijednosti momenata M_o i M_p , kao što se vidi sa slike, predstavljaju ekstremne vrijednosti momenata savijanja u polju odnosno nad osloncem u odgovarajućem pravcu u zamjenjujućem kontinulnom nosaču ili zamjenjujućem kontinualnom okviru.

Momenti savijanja na slici 4 su dati po dužnom metru odgovarajućeg raspona. Oslonački (negativni) momenti su najveći u traci širine $0.1l_x(l_y)$, mjereno od osovine stubova i iznose $2.1M_o/l_x(l_y)$, a u susjednoj traci širine $0.1l_x(l_y)$, smanjuje za 1/3. Dok u traci u polju iznose $0.5M_o/l_x(l_y)$. Na sličan način se vrši raspodjela momenata u polju, samo se ovdje na širini trake u polju od $0.6l_x$, odnosno, $0.6l_y$, dimenzionisanje presjeka sprovodi prema momentu savijanja $0.84M_p x/l_y$ za pravac x, odnosno, $0.84M_p y/l_x$, a u traci preko oslonaca prema momentu savijanja veličine $1.25M_p x/l_y$, odnosno, $1.25M_p y/l_x$ [1].



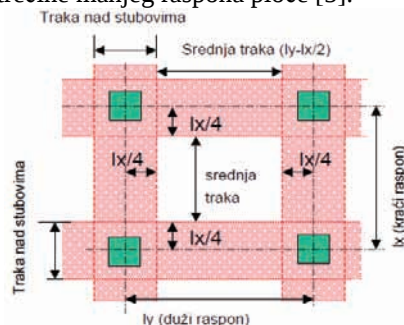
Slika 4. a) Raspodjela momenata savijanja
b) Smanjenje momenata savijanja u ivičnoj traci

3.3. Proračun pečurkastih ploča prema Evrokodu

Pečurkaste ploče treba da se analiziraju koristeći provjerene metode proračuna, kao što je metoda grednih roštilja, metoda konačnih elemenata, metoda linija loma ili metoda ekvivalentnih okvira. U proračunu treba da se koriste odgovarajuća svojstva materijala i geometrijske karakteristike. Metoda ekvivalentnih okvira je najčešće korištena metoda. Konstrukcija treba da se podužno i poprečno podjeli na ramovske konstrukcije koje se sastoje

od stubova i dijelova ploča između središnjih linija susjednih polja. Krutost elementa može da se sračuna iz bruto poprečnih presjeka. Za vertikalno opterećenje krutost se može odrediti uzimajući u obzir punu širinu polja. Za horizontalno opterećenje treba koristiti samo 40% od te vrijednosti, da bi se na taj način uzela u obzir povećana fleksibilnost spojeva stub/ploča u konstrukcijama sa ravnim pločama u odnosu na čvorove stub/greda. U analizi uticaja za svaki pravac treba da se uzme u obzir ukupno opterećenje [4].

Efekti kapitela se ne uzimaju u obzir ukoliko je kapitel manji od trećine manjeg raspona ploče [5].



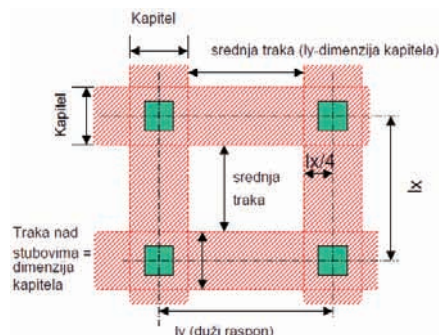
Slika 5. Podjela polja u ravnim pločama bez kapitela

Ukupne momente savijanja koji se dobijaju analizom treba rasporediti po širini ploče. U elastičnoj analizi negativni moment ima tendenciju da se koncentrišu ka osnim linijama stubova. Treba da se pretpostavi da su polja podjeljena na trake nad stubovima i na srednje trake između njih (slika 5) i ukupne momente savijanja rasporediti na te trake prema tabeli 1.

Tabela 1. Uprošćena podjela momenata savijanja u ploči

	Negativni momenti	Pozitivni moment
Traka nad stubovima	60-80%	50-70%
Srednja traka	40-20%	50-30%

Kada se širina trake nad stubovima razlikuje od $0.5l_x$, kako je prikazano na slici 5 (na primjer), i kada je usvojena tako da je njena širina jednaka širini ispuštenih ojačanja ploče nad stubovima, širina srednje trake treba da se odredi vodeći računa o tome (slika 6).



Slika 6. Podjela polja u ravnim pločama sa kapitelima

Međutim, ukoliko je veličina kapitela manja od trećine dužine kraćeg raspona ($l_x/3$) zanemarujemo kapitel pri podjeli polja (podjelu vršimo kao za ploče bez kapitela) [4].

4. ZAKLJUČAK

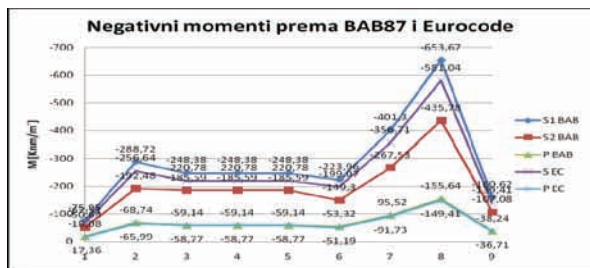
Prilikom proračuna pečurkastih ploča u oba slučaja je korištena metoda zamjenjujućih kontinualnih okvira, koja se smatra najmjerodavnijom u posmatranom primjeru. Proračun kapitela se vrši konstruisanjem hiperbole probijanja, što predstavlja metodu preporučenu našim standardima [3]. Prilikom proračuna Evrokod naglašava da se kapitel ne uzima u obzir ukoliko je strana kapitela manja od $l_x/3$, što je slučaj kod posmatranog objekta, dok BAB 87 ne daju preporuke u tom slučaju.

Prema BAB 87 širine traka su različite u oba pravca i zavise od posmatranog raspona, dok širine traka u oba pravca prema Evrokodu zavise od kraćeg raspona. Tako, širinu srednje trake usvajamo jednaku polovini kraćeg raspona $l_x/2$ i tu širinu usvajamo u oba pravca za mjerodavnu. Traka u polju, je u tom slučaju, za kraći raspon jednaka traci nad stubovima, a za duži raspon iznosi $l_y - l_x/2$. U ovom slučaju je strana kapitela manja od $l_x/3$ pa podjelu vršimo kao za ploču bez kapitela (slika 5). Dobijene momente je potrebno rasporediti po trakama radi daljeg dimenzionisanja. U ovom slučaju je BAB 87 mnogo precizniji od Evrokoda. Raspodjela momenata prema BAB 87 je detaljno data u tački 3.2. i na slici 4, dok je raspodjela momenata prema Evrokodu u velikoj mjeri ostavljena inženjeru na procjenu. Osnovna raspodjela je prikazana u tabeli 1, ali u zavisnosti od odabranih procenata raspodjele koji se usvoje mogu da se dobiju značajnije razlike u vrijednostima momenata. U ovom slučaju je usvojena sledeća raspodjela momenata (tabela 2) [5].

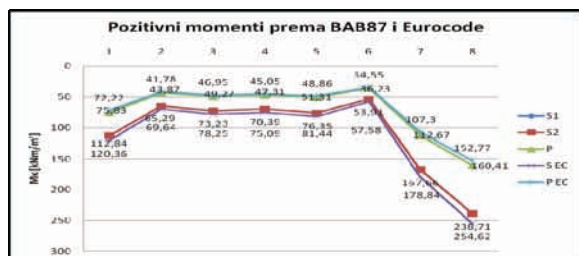
Tabela 2. Raspodjela momenata po trakama

	Procenti	
	Traka nad stubovima	Srednja traka
Negativni momenti	$l_y = 70\%$ $l_x = 75\%$	$l_y = 30\%$ $l_x = 25\%$
Pozitivni momenti	50%	50%

Kao rezultat izloženog proračuna i raspodjele momenata na trake dobijeni su sledeći rezultati koji su prikazani na slikama 7 i 8.



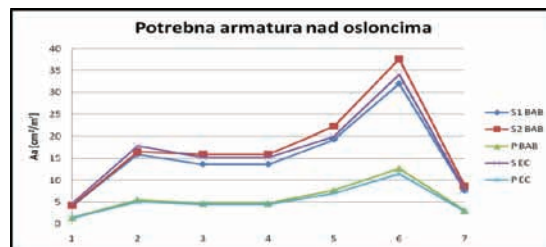
Slika 7. Negativni momenti prema BAB87 i Evrokodu



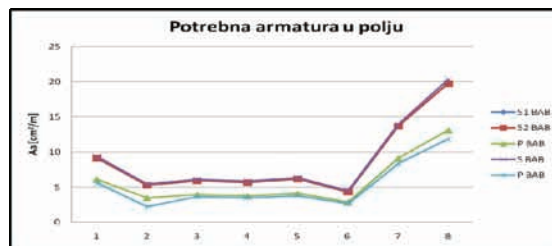
Slika 8. Pozitivni momenti prema BAB87 i Evrokodu

Iz priloženih dijagrama je jasno da su razlike između momenata relativno male (kreću se u rasponu od 5-12%) i da je ta razlika posledice nešto drugačijih širina traka i odabrane raspodjele momenata između traka prema Evrokodu. Jasno je da bi vrlo mala korekcija procenata podjele momenata svela razliku na zanemarljivu vrijednost. Prema tome dolazimo do zaključka da su proračun pečurkastih ploča i dobijeni rezultati vrlo slični prema oba standarda i da su razlike minimalne.

Kada je u pitanju usvajanje armature nabitnije je odrediti statičku visinu ploče koju usvajamo pri proračunu. BAB 87 je izričit po tom pitanju i maksimalna statička visina je ona koja odgovara nagibu kapitela 1:3. Evrokod ne daje preporuke u ovom slučaju, pa je na posmatranom objektu primjenjena preporuka BAB 87. Kao i kod analize momenata i ovdje zaključujemo da su razlike minimalne i da je najbitnija razlika u različitoj raspodjeli momenata po trakama, to jest inženjerskoj procjeni prilikom raspodjele po Evrokodu. Dobijene vrijednosti potrebne armature su prikazane na slikama 9 i 10.



Slika 9. Potrebna armatura nad osloncima



Slika 10. Potrebna armatura u polju

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd 2000.
- [2] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: Armirani beton 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] Grupa autora: EN 1992-1-1:2004, Beograd, 2006.
- [5] Grupa autora, Worked Examples for Eurocode 2, European Concrete Platform ASBL, Brussels, 2008

Kratka biografija:



Boris Kovač rođen je u Foči 1988. god. Studirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na departmanu za građevinarstvo, usmjerenje konstrukcije. Diplomski-master rad iz predmeta seizmička analiza konstrukcija odbranio je 2013. godine.

IZVORIŠTE PITKE VODE**THE SOURCE OF DRINKING WATER**Miroslav Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je izvršena analiza izvorišta pitke vode, na konkretnom primeru izvorišta „Ratno ostrvo“. Predložena je varijanta izvorišta koja će zadovoljavati buduće povećane zahteve za sirovom vodom. Hidrauličkim proračunom, na osnovu postavljenih zahteva za protokom i pritiskom, došlo se do optimalnog rešenja opremanja vodozahvatnih objekata (izbor pumpi, prečnika i materijala cevovoda, cevovodne armatura). U programu „EPANET“ izvršena je analiza sistema pri promenljivoj potrošnji vode.

Abstract – This paper presents an analysis of the sources of drinking water, sources on the example of "War Island". The suggested variant of the source will meet future increased demand for raw water. Hydraulic calculations, based on the requests of flow and pressure, given an optimal solution furnishing water intake structures (selection of pumps, pipe diameters and materials, piping valves). In "EPANET" we analysed system with variable water consumption.

Ključne reči: Reni bunar, izvorište, EPANET, proračun, pumpne stanice

1. UVOD

Resurs za snabdevanje vodom stanovništva i industrije Novog Sada sa pripadajućim ruralnim naseljima, obezbeđuje se sa tri izvorišta: „Ratno ostrvo“, „Petrovaradinska ada“ i „Štrand“.

Ova izvorišta locirana su na levoj i desnoj obali Dunava gradske zone Novog Sada. Prosečna godišnja količina zahvaćene sirove vode je $\sim 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$. Procentualno najveća količina zahvaćene vode je na izvorištu „Ratno ostrvo“ oko 700 l/s, čime se ovaj prostor izdvaja kao zona od posebnog značaja za vodosnabdevanje Novog Sada. Predmet izučavanja ovog rada je upravo izvorište „Ratno ostrvo“.

Ovim radom će se pokušati, na konkretnom primeru reni bunara, skrenuti pažnja na rešavanje određenih problema, koji se javljaju kako pri projektovanju tako i pri samom radu pumpnih stanica.

Problemi se javljaju usled neadekvatno izabranog rešenja opremanja pumpnog postrojenja, nestručnog rukovanja od strane radnika u pumpnim stanicama, kao i usled nekih nepredviđenih okolnosti (npr. ispadanje iz rada pumpnog postrojenja ...)

Uz pomoć softverskog paketa „EPANET“ izvršiće se analiza rada izvorišta za različite situacije koje mogu nastati u procesu eksploatacije, kao što su ispadanje iz

rada pojedinih bunara, regulacija protoka, smanjenje izdašnosti bunara i td.

2. PODACI O IZVORIŠTU

Izvorište „Ratno ostrvo“ je formirano u inundacionom pojasu leve obale Dunava nizvodno od Rafinerije nafte, (od stacionaže 1251+200) do uliva kanala DTD u Dunav, (stacionaže 1253+400). U okruženju izvorišta izgrađeni su Termoelektrana-toplana-Novi Sad (radna zona – sever IV) i naselje Šangaj (Slika 1.), dok se u zaleđu predmetnog prostora obavlja kontrolisana proizvodnja žitarica od strane poljoprivrednog kombinata „Sloga“ iz Kaća.



Slika 1. Lokacija izvorišta „Ratno ostrvo“

Vodozahvatni objekti su locirani na međurastojanju od 200 – 350 m i prosečnim udaljenjem od nasipa oko 75 m. Šahtovi svih bunara su kružne forme, prečnika 4 m, sa prosečnom dubinom od 27 m. Horizontalni delovi bunara od BHD–2 do BHD–10 su radijalno utisnuti u peskovito-šljunkovite deponate vodonosne sredine, po „Reni“ postupku. BHD–1 iako trenutno nije u funkciji kao preventivna mera zaštite izvorišta iz pravca rafinerije nafte Novi Sad, uzima se u proračun u slučaju kasnijeg puštanja u rad.

Bunari poseduju po osam drenova, projektovane dužine 30 m, prečnika 219 (DN200), sa otvorima filtra pravougaonog oblika (veličine 6x80 mm). Nivoi podzemnih voda u svim bunarima se mere putem sonde. Ukupna količina sirove vode koja se potiskuje ka PPV „Štrand“ meri se preko zbirnog merača protoka. Eksploataciona količina vode svakog bunara se indirektno dobija na dva načina: korišćenjem parametara koji se mere (angažovane snage pumpi, pritiska i sniženja nivoa u bunaru) i na osnovu sati rada pumpi u svakom vodozahvatnom objektu, znajući tip pumpi i njihove karakteristike. Druga metoda se koristi samo kao okvirni pokazatelj količine zahvaćene vode.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Dušan Uzelac.

3. PRORAČUN I IZBOR OPREME

Na osnovu zahtevanih parametara pristupa se proračunu i izboru optimalne hidromašinske opreme. Na osnovu rezultata proračuna i dosadašnjih iskustava sa postojećih izvorišta za vodosnabdevanje Novog Sada, utvrđen je ukupni kapacitet izvorišta „Ratno ostrvo“ od 900 l/s. Pojedinačni kapacitet bunara sa horizontalnim drenovima pri optimalnoj eksploataciji izvorišta koja istovremeno predstavlja tehnoekonomske minimalne proticaje na bunarima (eksploatacija sa manjim kapacitetom nema smisla) je $Q_{\min} = 80$ l/s. Zahtevani kapacitet bunara sa kojim se ulazi u proračun je $Q = 90$ l/s. Zahtevani pritisak ispred šahta za aerator je 2.3 bar. Šaht za aerator se nalazi na koti 77.00 m.n.v. Kota najnižeg nivoa vode u bunaru je $H_{\min} = 70.39$ m.n.v. Predviđena depresija je $s = 5.0$ m. Analizirati rad izvorišta pri promeni protoka od 800 l/s do 1100 l/s.

Bunari sa horizontalnim drenovima sastoje se iz bunarskog okna Ø4000 mm i nadzemnog dela. Bunarsko okno služi za prihvatanje vode iz horizontalnih drenova i smeštaj pumpe.

Nadzemni deo je nadgradnja bunarskog okna i služi za smeštaj hidromehaničke opreme, automatike, elektrike i mernih uređaja. U nadzemnom delu bunarske kućice u građevinskom projektu predviđena su četiri mesta za potopljene bunarske pumpe. U eksploataciji će se koristiti tri pumpe, dve radne pumpe, i jedna rezervna pumpa. Četvrto mesto će služiti kao rezervno mesto. Pri izboru pumpe vodilo se računa da svojstva materijala od kog je napravljena pumpa ne utiču na kvalitet sirove vode.

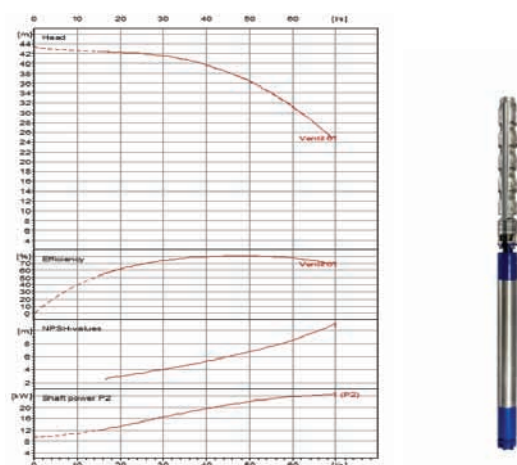
Na osnovu rezultata proračuna, minimalnog napora koji pumpa mora ostvariti kako bi savladala sve gubitke u cevovodu izabrana je pumpa sledećih karakteristika:

$$Q_{\max} = 96.22 \text{ l/s} ; Q_{\min} = 22.0 \text{ l/s}$$

$$H_{\max} = 66.0 \text{ m}$$

Snaga elektro motora je $P = 37.0$ kW; struja $I = 80$ A; napon $U = 380$ V; broj obrtaja $n = 2860$ 1/min

U svim bunarima izvorišta izabrane su potopne pumpe istih karakteristika. Primer pumpe koja odgovara postavljenim zahtevima je proizvođača „VOGEL“, potopljena bunarska pumpa tipa TVS10.3-2/2B VV L6W3702D/A (slika 2.).



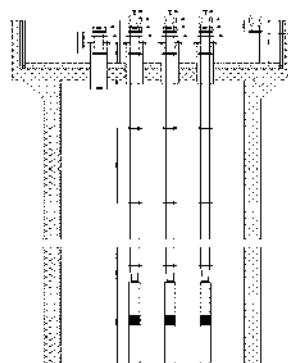
Slika 2. Karakteristike pumpe

Pumpe rade po sistemu paralelne veze. Ovakvim tipom veze dobijaju se veći protoci po bunaru. Pumpni agregat

se postavlja u bunar 0.90m (min 0.5m) ispod kote minimalnog nivoa.

Podešavanje protoka vrši se ručno uz pomoć leptirastog zatvarača na potisnom cevovodu pumpe. Potisni cevovod pumpe počinje redukcionim komadom od čelika. Uži kraj redukcionog komada je DN150 sa navojem G6, a širi DN200 sa priрубnicom SRPS M.B6.181 DN200, NP16.

Na priрубnicu redukcionog komada nadovezuje se potisni cevovod pumpe u bunarskom oknu DN200. Potisni cevovod je sastavljen od sedam SP komada dužina 2000mm. Pumpa je oslonjena na fiksni nosač preko demontažnog dela (slika 3.).



Slika 3. Položaj pumpe u bunaru

Sirova voda koju crpe pumpe u bunaru sabira se u sabirniku sirove vode DN250. Sabirnik se postavlja na koti 1.15m iznad poda. Na sabirni cevovod bunara, preko T komada SRPS M B6.191, DN250, NP16, nastavlja se ispusni cevovod i potisni cevovod bunara.

Potisni cevovod bunara počinje ravno zapornim ventilom EN 13789, DN250, NP10, 1.15 m iznad poda, nastavlja se preko montažno–demontažnog dela tipa „A“ DN250, NP16 i redukcionog čeličnog komada sa priрубnicama DN300/DN250, NP16, SRPS M.B6.181. Preko čeličnog luka sa priрубnicama DN300, NP16, SRPS M.B6.181 prelazi u vertikalni položaj i izlazi kroz pod objekta van mašinske kućice. Na čeličnom luku postavlja se cevovod za uzimanje uzorka od pocinkovane cevi SRPS C.B5.225, sa izlivnim kuglastim ventilom sa nastavkom DN15. U horizontalan položaj potisni cevovod prelazi na koti – 1.80 m od kote poda preko čeličnog luka sa priрубnicama DN300, NP16, SRPS M.B6.181.

Sabirni cevovod izvorišta je promenljivog nazivnog prečnika i kreće se od DN300 (počinje od BHD–10) do DN900 (počinje od BHD–1) nazivnog pritiska PN10. Ukupna dužina sabirnog cevovoda, od tačke „A“ do tačke „K“ (aerator na prečišćivaču otpadnih voda) iznosi 5938 m. Sabirni cevovod izvorišta poseduje i klapne i to na deonicama „C–D“ nazivnog prečnika DN500, „E–F“, DN600, „G–H“, DN700 i „I–J“, DN800 standarda SRPS M.E0.053, prvenstveno ugrađene radi ublažavanja negativnog dejstva hidrauličkog udara. Završnim proračunom dokazano je da prethodno usvojeni sistem zadovoljava parametre postavljene projektnim zadatkom.

Analizirana su dva slučaja. Slučaj kada je visina NPV u bunarima jednaka, i slučaj kada se visina NPV razlikuje. Slučaj kada je visina NPV u bunarima jednaka jeste teoretski slučaj i u praksi je gotovo nemoguć. Pri proračunima se često koristi ovaj slučaj jer pojednostavljuje proračun, a upoređivanje sa slučajem

kada visina NPV varira često daje skoro zanemarljivo odstupanje rezultata.

Postavljanjem Bernulijeve jednačine za potisni cevovod izvorišta od tačke „J“ do tačke „K“ dobijamo karakteristiku cevovoda. Zbog velike dužine cevovoda mogu se zanemariti svi lokalni gubici pa u gubitke ulaze samo gubici trenja. Karakteristike cevovoda su za obe varijante visina NPV.

$$h_J = h_K + H_{g\ J-K}; h_J = (100.00 - 65.39) + 5.504 Q^2 \quad (1)$$

$$h_J = h_K + H_{g\ J-K}; h_J = (100.00 - 63.82) + 5.504 Q^2 \quad (2)$$

Grafičkom analizom dobijaju se protoci od:

$Q=1082.00$ l/s - pri konstantnim visinama NPV u bunarima.

$Q=1036.00$ l/s - pri promenljivim visinama NPV u bunarima.

Razlika iznosi 46.00 l/s, što predstavlja grešku od oko 4.0%, pa se na osnovu toga zaključuje da je opravdano pretpostaviti da su visine NPV u bunarima jednake i sa ovom pretpostavkom se može ući u proračun bez bojazni da će se dobiti netačan rezultat.

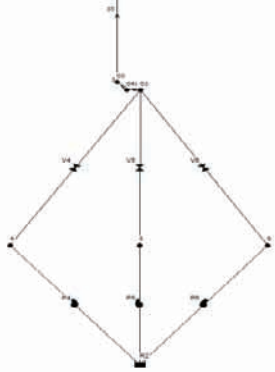
Dobijene vrednosti brzine strujanja vode u potisnim cevovodima bunara nalaze se u dozvoljenim granicama od 1m/s do 2m/s. Brzine u sabirnom cevovodu izvorišta na pojedinim deonicama prelaze preporučenu granicu brzina od 2 m/s.

Preporučene granice brzina (od 1 m/s do 2 m/s) predstavljaju orjentacione vrednosti brzina strujanja u cevovodu. Strogo poštovanje ovih preporuka povlači za sobom moguće predimenzionisanje sistema, pa se na osnovu toga dozvoljava prekoračenje ovih granica u uslovima kada se pouzdano zna da će sistem, pri režimima rada koji odstupaju od režima rada zahtevanih projektnim zadatkom, raditi kraći vremenski period.

3.1 Rezultati analize u EPANET-u

Da bi se uspešno izvršila analiza izvorišta „Ratno ostrvo“ u programskom paketu „EPANET“ potrebno je pre svega modelirati izvorište što je moguće tačnije. Izvorište se modelira na osnovu usvojenog rešenja.

Tačnim modeliranjem dobijaju se protoci, brzine i pritisci po deonicama i u karakterističnim tačkama, a manjim izmenama karakteristika sistema može se uticati na ove parametre i na taj način može se doći do kvalitetnijeg rešenja sistema, a samim tim mogu se izbeći i nepotrebni troškovi u slučaju predimenzionisanja sistema. Model reni bunara (paralelna veza pumpi u bunaru) dat je na slici 4.



Slika 4. Model bunara

Oznaka „R“ označava rezervoar pomoću kojeg se modelira reka, sa „P“ je označena pumpa, a sa „V“ zatvarač. Pri simulaciji aktivne će biti dve pumpe, dok će treća biti isključena.

Analizom u EPANET-u dolazi se do zaključka da će usvojeni sistem zadovoljavati postavljene zahteve projektnim zadatkom. Dobijaju se protoci za obe varijante visina NPV u iznosu od $Q = 1082$ l/s za iste visine NPV u bunarima, i $Q = 1036$ l/s za različite visine NPV u bunarima. Vrednosti pritisa na aeratoru su $P = 2.5$ bar i $P = 2.6$ bar.

Daljom analizom, kada je ustanovljeno da je sistem pravilno projektovan, pristupa se proveru sistema u slučajevima kada dolazi do nekih nepredviđenih okolnosti, tj. kada dođe do ispadanja iz rada pojedinih bunara u sistemu. Posmatra se slučaj kada iz rada ispadnu najviše tri bunara na izvorištu. Analiza je pokazala da u sličaju da iz rada ispadne jedan odnosno dva bunara sistem zadovoljava postavljene zahteve, dok u slučaju ispada iz rada tri bunara sistem pri radu dve pumpe u bunaru neće moći da zadovolji oba postavljena zahteva, odnosno zahtevani protok izvorišta od 900 l/s i pritisak ispred aeratora od 2.3 bar.

Celokupna analiza je rađena u slučaju rada dve pumpe u bunaru. S'obzirom da u bunarima postoji i rezervna (treća) pumpa dolazi se do zaključka da je sistem siguran u slučaju nepredviđenih okolnosti, jer uvek postoji mogućnost uključenja i treće pumpe u rad čime bi se znatno povećao protok.

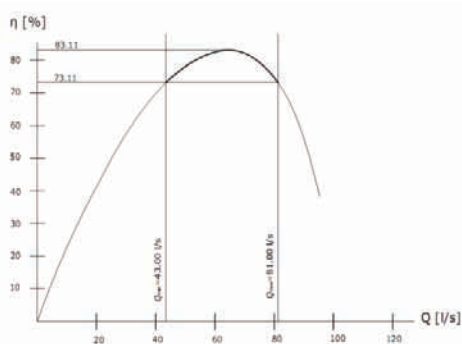
U ovom slučaju postavlja se pitanje izdašnosti bunara, tj. da li će vodonosni sloj obezbediti dovoljnu količinu vode i stabilan dinamički nivo podzemne vode jer postoji opasnost od rada pumpi na suvom što može prouzrokovati kvar pumpi, čija cena ima značajnu ulogu u ekonomskoj isplativosti sistema.

3.2 Analiza sistema pri promenljivoj potrošnji vode

Projektnim zadatkom postavljen je zahtev za protokom od 900 l/s, međutim potrebno je analizirati sistem i pri promenljivim protocima. Pri stvarnim uslovima rada javlja se različita potreba za količinom vode koja se crpi sa izvorišta. U određenim periodima isporučivaće se različita količina vode u fabriku za preradu vode pa se na osnovu toga pristupa analizi sistema i proveru parametara istog.

Optimalno područje rada predstavlja rad pumpi u režimu bliskom maksimumu stepenu korisnosti, a tu se podrazumevaju režimi sa 10 – 20 % manjim stepenom korisnosti.

Ova granica pre svega zavisi od vremena koje pumpa provodi u određenom režimu rada. Ukoliko se javljaju česte varijacije u radu pumpi (česte promene protoka) neophodno je da koeficijent korisnosti pumpi bude što bliži maksimumu pa je u tom slučaju dozvoljeno odstupanje od maksimalnog koeficijenta korisnosti nekada i samo 5%. Optimalno područje rada za posmatrani sistem usvojeno je za razliku koeficijenata korisnosti od 10% (slika 5.). Maksimalni koeficijent korisnosti pumpe pri radu je 83.11 % (slika 2.). Optimalno područje rada pumpi je u granicama između 73.11 % i 83.11 % (10% manje od maksimalne vrednosti), što odgovara vrednosti protoka između 43.0 l/s i 81.0 l/s.



Slika 5. Optimalno područje rada pumpi

Iz analize se primeti da pri minimalnim proticajima koeficijenti korisnosti pumpi izlaze iz granica optimalnog područja rada. Ukoliko nije dug vremenski period rada pumpi u ovom režimu onda se mogu dozvoliti ovakvi slučajevi. Duži rad pumpi u ovom režimu povlači za sobom veći utrošak energije, a samim tim i veću cenu eksploatacije.

Niski koeficijenti korisnosti mogu se eliminisati izbacivanjem iz rada pojedinih bunara (bunara sa pumpama čiji parametri ne ulaze u optimalno područje rada), ili isključenjem jedne pumpe u bunaru čime bi se koeficijent korisnosti tog bunara približio maksimumu.

Obzirom da je zahtevani protok 900 l/s, potreba za manjim protokom će se retko javljati pa se ovakav sistem može smatrati da zadovoljava postavljene zahteve. Ukoliko se javi potreba za većim protocima (većim od 900 l/s) očigledno je da će sistem zadovoljiti postavljene zahteve. Na osnovu dobijenih rezultata dolazi se do zaključka da se problem ispadanja pumpi iz optimalnog radnog područja efikasno može rešiti isključivanjem jednog bunara čime automatski raste protok ostalih bunara, a samim tim i koeficijent korisnosti pumpi.

3.3 Analiza otpornosti na hidraulički udar

Na osnovu prethodnog proračuna vidi se da se sistem mora zaštititi od nepovoljnog uticaja hidrauličkog udara. Proračunom je predviđena armatura PN10 pa bi pojavom hidrauličkog udara, usled nekih nepredviđenih okolnosti (isključenje pumpi, nestanak struje ...) ili bržeg zatvaranja potisnog zatvarača od predviđenog vremena za zatvaranje od 16.7 sek, došlo do oštećenja cevi i cevne armature. Tako nastali vođeni udar prouzrokuje povećanje pritiska:

$$\Delta h = a \frac{v}{g} = 159.72 \text{ mVS} = 16.3 \text{ bar} \quad (3)$$

Sistem se može zaštititi usvajanjem armatura i cevi većeg nazivnog pritiska (NP) npr. NP16, a predlaže se hidroforska posuda za akumulaciju hidrauličkog udara koja nije predmet ovog rada.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu zahtevanih minimalnih i maksimalnih protoka kao i pritisaka u sistemu, koji su postavljeni projektnim zadatkom, hidrauličkim proračunom došlo se do odabira najoptimalnijih tipova cevne armature i pumpi u bunaru.

U radu je nedvosmisleno pokazano da su zadovoljeni svi zahtevi postavljeni u projektnom zadatku. Takođe je izvršena analiza sistema pri promenljivom režimu rada aeratora u programu „EPANET“, čime je pokazano funkcionisanje sistema pri promenljivim protocima (od 800 l/s do 1100 l/s). Ovom analizom pokazano je da je izbor pumpi pravilno izvršen i da će pumpe pri promenljivim protocima isporučivati zahtevane protoke, kao i da će rad pumpi pri promenljivom režimu rada aeratora biti u granicama optimalnog režima rada. Proračunom je dokazano da može doći do hidrauličkog udara koji može ugroziti elemente sistema zbog čega je u radu je kao način zaštite izabrana armatura sa većim nazivnim pritiskom, NP16.

5. LITERATURA

1. Uzelac D.: Hidromašinska oprema, autorizovana predavanja , Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
2. Anđelković M. : Priručnik za projektovanje pumpnih postrojenja, DIGP „Prosveta“, Niš, 1995.
3. Vuković M., Soro A.: Hidraulika bunara, teorija i praksa, Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi, Beograd 1995.
4. Vuković M., Soro A.: Dinamika podzemnih voda – kroz rešene probleme ustaljenog strujanja, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd 1984.
5. Milojević M.: Snabdevanje vodom i kanalisanje naselja, Građevinski fakultet, Beograd 2009.
6. Hajdin G.: Mehanika fluida, Građevinski fakultet, Beograd 2009.
7. Vojvodina PRO-ING, Glavni projekat hidromašinske opreme vodozahvatnih objekata BHD-1, BHD-2, BHD-3, BHD-4, BHD-8, BHD-9, 1991.
8. Elaborat o rezultatima hidrogeoloških istraživanja za potrebe izrade studije analiza rada izvorišta i stanja vodozahvatnih objekata na izvorištu „Ratno ostrvo“ u Novom Sadu , Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd 2009.
9. <http://www.spaix.com>
10. <http://www.jcerni.org>
11. <http://www.jastrebac.co.rs>
12. <http://www.poliesterprijboj.com>

Kratka biografija:



Miroslav Stojanović rođen je u Zaječaru 1982. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Hidromašinske opreme odbranio je 2013. god.

PLANERSKE OSNOVE I PROJEKTNII ELEMENTI LOKALNE GRADSKO PUTNE MREŽE – PRIMER REKONSTRUKCIJE LOKALNE ULICE U NOVOM SADU**PLANNING BASICS AND DESIGN ELEMENTS OF THE LOCAL URBAN ROAD NETWORK – EXAMPLE OF RECONSTRUCTION OF LOCAL STREET IN NOVI SAD**

Mirjana Dakić, Nebojša Radović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane planerske osnove i projektni elementi lokalne (sekundarne) gradske putne mreže kroz primer rekonstrukcije gradske ulice Janka Čmelika u Novom Sadu. Radom su obuhvaćene teoretske osnove projektovanja gradskih saobraćajnica sekundarne putne mreže. Takođe je data analiza primene principa planiranja kapaciteta parkiranja u procesu saobraćajno urbanističkog planiranja. Rad sadrži primer idejno-inženjerskog rešenja rekonstrukcije lokalne gradske ulice.

Abstract – The paper presents the basics of planning and design elements of the local city road network through example of the reconstruction of Janka Čmelika street in Novi Sad. The paper includes the theoretical basics of secondary city road network design. Furthermore, it presents the analysis of parking capacity planning principles in the process of the urban roads planning. The paper includes an example of conceptual – preliminary design for reconstruction of local urban street based on the theoretical principles.

Ključne reči: Gradska mreža, koncept umirenja saobraćaja, kapacitet parkiranja

1. UVOD

U ovom radu date su teorijske osnove za planiranje i projektovanje lokalne (sekundarne) gradske putne mreže. Radom je obuhvaćen teorijski kao i praktični deo. U teorijskom delu rada su opisane teoretske osnove projektovanja gradskih saobraćajnica i analiza primene principa planiranja kapaciteta parkiranja. U praktičnom delu je prikazan primer rekonstrukcije lokalne gradske ulice Janka Čmelika u Novom Sadu.

2. TEORIJSKI DEO**2.1 FUNKCIONALNA KLASIFIKACIJA LOKALNIH SAOBRAĆAJNICA**

Polazni kriterijumi funkcionalne klasifikacije deonice putne mreže u gradskom području su prostorni nivo funkcije i glavna funkcija u putnoj mreži. Glavne funkcije deonice lokalne putne mreže mogu biti:

NAPOMENA:

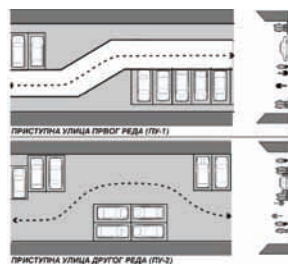
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Radović, dipl. inž. grad.

- 1) Opsluživanje urbanih sadržaja koje podrazumeva obezbeđenje pristupa izvoru ili cilju kretanja, opsluživanje pojedinih lokacija i/ili objekata gradskih sadržaja;
- 2) Sabiranje tokova odnosno prikupljanje pojedinačnih saobraćajnih tokova sa ciljem da se objedinjeni vode do/od lokalnog centra urbane celine i/ili deonice putne mreže višeg funkcionalnog ranga

2.2 KATEGORIJE SAOBRAĆAJNICA LOKALNE PUTNE MREŽE

Sekundarnu putnu mrežu čine splet interih ulica i kolovoza koji služe za pristup do određenih ciljeva. Lokalnu putnu mrežu čine:

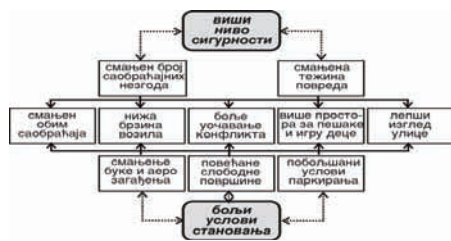
- Sabirne ulice- predstavljaju vezni element između primarne i lokalne gradske putne mreže
- Pristupne ulice- obuhvataju najbrojniju kategoriju lokalnih ulica koje direktno opslužuju urbanističke sadržaje. U zavisnosti od relativnog značaja posebnih funkcija razlikujemo pristupne ulice prvog reda (PU-1) i pristupne ulice drugog reda (PU-2), ilustrativno prikazane na Slici 1.



Slika 1. Funkcionalni podtipovi pristupnih ulica

2.3 KONCEPT UMIRENJA SAOBRAĆAJA

Koncept umirenja saobraćaja podrazumeva skup celovitih urbanističkih, regulativnih i građevinskih postupaka. Klasičan pristup projektovanju lokalnih saobraćajnica polazio je uvek od principa segregacije vidova saobraćaja, odnosno razdvajanja površina za pešake od površina za kretanje i mirovanje vozila. Sa porastom broja putničkih automobila javio se nedostatak prostora pa se pod pritiskom prostornih sukoba postavilo pitanje prioriteta u višeslojnoj funkciji pristupne ulice. Mnogi gradovi sveta sa najvišim stepenom individualne motorizacije, razvile su metode "umirenja saobraćaja" koji počivaju na principu integracije pešaka i vozila po merilima pešaka, dece, biciklista.



Slika 2. Ciljevi i efekti umirenja saobraćaja

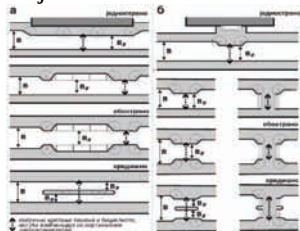
2.4 PROJEKTI ELEMENTI SREDSTAVA UMIRENJA SAOBRAĆAJA

Umirenje saobraćaja na lokalnim gradskim saobraćajnicama ima za cilj smanjenje brzine vozila; ključni činioci su projektni elementi lokalnih ulica kojima se fizički obezbeđuje poštovanje najveće dozvoljene brzine. Osnovne vrste fizičkih sredstava umirenja saobraćaja su:

- Suženja kolovoza
- Diskontinuiteti u situacionom i nivelacionom planu
- Prekidi kontinuiteta kolovoza (zatvaranje ulica)

Suženja kolovoza

Prvu grupu tipova čine suženja kolovoza na kojima vozači po pravilu smanjuju brzinu kretanja u odnosu na deonicu bez suženja.



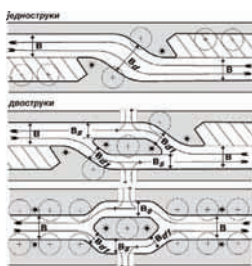
Slika 3. Tipovi suženja kolovoza

Ona mogu biti duga (dužina suženog kolovoza $10 \text{ m} < L_s < 50 \text{ m}$), kratka ($3 \text{ m} < L_s < 10 \text{ m}$), zatim jednostrana, obostrana i središnja.

Diskontinuiteti u situacionom planu

Pored uticaja na smanjenje brzine kretanja, koriste se i kao područja mimoilaženja vozila za koje nije obezbeđena širina kolovoza. Razlikuju se dva osnovna tipa:

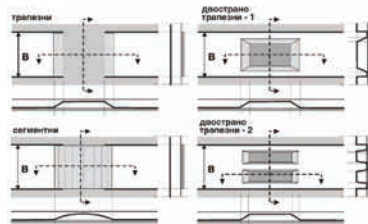
- Jednostruki za dvosmerni saobraćaj
- Dvostruki kod kojih se razdvajaju saobraćajne struje po smerovima vožnje



Slika 4. Diskontinuiteti u situacionom planu

Diskontinuiteti u nivelacionom planu

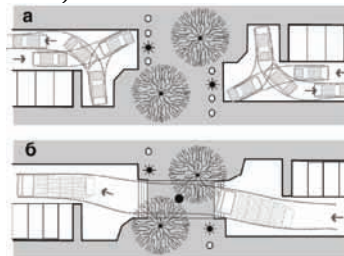
Podrazumevaju izdizanje kolovozne ravni najviše do visine ivičnjaka sa primenom odgovarajućeg nagiba rampi. Razlikuju se po obliku: trapezni, dvostrano trapezni i segmentni.



Slika 5. Diskontinuiteti u nivelacionom planu

Prekidi kolovoza (zatvaranje ulica)

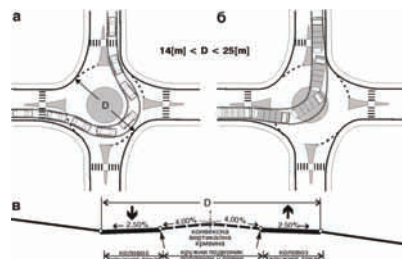
Prekidi kolovoza na deonicama lokalnih ulica su bitan element organizacije tokova vozila sa ciljem da se eliminišu prolazni tokovi na lokalnoj gradskoj putnoj mreži. Razlikuju se dva tipa zatvaranja: potpuno i delimično (slika 6).



Slika 6. Prekidi kolovoza-zatvaranje ulica

2.5 TIPOLOGIJA RASKRSNICA LOKALNE GRADSKA PUTNE MREŽE

Lokalna gradska putne mreža se povezuje sa primarnom uz poštovanje principa hijerarhijskog uređenja. Vezne raskrsnice imaju dvostruki zadatak; da ispune programske zahteve primarnog poteza i umanje pojavu prolaznih tokova i većih brzina na saobraćajnicama lokalne putne mreže. Stoga se ovakve raskrsnice javljaju na sabirnim ulicama. Primena kružnih raskrsnica je racionalan izbor jer ispunjava oba uslova. Merodavno vozilo je putnički automobil jer ova vrsta prevoznog sredstva dominira raskrsnicama. Kod internih raskrsnica lokalne putne mreže primenjuju se oba osnovna tipa raskrsnica: kružne i sa presecanjem saobraćajnih struja. Kod lokalnih saobraćajnica sa presecanjem saobraćajnih struja po pravilu se ne postavlja svetlosna signalizacija jer pešaci i biciklisti imaju prvenstvo prolaza u odnosu na vozila.



Slika 7. Elementi kružne raskrsnice na lokalnim gradskim saobraćajnicama

2.6 PRINCIPI PLANIRANJA KAPACITETA PARKIRANJA

U procesu urbanističko saobraćajnog planiranja jedna od osnovnih dilema je koliko parking mesta treba obezbediti za određene vrste aktivnosti (stanovanje, rad, trgovina). Kod područja sa dominantnom aktivnošću stanovanja izvan centra grada problem se rešava normativnim pristupom. Kako parkiranje predstavlja viši stepen društvene obaveze, danas je normalno zahtevati 1.2- 1.3 parking mesta po stambenoj jedinici. Normativi parkiranja za osnovne grupe gradskih sadržaja prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Normativi parkiranja za osnovne grupe gradskih sadržaja-broj parking mesta za 1000m² izgrađene površine (PA/1000m²)

Sadržaj	Potrebe korisnika			Lokalni uslovi	
	stalni	posetio ci	ukup no	min	max
stanovanje	12	3	15	12	18
proizvodnja	20	-	20	6	25
fakulteti	30	-	30	10	37
poslovanje	25	5	30	10	40
trgovina	8	52	60	40	80
hoteli	4	26	30	20	40
restorani	20	100	120	40	200
bioskop, pozorište	-	250	250	80	400

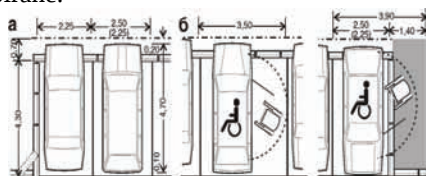
2.7 STANDARDNE PROJEKTNE ŠEME

Slaganje osnovnih parkirnih modula u odnosu na pristupnu stazu može se izvršiti upravno, paralelno ili koso.

- **Paralelna šema** ($\alpha=0^\circ$) je oblik organizovanog parkiranja koji zahteva najviše manevarskog rada. Primenjuje se u profilima slabije opterećenih pristupnih ulica.
- **Upravna šema** ($\alpha=90^\circ$) je najracionalnije rešenje za parkirališta koja se mogu formirati bez lokacijskih ograničenja.
- **Kosa šema** ($\alpha=45^\circ$) primenjuje se kod parkirališta sa ograničenim uslovima lokacije gde se zahteva relativno brz manevar.

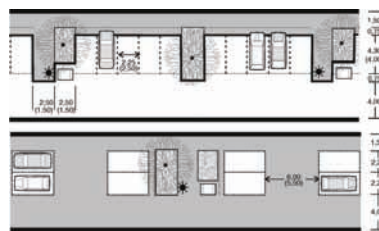
2.8 PARKIRANJE UZ SAOBRAĆAJNICE LOKALNE PUTNE MREŽE.

Ovaj tip parkiranja je dominantan u područjima sa namenom stanovanja. Obično se teži primeni najracionalnije upravne šeme parkiranja ali su mogući i drugi oblici. Standardne šeme date su na Slici 8, zavisno od položaja u nizu i za posebna parking mesta za hendikepirane.



Slika 8. Upravno parkiranje

U profilima postojećih pristupnih ulica sa ivičnom izgradnjom, stambenim objektima i uskom regulacijom, najslabije rešenje je podužno parkiranje uz protočnu ivicu saobraćaja. Konkretni prostorni uslovi i druga ograničenja su dominantni kriterijumi za konceptijsko rešavanje parkirališta uz obavezno poštovanje graničnih dimenzija.



Slika 9. Tipska rešenja parkirališta u profilima pristupnim ulica sa postojećom ivičnom gradnjom

3. PRAKTIČNI DEO

3.1 UVOD

Na osnovu iznetih podataka u teorijskom delu ovog rada, praktični deo je prikazao primer rekonstrukcije lokalne gradske ulice po principima umirenja saobraćaja i ostalih prethodno iznetih teorijskih analiza.

3.2 PREDMETNI ZADATAK

Predmetni zadatak se odnosi na izradu Idejnog-inženjerskog rešenja gradske saobraćajnice lokalne putne mreže. Naziv ulice je Janka Čmelika. Ulica je nalazi u Novom Sadu, u stambenom naselju pod nazivom "Detelinara".

Predmet ovog Master rada je u skladu sa Urbanističkim i Regulacionom planom opštine Novi Sad.

3.3 OSNOVE ZA PROJEKTOVANJE

Podloge za izradu projektne dokumentacije

Za izradu projektne dokumentacije korišćene su:

- Uslovi za izgradnju izrađeni od strane JP "Urbanizam", Zavod za urbanizam, Novi Sad
- Geodetske podloge
- Važeći tehnički uslovi, standardi i normativi
- Geomehaničke podloge
- Snimak i podloge situacije postojećeg stanja ulice izrađeni od strane preduzeća „Srempuť“

Predmet ovog rada je rekonstrukcija ulice Janka Čmelika od ukrštanja sa ulicom Oblačića Rada do ukrštanja sa ulicom Kornelija Stankovića.

3.4 ANALIZA SAOBRAĆAJA I PROJEKTNIH ELEMENATA

Kada je reč o saobraćajnicama lokalne (sekundarne) putne mreže, programski pokazatelji kao što su : srednja brzina vozila, vršno saobraćajno opterećenje gube smisao i postaju nepoželjne pojave. Dimenzionisanje profila ulice proilazi iz prethodno opisanih principa umirenja saobraćaja. Brzine na deonici sekundarne putne mreže su manje od 30 km/h. Podaci o saobraćaju, odnosno o PGDS-u preuzeti su iz urbanističko-tehničkih uslova. U

**РАЧУНАРСКИ ПОДРЖАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ САОБРАЋАЈНИЦА –
ПРИМЕР ПРИМЕНЕ СОФТВЕРА GCMx64 У ИЗРАДИ ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА ПУТА
COMPUTER AIDED DESIGN OF ROADS – THE EXAMPLE OF USING SOFTWARE
GCMx64 IN THE DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL ROAD DESIGN**

Немања Мрвић, Небојша Радовић, *Факултет Техничких Наука, Нови Сад*

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Циљ овог рада је да се прикаже на који начин употреба рачунара унапређује пројектовање путева. У раду су на примеру идејног решења путне везе локалног пута од Пољана до Шљивовца приказане све могућности примене програмског пакета GCMx64 (GAVRAN-Civil Modeller Rel.2009 - GCM2009). Приказана су три варијантна решења трасе пута и на основу спроведене вишекритеријумске анализе одабрана је оптимална варијанта трасе пута.

Abstract – The goal of this paper is to present possibilities and advantages of using Computer aided Design in the development of road designs. The example of conceptual design of local road from Poljane to Sljivovac are shown in this paper, demonstrating the possibilities of application of the software GCMx64 in the development of road designs. This paper provides three alternatives of the road alignments. On the basis of the performed multicriteria analyses, the optimal alternative is selected.

Кључне речи: пројектовање и изградња путева, GCMx64, оптимално решење

1. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИЗГРАДЊА ПУТЕВА

Пројектовање и изградња путева одвијају се кроз следеће фазе:

- Припремне радове за потребе пројектовања путева,
- Пројектовање путева,
- Извођење радова на изградњи путева.

Само пројектовање путева одвија се кроз фазе:

- Дефинисање будуће трасе пута са припадајућим елементима,
- Креирање уздужног профила трасе са дефинисањем нивелете пута,
- Дефинисање карактеристичних попречних профила пута,
- Дефинисање коридора пута,
- Дефинисање граница грађења,
- Цртање попречних профила пута,
- Обрачун запремина.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Небојша Радовић, дипл. инж. грађ.

Процес пројектовања представља изналажење техничко – економског оправданог решења које се практично може реализовати. У ужем смислу, пројектовање представља дефинисање техничког решења са функционалног, садржајног и конструктивног аспекта.

2. ПРИМЕНА РАЧУНАРА У ПРОЈЕКТОВАЊУ ПУТЕВА**2.1 Увод**

Последњих деценија је употреба рачунара у пројектовању путева постала уобичајена пракса. Развијени рачунарски програми за пројектовање путева омогућавају употребу рачунара у појединим или свим сегментима пројектовања.

2.2 Примена рачунара у пројектовању путева

Активности пројектовања применом рачунара познате су у стручној јавности под енглеским називом: Computer Aided Design (CAD).

CAD даје следеће предности пројектовању:

- Виши ниво квалитета,
- Реализује најобимније задатке,
- Визуелну интерпретацију форме која омогућује пре изградње конструкције, оцену функционалних и естетских вредности конструкције или њених делова,
- Омогућава специфичне анализе из чега следи побољшање склопа конструкције,
- Омогућава брзу израду техничке документације.

Неки од програма који се данас могу наћи на тржишту а служе за пројектовање путева су: CESC, AutoCAD Civil 3D, Plateia, Anadelta Tessera, Bentley's InRoads, Diolkos, HEADS Pro, NovaTDN, SierraSoft ProSt 2009, VESTRA Road и многи други.

2.3 Могућности примене програмског пакета GCMx64 при пројектовању путева

Софтвер је у првој верзији завршен у рану јесен 1993. године, али се у широј комерцијалној примени јавља тек четири године касније. GCM као свој базни програм користи AutoCAD и као примарну примену има у пројектовању путева и аеородрома.

2.3.1 Радно окружење

Само радно окружење, као и у AutoCAD-у, састоји се из простора за цртање, на коме се налазе: име цртежа, тастери за минимизирање, проширивање и гашење програма) смештено кроз одговарајуће падајуће меније.

Поред стандардних AutoCAD-ових алатки и падајућих менија (*File, Edit, View, Insert, Format, Tools, Draw, Dimension, Modify, Express, Window и Help*), GCMx64 нам нуди мноштво нових алата и падајућих менија.

Верзија GCM2009 поседује два главна падајућа менија: *Gavran Classic* и *Gavran NEW*.

Gavran Classic садржи 11 група команди: *DTM, PLAN, PROF, TMPL, GRAD, PTS, EDIT, TUTIL, XSEC, VOL и UTIL*.

Gavran NEW садржи 7 група команди: *GCMDRIVE, DYNPROF, CSC1, CSC2, CSCi, GCMTAB и GCMPAVE*.

2.3.2 Могућности примене GCM-а при пројектовању путева

Применом GCM-а, корисник је у могућности да пројектује и моделира:

- Дигитални модел терена (DTM-TIN),
- Ситуациони план,
- Уздужни профил,
- Попречне профиле,
- 3D моделе линијских и површинских објеката,
- Моделује косине,
- На услузи кориснику су бројне геодетске алатке,
- Као и неке помоћне команде.

За генерисање DTM-а кориснику се кроз команде омогућава:

- Конструкција DTM-а – TIN-а,
- Уклапање обавезних линија,
- Генерисање изохипси,
- Формирање и руковање површима формираних од група троуглића,
- Анализа одводњавања површи.

За пројектовање ситуационог плана се кроз команде омогућава:

- Формирање осовине путем тангентног полигона, уклапањем елемената, ректификацијом тачака снимљене трасе пута, или интерактивним задавањем параметара елемената осовине,
- Велики број могућности подешавања и опција приликом обележавања осовине пута,
- Аутоматски прорачун и проширења у кривинама,
- Формирање криви трагова, уз помоћ готових модела меродавних возила који се налазе у фајлама које су у склопу софтвера.

Уз команде које су везане за формирање подужног профила пута могуће је :

- Пројектовати уздужни профил терена, пута, или било које друге трасе,
- Интерактивно формирање елемената нивелете,
- Генерисање шеме витоперења,
- Уз велики број могућности и опција обележити елементе подужног профила.

Командама које су везане за моделирање попречних профила могуће је:

- Брзо исцртавање карактеристичних попречних профила,
- Исцртавање линија са профила на ситуационом плану,

- Цртање попречних профила према унапред задатим параметрима,
- Обележавање профила и прорачун количина,
- Генерисање доказница количина са попречних профила,
- “Препакивање” профила и слагање за штампу,
- Лака екстракција података за обележавање осовине из профила,
- “Враћање” елемената пројектованих по попречним профилима у ситуациони план и уздужни профил,
- Формирање надслоја код реконструкција.

Опцијама за 3D моделирање је могуће:

- Формирање 3D модела трасе пута, и површинских објеката.

Опцијама за моделовање косина је могуће:

- Формирање и обликовање кегли и косина.

Бројним геодетским алаткама је могуће:

- Унос тачака из спољнег фајла,
- Поларно обележавање трасе пута,
- Цртање шкарпи,
- Цртање елемената геодетске ситуације.

Као посебни модули за пројектовање издвајају се модули за пројектовање платоа и паркинга, раскрсница, 3D моделирање, технике оптичке анализе трасе пута и технике за геометријско пројектовање пресвлачења коловозних конструкција.

При темељном упознавању са командама и њиховим функцијама корисник ће бити у прилици да ефикасно измоделира путни правац. Поред тога повезивање одређених сегмената, који би иначе били моделирани на засебним цртежима, омогућавају аутоматизацију многих послова у пројектовању путева тако да је корисник у прилици да знатно уштеди на времену у изради пројектног решења.

Као закључак се истиче да је GCMx64 драгоцен програмски софтвер који у знатној мери помаже кориснику при изради пројектних решења.

3. ПРАКТИЧНИ ДЕО – ПРИМЕНА СОФТВЕРА GCMx64 ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ ДЕОНИЦЕ ПУТА ОД ПОЉАНА ДО ШЉИВОВЦА.

3.1. Увод

Предметна деоница пута од Пољана до Шљивовца се налази у општини Пожаревац. За израду техничке документације за Идејно-инжењерско решење путне везе локалног пута од Пољана до Шљивовца, коришћени су следећи подаци :

- Пројектни задатак,
- Геодетски подаци добијени снимањем терена,
- Геомеханички подаци који су добијени од Геопремера ПО из Пожареваца,
- Важећи технички и прописи и стандарди за пројектовање ове врсте документације.

У раду су приказана три варијантна решења путне везе локалног пута од Пољана до Шљивовца. Дужине анализираних деоница су:

- Траса 1 – дужина деонице је 3+192 km;
- Траса 2 – дужина деонице је 3+065 km;
- Траса 3 – дужина деонице је 3+273 km .

3.1.2. Анализа саобраћаја

Пројектни параметри пута су :

- пут IV-ог разреда ;
- ПГДС = 1000-3000 воз/дан.

Пројектним задатком, дефинише се пројектни период од 20 година (2013-2033) уз дефинисану стопу раста саобраћаја у пројектном периоду.

Пошто не постоје подаци о бројању возила за овај пут IV-ог разреда, ПГДС је приближно одређен на основу процене, па је тако усвојено и меродавно саобраћајно оптерећење за једну саобраћајну траку и оно износи: $ESO = 6 \times 10^5$.

3.1.3. Геомеханичке карактеристике терена

Радови на терену су обављени крајем 2012. године и обухватили су следеће:

- обилазак терена око будуће трасе и одређивање места сондажних јама ;
- ископ сондажних јама ради утврђивања структуре тла и узимање поремећених и непоремећених узорака.

Гранулометријски састав је следећи :

- глина 14 %
- глиновити пескови 70 %
- песак 16 %

Калифорнијски индекс носивости постељице је одређен и износи : $CBR = 5.0\%$.

3.1.4 Елементи пројектне геометрије

За дати ПГДС = 1000-3000 воз/дан закључујемо да је реч о путу четвртог (IV-ог) разреда. Терен будуће саобраћајнице је брежуљкаст.

Одређене су меродавне брзине и оне износе :

- Основна брзина : $V_0 = 50$ [km/h].
- Рачунска брзина : $V_r = 70$ [km/h].
- Пројектна брзина : $V_{ri} \leq V_p \leq \max V_r$.

Елементи попречног профила су одређени: $t_s = 3.25m$; $t_i = 0.20m$; $b = 1.50m$; $p = 0.90m$; $b' = 0.60m$.

По задатку у раду, извршено је профилисање три варијанте пројектоване деонице пута на растојању од 25m. Ситуациони план, уздужни профил и попречни профили су добијени применом програма GCMx64. Детаљно је решено витоперење коловозне плоче као и одводњавање које је решено ископом упојних канала, постављањем ригола и цевастих пропуста.

3.2. Коловозна конструкција

3.2.1. Димензионисање коловозне конструкције

Димензионисање коловозне конструкције вршено је према важећем стандарду SRPS U.C4.012.

Усвојени састав коловозне конструкције :

- Хабајући слој (АБ 11) 4 cm
- БНС 22 (В) 7 cm
- ДНС од дробљеног камена 0/31.5 15 cm
- ДНС од дробљеног камена 0/63 21 cm
- Постељица од глиновитих пескова $CBR = 5.0\%$.

3.2.2. Провера коловозне конструкције на штетно дејство мраза

Дубина продирања мраза према „Ceste i mostovi“ br.5/1956, Загреб, износи око 70 cm.

$h_m = 70cm$ – дубина дејства мраза

$h_{min} = 0,6 h_m = 42cm$ – минимална дебљина коловозне конструкције

Дебљина усвојене коловозне конструкције је

$D = 47 cm > h_{min} = 42cm$

На основу упоређивања минималне и пројектоване дебљине коловозне конструкције, закључујемо да провера коловозне конструкције на штетно дејство мраза није потребна.

3.2.3. Провера решења – Прорачун напона и деформација и провера према критеријуму замора

За прорачун напона и деформација користи се метода и рачунарски програм „DAMA“, Асфалтног института САД. Закључак о провери пројектоване коловозне конструкције на основу замора: Пројектована коловозна конструкција задовољава у погледу носивости и трајности.

3.3. Предмер и предрачун радова

Вредности радова за варијанте деонице пута су:

- Варијанта-Траса1 – 93.338.844,80 динара,
- Варијанта-Траса2 – 88.837.059,80 динара,
- Варијанта-Траса3 – 117.109.639,50 динара.

4. ИЗБОР ВАРИЈАНТЕ ИДЕЛНОГ РЕШЕЊА

У раду је изабрано једно од три варијанте решења идејног пројекта пута коришћењем 3 методе:

- на основу возно-динамичких анализа је извршена прва провера примењене пројектне геометрије ;
- методом избора по критеријуму најнижих укупних трошкова градње пута који су представљени у Предмеру и Предрачуну Радова;
- методом линеарне расподеле тежине критеријума, као методе вишекритеријумске оптимизације (ВКО).

Резултати добијени статистичким анализама профила пројектних брзина за три варијантна решења :

- Варијанта-Траса1- $Dh = 4.06/87.68 \times 100 = 4.63 \%$
- Варијанта-Траса2- $Dh = 3.27/88.17 \times 100 = 3.71 \%$
- Варијанта-Траса3- $Dh = 4.52/87.38 \times 100 = 5.17 \%$

Из приказаних резултата се уочава да Варијанта-Траса 2 поседује минималну вредност коефицијента динамичке хомогености који износи: $Dh = 3.71\%$.

Као закључак се намеће да је Варијанта-Траса 2 оптимално решење трасе од Пољана до Шљивовца са

најусклађенијим елементима ситуационог плана и подужног профила пута.

Методом избора по критеријуму најнижих укупних трошкова градње пута, који су представљени у Предмеру и Предрачуна Радова, варијанта решења Траса 2 је најповољнија.

Методом ВКО, избор је урађен за 12 параметара који су разврстани на економске и техничке, с тим да су параметри техничког критеријума груписани у пројектне, конструктивне и параметре градње. На основу добијених номиналних вредности параметара по задатим критеријумима, њиховим рангирањем, поређењем, бодовањем и сумирањем бодова, варијанта решења Траса 2 је такође најповољнија.

На слици 1. је приказан ситуациони план са три варијантна решења путне везе од Пољана до Шљивовца.



Слика 1. Приказ ситуационог плана са три варијантна решења путне везе

5. ЗАКЉУЧАК

Пројектовање саобраћајница је врло сложен задатак, а у овом раду се настојало показати на који начин коришћење савремених рачунарских програма доприноси квалитету и брзини тог поступка. Резултати примене рачунара указују на низ предности у пројектовању путева:

- Комбинованим коришћењем рачунарских програма могуће је једноставније и брже мењање појединих геометријских елемената као и упоређивање утицаја појединих елемената на остале елементе;
- Квалитетно коришћени рачунарски програми омогућавају пројектовање више варијантних решења у релативном кратком временском периоду и њихово поређење;
- Могућност просторног приказа пројектних решења осигурава могућност квалитетне презентације пројекта;
- Комуникацијске могућности интернетске мреже омогућавају брзу размену података и решења између разних стручњака који сарађују у поступку пројектовања пута.

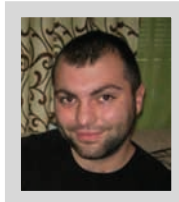
На основу резултата избора варијанте решења идејног пројекта пута од Пољана до Шљивовца, може се констатовати да је варијанта решења Траса 2 најповољнија. Избор ове варијанте решења је урађен вредновањем и поређењем више параметара, за више критеријума и добијено је исто решење као код избора по критеријуму најнижих укупних трошкова градње пута а на основу возно-динамичких анализа се намеће да је Варијанта-Траса 2 оптимално решење трасе од Пољана до Шљивовца са најусклађенијим елементима ситуационог плана и подужног профила пута.

Значај изградње ове деонице пута, савременим коловозом, је у повезивању становништва села Шљивовац са регионалним путем, а тако и бољом интеракцијом становништва у Пожаревачкој општини, па и у Браничевском региону.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гавран Дејан, "GCMx64 (GAVRAN – Civil Modeller Rel.2009, - GCM2009) GUIDE", Београд, 2010.
- [2] Гавран Дејан, "GCM2007 Users Manual", Београд, 2006.
- [3] Радовић Небојша, "Одабрана поглавља из пројектовања путева", Нови Сад, 2009.
- [4] Анђус Војо, Малетин Михаило, "Методологија пројектовања путева", Београд, 1993.
- [5] Кузовић Љубиша, "Вредновање у оптимизовању планова и пројеката путева", Београд, 1984.
- [6] Узелац Ђорђе, "Коловозне конструкције", Нови Сад, 2009.

Кратка биографија:



Немања Мрвић рођен је у Зрењанину 1987. год. Дипломски - Мастер рад на Факултету Техничких Наука из области Грађевинарства – Одабрана поглавља из пројектовања путева, одбранио је 2013. године.



Небојша Радовић рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету Техничких Наука у Новом Саду 2006. год., а од 2010. је Доцент на Факултету Техничких Наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.

PRAVCI RAZVOJA POŠTE CARINJENJA**DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF POST CLEARANCE**

Bojana Berbakov, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj - U ovom radu opisano je na koji način posluju pošte carinjenja u svetu i u našoj zemlji. Takođe su predstavljeni sistemi i tehnologije koje se koriste u procesu rada. Dati su predlozi uvođenja tehnologija poslovanja pošte carinjenja u našoj zemlji, sa ciljem modernizovanja načina poslovanja i sticanja konkurentne prednosti pošte Srbije na tržištu.

Abstract – This paper describes how to operate fast clearance in the world and in our country. Also presented are the systems and technologies used in the work process. Proposals for introduction of new systems in the business to achieve clearance in our country, in order to modernize the way business and gain competitive advantage in the marketplace.

Ključne reči: carinski brokeri, PostŠped, PostExport, „PostExport-Izvoz robe“ + S, „PostExport-Izvoz robe“ + SI, RFI D (Radio Frequency Identification), AMQM (Automatic Mail Quality Measurement), konkurencija, savezi.

1. UVOD

Prve poštanske službe su se pojavile zajedno sa čovekom, kao posledica čovekove potrebe da ostvaruje kontakte sa udaljenim osobama. Kasniji razvoj poštanskih veza se kretao sa razvojem društva. Prvo su to bile veze između manjih grupa, a kasnije prerastaju u složenije veze između ljudi koji se nalaze u drugim gradovima, državama i kontinentima [1].

Pošta predstavlja najstariju saobraćajnu instituciju koja je pored prenosa vesti, poruka i saopštenja vršila i prenos robe i putnika. Sa razvojem transportnih sredstava njena uloga se svodi na prenos korespondencije i paketa u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju [1].

Krajem 20 veka saobraćaj dostiže ekspazivan razvoj. Saobraćaj postaje veoma važan integrator razvijenih zemalja što se najbolje može videti na najbližem primeru zemalja Evropske unije.

Proseci u razvijenom svetu doveli su do promene zahteva za daleko kvalitetnijim transportom, a pogotovo poštanskim uslugama.

Povezivanje internog tržišta zahteva i unapređenje integrisanih saobraćajnih sistema zasnovanih pre svega na savremenim tehnologijama.

Da bi opstale na tržištu, poštanske kompanije su prinuđene da izvršavaju reinženjering svojih poslovnih funkcija i da implementiraju principe savremenog poslovanja.

Da bi se stiglo do krajnjih potrošača neophodno je istražiti tržište i utvrditi nove tržišne segmente na kojim firma može ostvariti znatne prednosti u odnosu na konkurenciju, pa tek nakon toga utvrđenim ciljnim grupama ponuditi proizvod/uslugu koja će zadovoljiti njihove potrebe/navike.

Predmet rada su pojam i značaj međunarodnog poštanskog saobraćaja i međunarodno poštansko pravo. Takođe se govori o Svetskom poštanskom savezu i njegovim organima i njihovim funkcijama i zadacima. Sa posebnom pažnjom su opisani postupak rada pošte carinjenja u našoj zemlji i pošta carinjenja u svetu. Predstavljene su neke od tehnologija i metoda koje se koriste u procesu rada.

Cilj ovog rada je da ukaže na postojeće stanje pošte carinjenja i mogućnosti unapređenja i poboljšanja rada uz uvođenje novih metoda i tehnologija u pošti carinjenja u Srbiji.

2. PRAVCI RAZVOJA POŠTE CARINJENJA U SVETU

U razvijenim zemljama sveta, gde je i organizacija rada poštanskih operatera znatno naprednija i razvijenija, koriste se sve savremene metode rada. Poštanski operateri i nadležni državni organi su u uskoj vezi. Zakonom se uređuje rad poštanskih operatera. Savremen, brz način života zahteva od poštanskih operatera brze odgovore i ispunjavanje procedura u što kraćem roku. Kada je reč o uvozu ili izvozu neke robe, zahteva se što kraći postupak. Kod razvijenih poštanskih sistema znatna pažnja se posvećuje uvođenju novina u sam proces rada. Korisnicima usluga se omogućava da od kuće obave sve potrebne poslove vezane za prijem i slanje pošiljaka. Ukoliko se pošiljke šalju za inostranstvo ili ako se primaju iz inostranstva, nužno je popuniti niz priložne dokumentacije.

U cilju olakšanja i bržeg obavljanja posla poštanski operateri nude mogućnost da sve te poslove obave carinski brokeri. Carinski brokeri preuzimaju pošiljke iz inostranstva i dalje se brinu o svim carinskim radnjama vezanim za tu pošiljku. Primaocu pošiljke se omogućava da putem interneta ili e-mail ili faksa prosledi svoje podatke koji su neophodni za carinske radnje. Brokeri proveravaju te podatke i pristupaju postupku carinjenja pošiljke. Zadatak brokera je da svojim stručnim i profesionalnim radom obezbede što povoljnije i što brže carinjenje pošiljaka. Broker mora biti upoznat sa svim carinskim zakonima, sa svim tarifama i taksama koje su na snazi i da sve to primeni. Potrebno je da utvrdi da li je

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Momčilo Kujačić, red. prof.

pošiljka poklon, da li je to neka službena pošiljka, da li je reč o pošiljkama koje šalju državni organi. Mora utvrditi da li je reč o pošiljci koja podleže ili ne podleže carinskom pregledu. Neophodno je da broker utvrdi vrednost same pošiljke, jer svaka zemlja propisuje do koje vrednosti pošiljke ne podležu plaćanju carinskih taksi. Korišćenjem usluga brokera znatno se smanjuju troškovi skladištenja pošiljaka. Pošiljaocu se stavlja mogućnost da elektronskim putem plaća sve troškove. Prilikom izvršenja carinskih radnji nad pošiljkom, broker je u stalnoj vezi sa primaocem pošiljke, kako bi pribavio svu potrebnu prateću dokumentaciju i kako bi mogao da vrši proveru dobijenih podataka. Primalac se obaveštava o primeni svih tarifa i o mogućoj naplati troškova. Kada se postupak carinjenja obavi, broker elektronskim putem, primaocu šalje svu dokumentaciju, dokaze o izvršenju i naplati troškova za carinske radnje. Pošiljka se poštom šalje na kućnu adresu. Ovakvim postupkom rada znatno se olakšava primaocu pošiljke. Na ovaj način primalac dobija kompletnu uslugu za minimalni iznos troškova. [3]

2.1. RFID (Radio Frequency Identification) – RADIO FREKVENTNA IDENTIFIKACIJA

RFID (Radio Frequency Identification) – radio frekventna identifikacija je sistem za automatsko prikupljanje podataka koji omogućava prihvatanje i prenos podataka u okviru proizvodnih i poslovnih procesa, putem radio talasa. Ovaj sistem funkcioniše tako što putem radio talasa očitava podatke sa predmeta koji na sebi imaju RFID transpondere ili RFID „smart“ nalepnice ili RFID pločicu, a zatim iste te podatke šalje ka računaru, bazi za obradu i skladištenje podataka. Postoje RFID tuneli koji se najčešće ugrađuju na neke trakaste transportere na mestima kroz koja predmeti trenutno prolaze, RFID ručni čitač koji se upotrebljava za predmete koji se ne mogu prineti čitaču, RFID koji se nalaze na viljuškari, takođe se upotrebljava kod predmeta koji se ne mogu primćiti čitaču, zbog svoje težine ili obima. Sve više se RFID tehnologija uvodi i u poštanski saobraćaj, u razvijenijim zemljama. [2]

Pošta Kine je počela da koristi RFID tehnologiju za Očitavanje poštanskih vreća koje se putem aktivnih ili pasivnih transpondera prate od pošta do poštanskih centara i obrnuto. [2]

Pošta Danske tehnologiju RFID koristi za Označavanje kontejnera i njihovo praćenje u poštanskim centrima i između njih. Na ovaj način se sprečava gubitak kontejnera i sigurnost pošiljaka tokom transporta, kao i merenje iskorišćenosti kontejnera. Uvođenjem ove tehnologije znatno se skraćuje vreme obrade pošiljaka i povećava se sigurnost prenosa. [2]

Poštansko tržište je veliki potencijal za primenu RFID tehnologije. Predviđa se da će do 2016. godine zemlje istočne Azije najviše ulagati u RFID tehnologiju i njenu primenu u poštanskom saobraćaju. Iako se ovde govori o uvođenju ove tehnologije u proces poštanskog poslovanja u unutrašnjem saobraćaju, takođe se ona može primeniti i u međunarodnom saobraćaju. Kod primene u međunarodnom saobraćaju neophodno je uskladiti frekvencije, jer svaka država upravlja sa određenim frekvencijama u skladu sa regulativom triju postojećih područja: region 1: Evropa i Afrika; region 2: Severna i Južna Amerika; region 3: Australija i Azija [2].

TNT Post Group, Deutsche Post, Frances la Poste i Consignia predstavljaju najznačajnije operatere u svetu. Oni su lideri u vođenju promena i za njih su karakteristične ekspanzije u oblasti kurirske, ekspres, paketske delatnosti i logistike. Oformili su multinacionalne mreže zahvaljujući savezima, integracijama i promenama. Veliku pažnju pridaju servisiranju velikih korisnika širom sveta [3].

DHL je jedan od vodećih na svetskom tržištu što se tiče partnerstva. Cilj ove kompanije su dugoročna partnerstva i bliska saradnja sa klijentima. Na ovaj način obezbeđuje znatnu konkurentsku prednost kao i praktično rešenje problema u vidu kratkih isporuka robe. DHL sklapa partnerstva sa kompanijama iz raznih sektora. Partnerstvo sa avio kompanijama, gde DHL obezbeđuje prevoz robe i spoljne logističke usluge u svim segmentima snabdevanja, obezbeđuje protok rezervnih delova za avione na terenu. U saradnji sa automobilskom industrijom obezbeđuje tačnost isporuke, brz odgovor auto industrije na sve tržišne uslove. Sektor mode sa DHL-om putem partnerstva obezbeđuje brz odgovor svojim klijentima, pogodnu isporuku, smanjenje vremena i lak pristup novim tržištima. Kompanije koje se bave industrijskom proizvodnjom putem saradnje sa DHL-om obezbeđuju logističku podršku, kao i nesmetano cirkulisanje robe i sirovina iz jedne u drugu zemlju, jer se sedište kompanije nalazi u jednoj, a proizvodni pogoni u drugoj zemlji. [4]

3. DALJI PRAVCI RAZVOJA POŠTE CARINJENJA I PREDLOG UNAPREĐENJA RADA POŠTE CARINJENJA

Razvoj tržišta i promene koje su svakodnevne, kao i razvoj tehnologije, potrebe korisnika navele su poštanske operatere da uvedu inovacije u svom načinu poslovanja, kako bi odgovorili na sve nastale promene. Usled sve prisutnije i oštrije konkurencije, neophodno je stalno pratiti zahteve potrošača i odgovoriti na iste.

Kako bi unapredila svoje poslovanje i kako bi odgovorila zahtevima tržišta i potrebama svojih korisnika pošta je pre deset godina uvela uslugu Post-Šped. Post-Šped – poštanska špedicija je usluga koja svojim korisnicima obezbeđuje brže, jednostavnije, pouzdanije i najpovoljnije sprovođenje carinskog postupka pri uvozu i izvozu pošiljaka koje podleže carinskom pregledu i deviznoj kontroli. Lice koje obavlja uslugu naziva se carinski agent. Pri obavljanju ove usluge, na osnovu opisa, sadržaja pošiljke tarifira je i sačinjava potrebna dokumenta. Carinski agent, broker, prvo šalje obaveštenje o prispeću pošiljke, primaocu. Nakon toga sačinjava Dispoziciju. Dispozicija je dokument, ugovor, koji se sklapa između pošte i pravnog lica, a koji odobrava poštanskom špediteru da to pravno lice zastupa prilikom obavljanja svih carinskih radnji. U Dispoziciji se unose podaci o nalogodavcu, o primaocu, o pošiljaocu, o masi pošiljke kao i podatak da li se radi o uvozu ili izvozu. Ako je u pitanju uvoz pošiljke koja sadrži uzorak, tada se sačinjava Izjava/Zahtev o oslobađanju od carine. Potrebno je da pošiljalac pošalje i Punomoćje kojim ovlašćuje agenta da u njegovo ime izvrši sve potrebne carinske radnje. Ovlašćenje je dokument koji se dostavlja carini. Ovim dokumentom se carina obaveštava da će agent poštanske špedicije obavljati sve carinske poslove za

podnosioca Ovlašćenja. Na osnovu Naloga za zaduženje se vrši fakturisanje.

JP PTT saobraćaja „Srbija“ privrednim društvima i preduzetnicima u Republici Srbiji pruža uslugu „PostExport-Izvoz robe“ u međunarodnom saobraćaju. Ova usluga omogućava da mala i srednja preduzeća, posredstvom pošte izvezu svoje proizvode kao paketsku pošiljku koja je težine do 30 kilograma i vrednosti do 1000 evra. Prilikom pružanja ove usluge, sklapa se ugovor između pošte i korisnika. Korisnik nije u dužnosti da podnese izвозnu carinsku deklaraciju, osim ako to ne zahteva carinski organ. Dokumenta koja treba da prate ove pakete su: obrazac CP-72 koji predstavlja objedinjenu sprovednicu, carinsku deklaraciju paketa i izvozni carinski list. Sastoji se od 6 indigovanih primeraka. Sastavlja se za svaki paket pojedinačno; fakture u dva primerka za sve pakete koji glase na istog primaoca u ukupnoj vrednosti do 1000 evra. Faktura mora biti na memorandumu korisnika, overena njegovim potpisom i pečatom [2].

Pošta carinjenja ovakve pakete preuzima sa aplikativno obrađenim obrascem CP-72 i to prva četiri primerka, fakturom u dva primerka i eventualnim dokumentima koji se odnose na potrebne saglasnosti za izvoz. Prednosti koje pruža usluga PostExport-a su sledeće: jednostavna upotreba; usmeno deklarisanje na bilo kom šalteru pošte; vrednost robe koja se izvozi može biti do 1000 evra, po svakom primaocu; mogućnost izvoza robe u 232 zemlje sveta; pojednostavljen postupak izvoza i distribucije; potrebna dokumentacija za izvoz robe se može popuniti i elektronskim putem [2].

Pored usluge PostExport korisnicima su dostupne i usluge dodatne vrednosti a to su:

- „PostExport-Izvoz robe“ + S – koja omogućava kupovinu kvalifikovanih elektronskih sertifikata po povoljnim cenama. Ovom uslugom se korisnicima nudi niz pogodnosti u vidu bezbednog pristupa Web aplikaciji „PostExport“, elektronsko popunjavanje potrebne dokumentacije i elektronsko potpisivanje kao i mogućnost korišćenja sertifikata za sve postojeće i buduće usluge elektronskog poslovanja u zemlji (elektronska prijava/odjava zaposlenih na portalu RFZO, pristup uslugama na portalu e-uprave, potpisivanje mejlova i elektronskih dokumenata) i
- „PostExport-Izvoz robe“ + SI – koja se koristi na osnovu ugovora koji je sklopljen sa Poštom Srbije radi izvoza robe. Podrazumeva ADSL internet priključak i jedan besplatan kvalifikovan elektronski sertifikat na kartici sa čitačem. Ova usluga korisnicima omogućava kvalitetno i zaštićeno pristupanje Web aplikaciji za podnošenje zahteva za izvoz putem interneta kao i neograničeno i bezbedno pristupanje internetu, a da pri tom neometano koriste telefonsku, faks ili ISDN liniju. [2]

3.1. PREDLOG UNAPREĐENJA RADA POŠTA CARINJENJA U SRBIJI

Po ugledu na razvijene zemlje sveta, radi efikasnijeg i produktivnijeg rada pošte carinjenja u Srbiji, treba težiti ka uvođenju novih tehnologija u proces rada. Uvođenjem RFID tehnologije znatno bi se poboljšao kvalitet rada,

povećala sigurnost same manipulacije sa pošiljkama i stvorila bi se konkurentna prednost na tržištu.

Uvođenjem AMQM (Automatic Mail Quality Measurement) sistema donelo bi niz prednosti i to bez velikih ulaganja. Ovaj sistem služi za automatsko merenje kvaliteta u poštanskom saobraćaju. Zasniva se na elektronskoj opremi koja zajedno sa računarima, softverskim aplikacijama i internetom čini jednu celinu. AMQM sistem predstavlja spoj novih tehnologija sa poštanskim saobraćajem, a njegov zadatak je da meri kvalitet odvijanja unapred definisanih poštanskih procesa i da pravovremeno i na odgovarajući način pokaže te rezultate. Sistem je baziran na jednoj platformi, te s toga je moguće prilagoditi potrebama pošte. Ovim sistemom se dobijaju informacije o vremenu kada je neka pošiljka prošla određenu tačku na putu od pošiljaoca do primaoca. Ukoliko se dese neke nepravilnosti može se odmah reagovati i otkloniti greške koje su nastale. [2]

Prilikom obavljanja stručne prakse, u pošti carinjenja, snimila sam postojeće stanje, način na koji pošta carinjenja izvršava svoje zadatke, kao i to na koji način je moguće unaprediti poslovanje pošte carinjenja. U daljem tekstu su izloženi neki moji predlozi kako da se unapredi rad pošte carinjenja i kako da se ostvari veći profit i na koji način da se odgovori na potrebe klijenata.

Kako bi se unapredio rad u pošti carinjenja u Srbiji neophodno je uvođenje nove i savremene opreme, stvoriti bolje uslove rada izgradnjom i adaptacijom prostorija pošte carinjenja, usavršiti postojeću organizaciju rada, podsticati zaposlene.

Izgradnjom logističkog centra bi se dodatno racionalizovalo poslovanje. Na ovaj način bi se povećao broj usluga, a samim tim i povećanje prihoda kao i stvaranje prostora za širenje palete usluga. Kvalitet ljudskih resursa i motivacija zaposlenih je od ključnog značaja za postizanje željenog kvaliteta u pružanju usluga.

JP PTT saobraćaj „Srbija“ ima ugovor sa DHL-om, i Wester Union-om. Pošta Srbije bi u budućnosti trebala na što bolji način da koristi strategijske poslovne saveze, kako bi se izborila za što bolju poziciju na globalnom tržištu. Za uspešnije poslovanje neophodna je bolja organizacija marketinga koja uključuje praćenje potreba klijenata, usmeravanje na ciljno tržište, prepoznavanje opasnosti od strane konkurenata, prilagođavanje promenama nastalim na tržištu.

Po ugledu na DHL i na druge svetske kompanije, potrebno je ostvariti partnerstva i saveze sa velikim korisnicima iz raznih oblasti privređivanja. Potrebno je dopreti do njih, svojom uslugom. Ponuditi im logističke usluge i rešavanje poslova vezanih za carinjenje pošiljaka. Putem oglašavanja u svim jedinicama poštanske mreže, bilo to preko flajera ili preko samostojećih holdera ili preko plakata, pošta treba da reklamira svoje usluge. Isto tako svoje usluge može predstaviti direktnim kontaktom sa potencijalnim klijentom, preko svojih agenata, koji bi izašli na teren i obilazili klijente. Na ovaj način usluga bi bila dostupnija, obezbedilo bi se lako sklapanje ugovora bez odlaska u poštu. Ovako bi se klijentima obezbedila ušteda vremena. S obzirom na to da pošta ima veoma razvijenu infrastrukturu i dobru pokrivenost teritorije, u mogućnosti je da dopre do svakog korisnika. Neophodno je iskoristiti postojeće kapacitete, Post-Šped i PostExport

i implementirati nove tehnologije, u proces rada, koje su gore navedene (AMQM i RFID).

Pošte carinjenja u Srbiji treba da ponude svojim korisnicima visoko kvalitetne usluge i mora težiti da bude što bliža i što dostupnija svojim korisnicima.

4. ZAKLJUČAK

Ekspazivni razvoj tehnologije, dovodi do sve obuhvatnije i kompleksnije konkurencije na tržištu. U cilju održavanja konkurentnosti preduzeća moraju da ostvaruju odgovarajuće rezultate. Konkurencija je postala obuhvatnija, kompleksnija, jača i mnogo više međunarodna. Tehnološke promene su mnogo brže, a tehnološki razvoj je mnogo skuplji i da bi preduzeća ostala konkurentna na tržištu, neophodno je da imaju odgovarajuću ekonomiju obima i ekonomiju cilja. Stalna unapređenja tehnologije na tržištu, stvaraju niz prednosti, ali isto tako predstavljaju pretnju jer dovode do smanjenja zahteva za pismonosnim uslugama. Globalizacija je najdirektnije uticala na povećanje obima međunarodne tržišne konkurencije. Proces globalizacije, liberalizacije, konkurencije, tehnoloških promena i dalje su dominantni u poštanskoj industriji. Međunarodna konkurencija je donela mogućnost domaćim organizacijama da istupe na međunarodno tržište i ostvare profit. Velike kompanije donose odluke o proizvodnji, lokacijama na kojim se plasiraju usluge i proizvodi, marketingu.

Manja preduzeća teže da ostvare prodor na pojedinim tržištima, što ostvaruju putem partnerstava i saveza. Savezi omogućavaju formiranje i učvršćivanje mreža. Savezi se koriste u različitim industrijskim oblastima, pa tako recimo savez poštanskih operatera i proizvođača softvera sa ciljem prodaje usluga. Prednosti saveza su pristupi novim tehnologijama, fleksibilnost u postavljanju granica između konkurencije i kooperacije. Alijanse, savezi se mogu oformiti po principu deoničara ili da to bude regulisano ugovorom. Takođe postoje i franšizing ugovori ili ugovori o izdavanju licenci.

Razlozi zbog kojih bi trebalo stupati u saveze: smanjivanje troškova razvoja novih proizvoda; pribavljanje savremene tehnologije; lakši prodor na jedno ili više nacionalnih tržišta ili neko regionalno tržište; pripajanje investicija za nova ulaganja.

Kod uspešnih poštanskih operatera predviđanje podrazumeva: istraživački napor, primenu naučnih metoda istraživanja; baviti se budućnošću u smislu otkrivanja šansi, odnosno ukazivanja na opasnosti koje se formiraju u budućnosti; vezuje budućnost za poslovanje preduzeća sa ciljem da se olakša proces donošenja i realizacije planskih odluka; zauzimanje stava o anticipiranim tokovima budućih događaja, što znači da su rezultati predviđanja ključni za planiranja.

Poslovanje pošte zavisice od sposobnosti njenih menadžera da uvide značaj i dinamiku faktora okruženja kao i njihov uticaj na poštansku uslugu i proizvod. Faktore okruženja treba pre svega pratiti na globalnom nivou, a onda kroz prepoznate uticaje tržišnog, tehnološkog i društvenog aspekta, odgovarati pravovremenim uslugama i proizvodima uz korišćenje novih tehnologija.

5. LITERATURA

- [1] Dr. M. Kujačić, *Poštanski saobraćaj*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad 2005.
- [2] Dr. M. Kujačić, *Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad 2012.
- [3] www.google.com
- [4] www.DHL.com

Kratka biografija:



Bojana Berbakov rođena je u Kikindi 1985. god. Osnovnu školu završila je u Novom Miloševu, a srednju Ekonomsko-trgovinsku školu u Kikindi. Diplomski-master rad odbranila je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.



Momčilo Kujačić rođen je u Kleku 1950. god. vanredni profesor je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu predaje Eksploataciju poštanskog saobraćaja. Na Fakultetu tehničkih nauka je od 2001. god. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Autor je i koautor preko 30 objavljenih naučnih radova i jedne publikacije.

УПОТРЕБА ТЕХНОЛОГИЈЕ У КОНТРОЛИ ПРЕКОРАЧЕЊА БРЗИНЕ И ПРОЛАСКА НА ЦРВЕНО**USE OF TECHNOLOGY IN CONTROL OF SPEEDING AND RED-LIGHT-RUNNING OFFENCES**

Илија Божић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Знање и искуство које се добије применом нових технологија у контроли саобраћаја, мора да нађе своје место и улогу у стратегијама које мењају понашање учесника у саобраћају, смањују ризике од незгода и њихове последице. У раду ће бити представљени поједини резултати ефикасности примене одабраних мера.

Abstract – The knowledge and experience obtained through the use of new technologies in traffic control, must find their place and role in the strategies that change the behavior of road users, reduce the risks of accidents and their consequences. This paper will present some results and the effectiveness of selected measures.

Кључне речи: Контрола саобраћаја, саобраћајне камере, прекорачење брзине, пролазак на црвено, ефикасност.

1. УВОД

Највећи део саобраћајних незгода је изазван једним или комбинацијом више саобраћајних прекршаја, који представљају главни покретачки фактор саобраћајних незгода и њихових последица. Модерне технике контроле и одвраћања од прекршаја кроз коришћење аутоматизованих уређаја, који подижу степен могућности откривања, се све више користе у земљама Европске уније (ЕУ). Циљ рада је упознавање најважнијих аспеката контроле саобраћаја у Великој Британији, кроз разматрање иновативних метода и уређаја и процену њихове улоге и ефикасности у повећању безбедности на путевима. Нагласак у раду је стављен на прекорачење брзине, пролазак на црвено светло и агресивну вожњу.

2. СТАТИЧКА КОНТРОЛА САОБРАЋАЈА

РАДАР (Radio Aid to Detection And Ranging) је уређај који шаље електромагнетну радијацију до циљаног возила који се након рефлектовања од њега враћају назад до пријемника. Фреквенција рефлектованог сигнала се повећава када се возило креће према, а смањује када се удаљава од радара. Мерач брзине мери разлику у фреквенцији која је пропорционална брзини возила, и ту информацију претвара у одговарајућу вредност брзине (mph, km/h).

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је др Драган Јовановић, ред. проф.

2.1. Ручни радарски мерачи брзине

Приликом избора локације за контролу брзине оператор радарског мерача мора узети у обзир минималну дужину потребну возачу да реагује и безбедно заустави возило. Једном када се читавање брзине појави на дисплеју, радарски уређај треба држати мирно, циљајући дуж пута у временском интервалу не краћем од три секунде. Током овог периода мора бити забележено „уједначено“ читавање које потврђује опажање оператора.

2.2 Ласерско оптички (ЛИДАР) мерачи брзине

ЛИДАР (Light Detection And Ranging) мерачи брзине одређују брзину возила емитовањем ласерске светлости према рефлектујућим деловима циљаног возила. Читав процес прибављања вредности, провере, рачунања и приказа брзине возила се обави за мање од 0,5 секунде.

Ручни ЛИДАР уређај контролише брзину долазећих или возила која се удаљавају од њега, јасно означавајући разлику кроз приказ вредности брзине (негативна вредност за возила која се удаљавају).

ЛТИ 20.20 Ултравлајт 1000 (LTI 20.20 UltraLyte 1000) је један од најчешће коришћених ласерско оптичких мерача брзине у Великој Британији, који мери брзину циљаног возила као и растојање на ком се налази. Оперативни домет му је од 20 до максималних 1.000 метара. Детектује вредности брзине од ± 200 mph, са тачношћу од ± 1 mph. Време детекције 0,3 секунде.

3. ДИНАМИЧКА КОНТРОЛА САОБРАЋАЈА**3.1. Пређени пут / Време типови уређаја.**

Коришћење једначине: Брзина = Пређени пут/време, за откривање прекорачења брзине је дугогодишња устаљена пракса у Великој Британији. Да би се провера обавила, циљано возило се мора проверавати између две референтне тачке најбоље дефинисане као „стална или привремена препознатљива тачка на или поред коловоза“. При проласку полицијског возила између две референтне тачке, користи се тастер за раздаљину, чиме се мери раздаљина између тих тачака. Док циљано возило пролази између истих референтних тачака користи се временски прекидач. Прекидач се активира док циљано возило пролази прву, а искључује док пролази другу референтну тачку. Уређај сада поседује обе информације које су му потребне да би израчунао просечну брзину циљаног возила.

Неке од метода провере су:

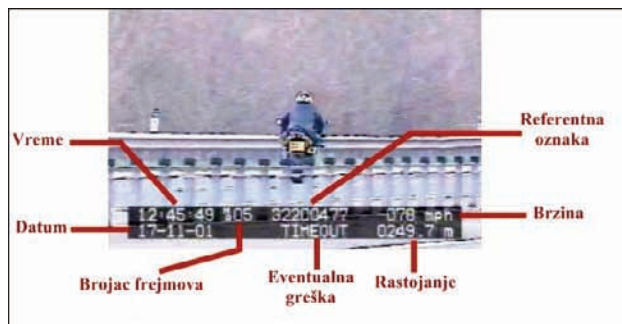
- Метода провере праћењем;
- Метода провере на измереној раздаљини;
- Провера методом бити праћен;
- Метода провере пролазећег возила;
- Метода провере на меморисаној раздаљини.

Минимална раздаљина за било коју методу провере је обично 1/8 или 0,125 миља (201 m). Референтне тачке су физички објекти на путној површини, који пружају јасан и прецизан визуелни преглед (нпр. бела линија, промена путне површине), никако сенке.

BACKAP (Visual Average Speed Computer And Recorder) представља компјутер и снимач за визуелну контролу просечне брзине. У Великој Британији један од најзаступљенијих система обједињује Васкар 5000 систем са дигиталним видео системом и омогућава снимање видео доказа о почињеним прекршајима. Инсталира се у обележена и необележена полицијска возила, и користи се за откривање прекорачења брзине, као и других саобраћајних прекршаја.

3.2. Мобилне камере за контролу саобраћаја

Примарни циљ у коришћењу мобилних саобраћајних камера је смањење броја погинулих и озбиљно повређених, на локацијама са историјом саобраћајних незгода, али се могу користити и тамо где постоји потреба локалне заједнице за контролом одређене локације, када постоји забринутост за безбедност због брзине саобраћаја. Опрема за контролу брзине најчешће коришћена код мобилних саобраћајних камера, је ласерски мерач брзине **ЛТИ 20.20 TC/M (LTI 20.20 Speedscope TC/M)** повезан са дигиталним видео системом за снимање. На снимку се бележе сви релевантни подаци потребни за потпуно документовање прекршаја. (Слика 1.)



Слика 1. Снимак мобилне камере

4. ФИКСНЕ САОБРАЋАЈНЕ КАМЕРЕ

Употреба саобраћајних камера се заснива на технологији видео надзора и прављења фотографија у циљу надгледања и спровођења саобраћајних прописа. Оне утичу на мењање навика возача у саобраћају и имају велики учинак на повећање безбедности свих корисника пута.

4.1. Фиксне саобраћајне камере за контролу брзине

До 2006. успостављено је 38 Партнерства за Саобраћајне камере у исто толико регија у Енглеској и Велсу, које покривају 41 Полицијску организацију (од укупно 43). Сличне организације постоје и у Шкотској и Северној Ирској, као засебним целинама унутар Велике Британије. Циљеви Партнерства су

интегрисани у владину Стратегију безбедности на путевима (Road Safety Strategy) чији је амбициозан задатак био да изврши:

- 40% смањење броја погинулих и озбиљно повређених до 2010. (у поређењу са периодом 1994-1998)
- 50% смањење броја погинуле и озбиљно повређене деце.

Подаци о укупном броју погинулих и озбиљно повређених за 2009. годину су били 44% нижи него просек у периоду 1994-1998. године, док је број погинуле и озбиљно повређене деце забележио пад од 61% у односу на просек за период 1994-1998. године. Све постављене инсталације фиксних саобраћајних камера за контролу брзине не морају бити оперативне све време. У том смислу се врши прерасподела најчешће једанпут месечно, водећи рачуна о:

- броју повређених у незгодама – број и тежина саобраћајних незгода, локацију (урбана/рурална) у протекле 3 године.
- 85% - тној брзини – у складу са АСПО (Асоцијација Шефова Полиција) упутствима, а на основу трогодишњег истраживања на локацији.
- забележеном броју и учесталости прекорачења брзине у протекле три године.

ГАТСО саобраћајне камере за контролу брзине.

Преко 4.000 фиксних Гатсо камера које се налазе у употреби од стране полиције и локалних власти широм Велике Британије, чини око 90% свих постављених фиксних камера за контролу брзине. Опрема коју ове камере користе састоји се од радара, филмске камере (у новије време дигитална камера) и блица камере. Поље покривања радара се поклапа са видним пољем камере. Ако систем утврди да је возило прекорачило подешену дозвољену брзину, покреће се фотографска секвенца која снима две фотографије у тачно одређеном временском интервалу (0,5 - 0,7 s).



Слика 2. Фотографије снимљене Гатсо 24 камером

СПЕКС камере за контролу просечне брзине

користе повезане камере опремљене системом за аутоматско препознавање регистарских ознака на возилу (АПРО). У Великој Британији се користи за контролу брзине на деоницама са историјом саобраћајних незгода од 1999. године. Састоји се из минимум две повезане камера локације, од којих је свака опремљена инфрацрвеном АПРО камером и осветљењем, које омогућава препознавање регистарских ознака независно од временских услова. Када се возило препозна од друге АПРО камере у систему, рачуна се његова просечна брзина на познатом растојању између те две камере.

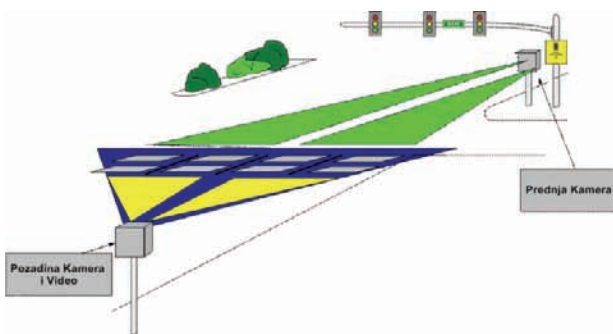


Слика 3. Примери инсталација СПЕКС саобраћајних камера у Великој Британији

Ове камере се постављају на стубове који су смештени поред коловоза или у разделном појасу (Слика 3.) на одређеном растојању између тих стубова како би се формирала зона контроле брзине. Просечна стална СПЕКС инсталација је дужине 9 km, и на деоници коју покрива бележи пад броја погинулих или тешко повређених од 77%, у односу на период пре инсталације.

4.2. Саобраћајне камере за контролу проласка на црвено светло

Пролазак на црвено светло није само питање саобраћајног прекршаја већ и велики проблем за безбедност осталих учесника у саобраћају јер доводи до саобраћајних незгода са озбиљним или фаталним последицама. Једна од најадекватнијих замена за стално присуство полиције јесте употреба саобраћајних камера за контролу проласка на црвено светло.



Слика 4. Упрошћена шема камере за контролу проласка на црвено светло

Систем константно надгледа саобраћај и камера снима свако возило које се не заустави након активирања црвене светлосне фазе за дати смер кретања. Зависно од употребљене технологије, камера прави серију фотографија и/или видео запис који приказује возило у прекршају приликом уласка у раскрсницу, и пролазак кроз њу за време трајања црвене светлосне фазе.

На фотографији се поред возила смешта и информациони блок са подацима о датуму, времену када је фотографија начињена, брзини возила и ако је потребно саобраћајној траци у којој се прекршај догодио. (Слика 5.)

Vreme	14 27	06-03-00	Datum
Traka	1 10	DET.NR 0000003119355	Rastojanje senzora
"grace" period (1 s)		Category A	250
Broj fotografije	062	TP5276 G mp/h	Brzina
		V053	

Слика 5. Табла података на фотографији камере Гатсо РЛК 36



Слика 6. Фотографије прекршаја проласка на црвено светло снимљене Гатсо РЛК 36

Ротација мањег броја камера између већег броја инсталација се у пракси показала успешном у остваривању високог степена одвраћања од прекршаја кроз одржавање сталне перцепције велике вероватноће откривања на свим камера инсталацијама.

5. ЕФИКАСНОСТ ПРИМЕНЕ САОБРАЋАЈНИХ КАМЕРА

Независном анализом извештаја о раду и ефектима примењених мера дошло се до укупних резултата програма, после четири године примене саобраћајних камера у Великој Британији.

5.1. Утицај камера на смањење брзине на локацијама камера

Да би се одредиле промене брзине као и степен поштовања ограничења брзине, коришћене су следеће мерне величине:

- просечна (средња) брзина,
- 85% брзина (вредност брзине којом или мањом се креће 85% возила),
- проценат возила преко ограничења брзине,
- проценат возила преко ограничења брзине за више од 15 mph,

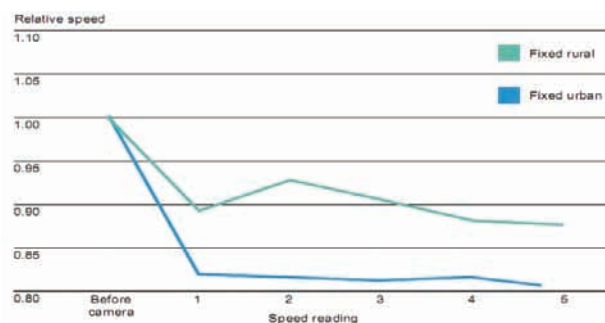


График 1. Трендови брзине на локацијама фиксних камера

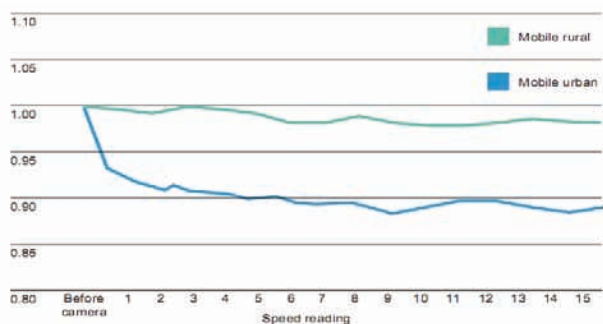


График 2. Трендови брзине на локацијама мобилних камера

5.2. Утицај камера на смањење броја настрадалих на локацијама камера.

Приликом анализе података није пронађена ниједна статистички значајна разлика између фиксних, камера за контролу проласка на црвено светло и време/раздаљина камера и сходно томе су груписане заједно у анализи као „фиксне камере“. Урбане локације са мобилним камерама су забележиле највећи пад броја погинулих (-42), док су се процентуално најуспешније у смањењу броја погинулих показале фиксне руралне камере (-65%) (График 3).

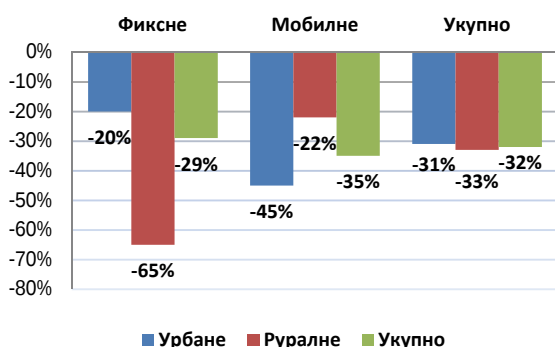


График 3. Промена броја погинулих (%) према типу камере и врсти локације

У добијеним резултатима видљива је повезаност између смањења брзине и смањења броја саобраћајних незгода са повређеним лицима на камера локацијама.

5.3. Најзначајнији ефекти рада камера

Анализа рада камера у прве четири године од њиховог постављања је показала:

- да је просечна брзина возила на свим новим локацијама где су коришћене камере опала за 6% (2,2 mph),
- укупно смањење броја возила која прекорачују дозвољену брзину од 31% на новим камера локацијама,
- укупно смањење броја великих прекорачења брзине (преко 15 mph) на новим камера локацијама од 51%,
- смањење броја саобраћајних незгода са погинулим и тешко повређеним лицима (КСИ) од 42% на локацијама камера,
- смањење броја саобраћајних незгода са повређеним лицима од 22% на локацијама камера,

- око 100 погинулих лица мање на камера локацијама, што је смањење од око 32%,
- смањење од 32% у броју погинуле или озбиљно повређене деце на камера локацијама,
- смањење од 29% у броју погинулих или озбиљно повређених пешака на камера локацијама.

6. ЗАКЉУЧАК

Важан део код увођења система камера за контролу брзине и проласка на црвено јесте и транспарентност читавог процеса, како би се јавност упознала са свим аспектима програма, и како би се подршка јавног мњења задржала на што вишем нивоу. Као држава која је на самом почетку примене система видео надзора у контроли брзине и проласка на црвено, Република Србија има погодност да може искористити искуства других европских земаља, попут Велике Британије и других, које одавно примењују ову технологију. На основу њихових искустава, наша земља може направити програм видео надзора окренут ка остваривању максималних безбедоносних ефеката по саобраћај и друштво у целини.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Department for Transport. (2007). Of Speed And Red-Light Cameras For Traffic Enforcement: Guidance On Deployment, Visibility And Signing, DfT Circular UK (01/2007).
- [2] ACPO UK. (2004). Association of Chief Police Officers Traffic Committee Enforcement Technology National Guidance Manual.
- [3] Department for Transport. (2006). Handbook of Rules and Guidance for the National Safety Camera Programme for England and Wales for 2005/2006", Department for Transport (UK).
- [4] Retting, Richard A.; Ferguson, Susan A.; Hakkert, A. Shalom. (2003). Effects of Red Light Cameras on Violations and Crashes: A Review of the International Literature.
- [5] PA Consulting Group. (2005). The national safety camera programme - Four-year evaluation report. UCL, University of Liverpool and Napier University.

Кратка биографија:



Илија Божић рођен је у Лозници 1981. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Превенција саобраћајних незгода одбранио је 2013. год.

АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА ПАРКИРАЊА НА ПЛАТОУ КОД ЖЕЉЕЗНИЧКЕ СТАНИЦЕ НОВИ САД И МОГУЋНОСТ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ "P+R" ТЕРМИНАЛА**ANALYSIS OF PARKING CHARACTERISTICS ON THE PLATEAU NEAR RAILWAY STATION NOVI SAD AND POSSIBILITY OF IMPLEMENTING THE "P+R" TERMINAL**

Радомир Мићевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У оквиру дипломског мастер – рада потребно је извршити истраживање карактеристика паркирања на платоу код Жељезничке станице Нови Сад, као и анализу могућности имплементације "Park and Ride" терминала. На локацији је потребно извршити снимање захтјева за паркирањем и анкетирање корисника паркинг простора. Податке добијене истраживањем потребно је обрадити и извести закључак.

Abstract – In the thesis it is necessary to study the parking characteristics in the parking Railway station – plateau in Hovi Sad and possibility of implementing "Park and Ride" terminal. Therefore it is necessary to consider the capacity and structure of parking spaces as well as other parameters relevant for this study. It is necessary to make the recording for parking requirements on parking lot and surway of users of parking space. Obtained data have to be processed, so that there can be given conclusion.

Кључне ријечи: паркинг, карактеристике паркирања, "Park and Ride".

1. УВОД

Ни један град није у могућности да неограничено шири своје саобраћајне капацитете, зато је у интересу свих корисника, оптимално коришћење постојећих паркинг површина. Методе које омогућавају да одређена паркинг површина буде доступна и приступачна већем броју корисника су:

- ограничено вријеме паркирања,
- подјела паркиралишта на зоне,
- савремени видови контроле и санкционисања,
- интеграција превоза.

Интегрални (комбиновани) транспорт подразумева комбинацију најбољих карактеристика појединих видова транспорта при реализацији транспорта (превоза).

Оваква организација транспортног процеса подразумева постојање великог броја учесника, а самим тим и постојање различитих односа између њих.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Светозар Костић.

Један од видова комбинованог саобраћаја је и систем "Park and Ride", који представља интермодални трансфер путника са приватног режима саобраћаја (путнички аутомобил) на јавни режим саобраћаја (најчешће аутобус).

Ради анализе проблема паркирања, потребно је сагледати и проучити карактеристике које га ближе одређују. На основу овако добијених података, могуће је проблем паркирања решавати на прави начин.

Карактеристике паркирања су:

- узрок,
- концентрација,
- трајност,
- обрт,
- пјешачење,
- површина за паркирање једног возила.

2. „PARK AND RIDE” ТЕРМИНАЛИ

"Park and Ride" (систем „паркирајте и возите се“) су паркинг објекти са везама ка јавном превозу, који омогућавају возачима и путницима да напусте (паркирају) своја возила и остатак путовања остваре неким другим јавним видовима превоза, као што су аутобуски, жељезнички или бициклистички (у сезони). Возила се на паркингу чувају током читавог дана и власник их преузима приликом враћања кући са посла. "Park and Ride" (у даљем тексту П+Р) терминали се обично изграђују у предграђима градских области или на спољним ивицама великих градова.

П+Р систем корисницима омогућава да паркирају своје возило на паркингу поред станице јавног превоза, на ободу центра града, и неким од подсистема јавног превоза превезу се до центра града. На овај начин се смањује загушење у градским центрима уз обезбјеђење уштеде времена и новца за возача. Да би овај систем био ефикасан треба да буду задовољени одређени услови, прије свега, оптимизована услуга јавног превоза. У противном, може доћи до контраефекта код подстицаја корисника јавног превоза да радије користи сопствени аутомобил за путовање до центра града. Са друге стране, ако у центру града постоји довољан број паркинг мјеста по ниској цени, возачи неће бити мотивисани да користе јавни превоз.

У савременим урбаним срединама кључна циљна група су корисници који свакодневно путују на посао

у град. Истраживања у Њемачкој су показала да ова циљна група чини 80% свих корисника. Искуства у већим њемачким градовима показују да П+Р систем смањује приватни превоз за око 4%.

Ефекти увођења система П+Р су вишеструки:

- мање возила у центру града,
- боља искоришћеност постојећих капацитета уличне мреже,
- мањи ниво буке и загађења ваздуха,
- уштеда у времену путовања (корисник не губи вријеме тражећи слободно паркинг мјесто).

“Kiss and Ride” (у даљем тексту К+Р) објекти омогућавају возачима да се зауставе и чекају умјесто дугорочног паркирања, тако да сачекају или испрате своје најближе на даље путовање. Многе железничке станице и аеродроми имају простор намијењен за ову сврху, односно, за испраћање и дочекивање најдражих.

Бициклически П+Р односно “Bike and Ride” (у даљем тексту Б+Р), је назив за коришћење бицикла у наставку путовања после паркирања на П+Р објектима. Овај систем може да буде промовисан путем интегрисаних карата за паркирање, изнајмљивање бицикла или карте за јавни превоз путника.

П+Р терминал се састоји из три објекта. То су суштински објекат прилагођен путничким аутомобилима, путнички објекат и пјешачки приступни простор. За ефикасно функционисање П+Р објеката сва ова три елемента морају бити обједињена у обезбјеђивању транзиције из приватног у јавни систем превоза.

Процјена будућих П+Р терминала зависи од добро и корисно схваћене тренутне употребе. Подаци се прикупљају путем анкете лицем у лице. На примјер:

- ко путује,
- када путује,
- колико често путује,
- гдје путује и гдје живи,
- зашто путује и на који начин.

На основу ових података се успостављају актуелни модели режима коришћења, затим се успостављају тренутни образци коришћења, али и идентификују се разлози за коришћење П+Р актуелног подручја. Важно је нагласити да оваква истраживања обухватају само кориснике паркинг услуге.

Најбоља пракса за развој П+Р терминала показала је да идеални терминали треба да:

имају најмање 400 – 500 паркинг мјеста у зависности од сервиса фреквенција, односно 10 или 15-минутну фреквенцију. У неким случајевима нешто мањи терминал може бити прихватљив као резултат у областима са мање тражње или у вези са доступношћу земљишта, имају прихватљиво окружење за чекање, имају услуге пружања информација, на примјер, распоред, тарифе, сервисне информације, обезбиједи мапе приступа централном дијелу, обезбиједи безбједност и сигурност јавног превоза који мора бити прихватљивог квалитета са идеално честим аутобуским превозом.

Рад П+Р терминала ће се временом пратити, анализе ће имати за циљ да процијене успјех система путем анкетирања корисника и њиховог задовољства учињеним. Такви упитници су развијени као допуна података прикупљених у пред – фази анализе, да помогну у процјени локалитета и да би се обезбједили индикације за релевантни успјех система са одговарајућим основама и циљевима. Три основне опције које су унапријед идентификоване за управљање П+Р терминалима, од којих свака захтјева различиту имплементацију стратегије и оперативни механизам су:

1. сви терминали се третирају као независни,
2. идентификоване локације регистроване су као саставни дијелови централне политике у области паркирања, са окружним управљањем које има директно финансијско интересовање за рад терминала,
3. идентификованим локацијама управљају партнерства између округа и оператер (или неке сличне комбинације). Сви партнери ће имати финансијски интерес у овим операцијама. Споразум о партнерству ће захтијевати обавезе према релевантним политикама централне области везаним за паркирање.

Која од ове три опције ће се користити зависи од локалитета и потенцијала за мијењање приступа на локалитетима. Препоручује се да свака локација треба бити оцијењена по њеном управљању и контроли на индивидуалној основи у циљу да се обезбиједи максимална флексибилност.

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПАРКИРАЊА НА ПЛАТОУ ИСПРЕД ЖЕЛЕЗНИЧКЕ СТАНИЦЕ У НОВОМ САДУ

Циљ овог истраживања је био да се прикупе подаци о броју корисника паркиралишта на основу којих ће се утврдити карактеристике паркирања. Снимањем уласка и изласка возила записивани су регистарски бројеви возила, времена њиховог уласка, односно изласка и број путника у возилу приликом уласка на паркинг. Снимање је вршено у уторак 18. децембра 2012. године од 07:00-20:00 часова.

Укупан број корисника паркинга је био 502 возила, од чега је:

- 12 возила затечено на паркингу на почетку снимања,
- 16 возила остало на паркингу након снимања.



Слика 1. Дистрибуција долазака на паркиралиште



Слика 2. Дистрибуција одласака са паркиралишта

а) Обим и акумулација паркирања

Обим паркирања представља укупан број возила која су се паркирала у посматраном периоду (07:00-20:00).

$$O = 12 + 490 = 502 \text{ (возила/пос.период)}$$

Акумулација паркирања представља број возила паркираних на паркиралишту, посматран у неком временском периоду.

Највећа акумулација остварена је у периоду од 12:00-12:15 часова када је на паркингу било 41 возило. Процентуална искоришћеност паркинг простора је 63,08%. Најмања акумулација забиљежена је у периоду од 19:30-19:45 и износила је 10 возила, односно 15,38%. Просјечна попуњеност паркинга у посматраном периоду била је 25 возила, односно 38,52%.



Слика 3. Акумулација паркирања

а) Трајност паркирања



Слика 4. Процентуални приказ времена задржавања возила

Трајност паркирања представља вријеме задржавања возила на паркинг мјесту и чини базу за израчунавање потребног капацитета паркиралишта.

б) Обрт паркиралишта

Просјечан број паркирања који је остварен на паркинг мјесту.

$$P_o = (12 + 490) / 65 = 7,72 \text{ (возила/паркинг мјесту)}$$

4. ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА ПУТЕМ АНКЕТЕ

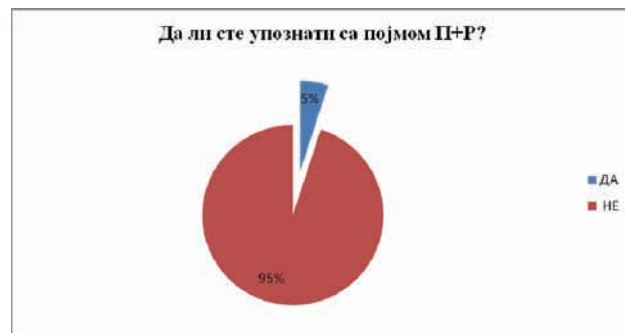
Највише корисника долази као пратилац путника, њих 45%, односно, ради испараћања или дочекивања путника.

На посао возилом долази 15% корисника, а ради осталих активности 10%. Наставак путовања другим видом превоза не обавља ниједан од испитаника, односно 0%.



Слика 5. Процентуални приказ разлога доласка на паркинг

Свега 5% испитаника је било упознато са појмом П+Р терминала, док 95% испитаника није знало о чему је реч.



Слика 6. Графички приказ упознатости са појмом П+Р

На слици 7 приказан је дијаграм који илуструје вољу корисника за коришћење П+Р терминала уколико би се они имплементирали на овој локацији.

Највећи број испитаних корисника паркинг простора се изјаснио позитивно и то 65% испитаника, 22% испитаника се одређило за одговор „можда“, док је најмање испитаника негативно одговорило и то 13% корисника.



Слика 7. Графички приказ воље корисника за коришћење П+Р терминала

5. ЗАКЉУЧАК

Обрадом података добијених истраживањем спроведеним на паркиралишту, утврђене су карактеристике које приказују функционисање паркиралишта.

На основу карактеристика закључак је следећи:

- просјечна попуњеност паркиралишта је 38,52%, а капацитет паркиралишта није у потпуности искоришћен,
 - обрт паркиралишта је 7,72 возила/паркинг мјесту,
 - на основу попуњености паркиралишта и оствареног обрта закључак је да је паркиралиште на располагању великом броју корисника.
- Примјена П+Р терминала на овој локацији је могућа, управо због њеног положаја, који је у близини главних артеријских путева Новог Сада, као и лаког приступа ка другим видовима превоза као што су аутобуски, жељезнички, бициклички (у сезони). Једнодневни П+Р терминали се пројектују да омогуће паркинг током читавог дана, док је корисник паркинг простора на послу. Њихова примјена на овој локацији је могућа због добре повезаности са градским центром возилима ЈГСП-а.
- Вишедневни П+Р пружа корисницима више могућности, у случају примјене на овој локацији, због близине аутобуске и жељезничке станице, као и саме повезаности Новог Сада са другим градовима и регијама, како у Србији, тако и у иностранству.
- Да би се овај вид терминала што више користио, потребно је обезбиједити бесплатан паркинг уз купљену карту за транспорт другим видом превоза.

Податак који највише треба да радује саобраћајне инжењере који се баве пројектовањем и планирањем је тај да већина корисника поздравља овакве иницијативе и има жељу да их по потреби користи. Имајући у виду претходно речено у смислу побољшања постојећег стања треба инсистирати на увођењу П+Р система, гдје је год то могуће.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Путник, Н.. Аутобазе и аутостанице, Саобраћајни факултет, Београд, 1992.
- [2] Марковић, Д.. Дипломски рад, Нови Сад, 2012.
- [3] Јаворина, Н.. Дипломски рад, Нови Сад, 2013.
- [4] www.sr.wikipedia.org
- [5] www.parkingns.rs
- [6] Review of Park & Ride in Aberdeenshire, University of Aberdeen, Department of Geography & the Enviroment, Mart 2006.
- [7] www.amsterdam.nl/penr
- [8] South Yorkshire Park & Ride Strategy 2006 – 2011, www.syltp.org.uk
- [9] Park & Ride Planning & Desing Guidelines, Robert J. Spillar, Oktobar 1997.
- [10] Influence of bus-based park and ride facilities on users' car traffic, Transport Policy 7 (2000) 159–172, www.elsevier.com/locate/transport
- [11] www.nsurbanizam.rs
- [12] Костић, С.. Паркирање и паркинг гараже – уџбеник ФТН-а, 2012.

Кратка биографија:



Радомир Мићевић рођен је у Мостару, 1985. године. Дипломски – мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћаја-Друмски и градски терминали одбранио је 2013. године.

TRANSPORT POŠTANSKIH POŠILJAKA U OKVIRU PRVOG TRANSPORTNOG NIVOJA NA PODRUČJU POŠTANSKOG CENTRA "ZRENJANIN"**TRANSPORT OF POSTAL ITEMS IN THE FIRST LEVEL IN THE AREA OF TRANSPORT POSTAL CENTER**

Ognjen Kerkez, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan transport poštanskih pošiljaka u okviru prvog transportnog nivoa na području poštanskog centra "Zrenjanin". Analiza postojećeg stanja je pokazala osnovnu problematiku u procesu transporta pošiljaka, što ujedno i predstavlja problem koji je rešavan u ovom radu. Doprinos ovog rada je promenjen red prevoza na datom transportnom nivou sa optimizacijom kao krajnjim rezultatom.

Abstract – This paper describes the transport of postal items within the first transmission level in the area of postal center „Zrenjanin“. Analysis of the current situation shows the basic problems in the transportation of shipments, which is also the problem that is solved in this paper. The contribution of this paper is changed in a given row of transport with transport level optimisation as an end result.

Ključne reči: Transport, Red prevoza, Post express, Linije prevoza, Ruting, koncentracija, difuzija.

1. UVOD

Uloga transporta u procesu pružanja poštanskih usluga je oduvek bila od velikog značaja, naročito danas kada smo svedoci pojave konkurencije u poštanskom saobraćaju, gde mesto brzog, jeftinog, dobro organizovanog transporta dobija na značaju. Transport pošiljaka je faza koja obuhvata proces orada od otpreme do prispeća. Za fazu transporta se često kaže da je najvažnija jer od nje zavisi brzina prenosa poštanskih pošiljaka. U prevozu poštanskih pošiljaka su zastupljeni: železnički, drumski, vazdušni, a ređe kontejnerski i brodski prevoz. Pravilnim izborom prevoznog sredstva, izborom najbolje rute, metodom optimizacije, adekvatnom motivacijom svih zaposlenih i što ekonomičnijim korišćenjem već postojećih sredstava i resursa moguće je znatno smanjiti troškove transporta, odnosno ukupne troškove u lancu pružanja poštanskih usluga korisnicima.

Problem u oblasti transporta poštanskih pošiljaka je višestruk i kompleksan i zahteva jedan ozbiljan pristup u njegovom rešavanju. Obaveza pošte da poveže sva naseljena mesta, poštovanje propisanih rokova isporuke, stanje saobraćajnica, slaba međusobna povezanost jedinica poštanske mreže su samo neki od faktora koji doprinose neoptimalnom i neracionalnom vršenju

transporta pošiljaka, ako im se ne posveti odgovarajuća pažnja. Vozila na pojedinim linijama nisu dovoljno iskorišćena, a stohastičnost u pogledu tražnje za poštanskim uslugama doprinosi oscilacijama iskorišćenosti kapaciteta prevoznih sredstava. Predmet ovog rada je transport poštanskih pošiljaka na prvom transportnom nivou u okviru poštanskog centra „Zrenjanin“. Prvi deo rada obuhvata osnovne pojmove o prevozu, definiše poštanski saobraćaj kao deo sistema veza i saobraćajnog sistema, zatim definiše nivoe transporta poštanskih pošiljaka, red prevoza i opšti red prevoza. Drugi deo rada je usmeren na samu analizu transporta pošiljaka na posmatranom nivou iz čega proizilaze parametri koji ukazuju na meru kvaliteta transporta i predstavljaju smernice za postavku i rešavanje problema. Treći deo rada predstavlja konkretno rešenje problema sa optimizacijom kao krajnjim rezultatom.

Cilj ovog rada je da se ukaže na problematiku transporta poštanskih pošiljaka u okviru prvog transportnog nivoa s jedne strane, a s druge strane da se ukaže na mogućnosti postizanja većeg stepena optimizacije, koji se ogleda u manje pređenim kilometrima, manjem broju vozila, smanjenom broju dnevnica i smanjenom pasivnom vremenu angažovanja vozila.

2. TRANSPORT POŠTANSKIH POŠILJAKA KA O DEO PROIZVODNOG CIKLUSA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU

Za fazu transporta se može reći da je najvažnija, je rod nje zavisi brzina prenosa poštanskih pošiljaka, kako u unutrašnjem, taku i u međunarodnom saobraćaju. Prevoz poštanskih pošiljaka se organizuje u tri transportna nivoa: prvi nivo prevoza pošiljaka, obuhvata linije koje povezuju poštanski centar sa jedinicama poštanske mreže za pružanje poštanskih usluga korisnicima koje pripadaju određenom poštanskom centru. Organizacija prevoza na ovom nivou podrazumeva da se koncentracijom poštanskih pošiljaka obuhvati celokupno područje poštanskog centra, odnosno da se poštanske pošiljke prevezu od jedinica za preradu pošiljaka i da se difuzijom obuhvate sve poštanske pošiljke koje su prispele u poštanski centar, te da se prerade i prevezu u jedinice poštanske mreže za pružanje usluga korisnicima.

Drugi nivo prevoza pošiljaka, obuhvata linije prevoza poštanskih pošiljaka kojima se po pravilu prevoze direktni zaključci između glavnih poštanskih centara i poštanskih centara izmeničnih pošta. Treći nivo prevoza poštanskih pošiljaka, obuhvata linije koje se organizuju radi prevoza međunarodnih zaključaka u površinskom, vazdušnom i pomorskom saobraćaju. Zadatak organizacije prevoza na

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Kujačić, red. prof.

ovom nivou jeste da obezbedi kvalitetan prevoz međunarodnih zaključaka na osnovu Akata Svetskog poštanskog saveza i drugih međunarodnih sporazuma. Danas su najzastupljeniji železnički, kamionski, automobilski prevoz, dok su znatno manje zastupljeni brodski i kontejnerski prevoz. Prevoz poštanskih pošiljaka na pojedinim nivoima predstavlja zasebnu celinu, dok [1] međusobno treba da budu usklađeni, tako da sačinjavaju jedinstvenu, sinhronizovanu poštansko transportnu mrežu.

3. ANALIZA TRANSPORTA POŠILJAKA NA PRVOM TRANSPORTNOM NIVOU.

Transport pošiljaka na ovom nivou se obavlja na osnovu važećeg reda prevoza, a u okviru PC 23200 Zrenjanin ovaj transportni nivo se realizuje preko osam linija Reda prevoza pošiljaka od kojih su dve linije lokalne, i one neće biti detaljno analizirane u ovom radu. Dakle vozila ujutru kreću iz Poštanskog centra Zrenjanin, obavljaju transport pošiljaka do pošta, zadržavaju se u "poslednjoj" pošti na liniji, i u popodnevnom razmenama preuzimaju pošiljke od pošta i prevoze ih nazad do Poštanskog centra. Ukupno vreme angažovanja vozila na svim linijama iznosi 3165 minuta, a vreme efektivnog rada (vreme koje vozilo provede u vožnji i vreme za operacije utovara, istovara i pretovara iznosi 1675 minuta, i ako vidimo da vreme čekanja vozila u "krajnjoj" pošti i u poštanskom centru u zrenjaninu iznosi 1940 minuta, evidentno je da je vreme čekanja vozila veće od vremena efektivnog rada, što ukazuje na neiskorišćenost prevoznih sredstava i ukazuje na složenost, odnosno kompleksnost problematike organizacije prevoza poštanskih pošiljaka. Analizirane linije se razlikuju u pogledu opterećenosti, kilometraže, što predstavlja dodatno ograničenje u procesu transporta pošiljaka.

Posmatranjem linije "Zrenjanin – Banatska Dubica – Zrenjanin" vidno je da vozilo koje stigne u Banatsku Dubicu u 08:45 čeka do 13:30 časova, kada se vršeci razmenu sa ostalim poštama na ruti vraća u Zrenjanin. Linija prevoza "Zrenjanin – Zlatica – Zrenjanin" je realizovana preko dva kruga prevoza, a u pogledu opterećenosti se vidi da je dva puta manje opterećena od prethodno navedene linije. U pravo na ove dve linije prevoza je stavljen akcenat i optimizacija prevoza na njima predstavlja doprinos ovog master rada. Dakle problem koji se analizira u ovom radu može se definisati preko sledećih karakteristika:

1. Moment vršenja opsluge kao i vremenski intervali u kojima se vrši opsluga objavljeni su unapred u Redu prevoza pošiljaka. Tehnološki postupci u poštanskom saobraćaju su tesno vezani jedan sa drugim i prema tome vremenska komponenta je jedan od važnijih faktora pri projektovanju ruta.
2. Organizacija difuzije i koncentracije pošiljaka na području Poštanskog centra Zrenjanin je centralizovana tj ova pošta vrši organizaciju transporta za sve svoje pripadajuće jedinice.
3. U svakoj jedinici poštanske mreže javljaju se deterministički zahtevi za opslugom kao što je kartovnim vezama tačno utvrđeno.
4. Bilo da je u pitanju koncentracija ili difuzija zahtevi za opslugom se uvek javljaju u čvorovima tj. jedinicama poštanske mreže. Kada je u pitanju difuzija zahtevi se javljaju u jutarnjim časovima. Koncentracija pošiljaka iz

jedinica Poštanske mreže predstavlja suprotan process u odnosu na difuziju.

Određivanje skupa ruta kojima će se kretati vozila u procesu transporta poštanskih pošiljaka u okviru prvog transportnog nivoa uz pomenuta ograničenja, a sa težnjom ka optimizaciji transporta je zadati problem koji se rešava u ovom radu.

4. PRISTUPI ZA REŠAVANJE PROBLEMA USMERAVANJA VOZILA

Problem usmeravanja vozila prvi put je predstavljen 1959 godine. Clark and Wright algoritam je jedan od najuspešnijih algoritama, koji do rešenja dolazi konstrukcijom ruta pa se zbog svoje delotvornosti i danas koristi.

1. Egzaktni pristup, praktična primena ovog postupka je vrlo ograničena, jer je optimalno rešenje moguće pronaći za manji broj korisnika
2. Heuristički pristup predstavlja korišćenje iskustava, intuicije i vlastitih iskustava prilikom rešavanja problema. Ove metode predstavljaju pravilo izbora, filtriranja i odbacivanja rešenja, a služe za smanjivanje broja mogućih puteva u postupku rešavanja problema [6].

5. REŠENJE PROBLEMA TRANSPORTA KAO RUTING PROBLEMA

Na osnovu Clark and Wright-ovog algoritma uštede dolazi se do zaključka da je moguće spojiti dve rute u jednu u našem slučaju linije "Dubica" i "Zlatica". Vozilo u jutarnjim satima kreće iz Zrenjanina, vrši razmenu sa poštama na liniji "Zlatica", zatim ostavlja zaključke za poštu "Sečanj", zatim pošte: "Jaša Tomić", "Krajišnik", "Višnjićevo", "Sutjeska", "Zlatica", "Lazarevo" i na kraju se vraća u Zrenjanin. Međutim proces difuzije nije u potpunosti završen s obzirom da nije izvršena razmena sa poštama: "Šurjan", "Konak", "Boka", "Neuzina", "Jarkovac" i "Banatska Dubica". Na osnovu tog sledi rešenje problema.

Imajući u vidu postojanje jednog vozila u Sečnju nameće se ideja da se upravo u Sečnju izvrši pretovar zaključaka za pošte koje nisu obuhvaćene rutom koja je prethodno opisana. To isto vozilo se koristi u procesu koncentracije poštanskih pošiljaka prema poštanskom centru "Zrenjanin". U cilju maksimalnog iskorišćenja vozila odnosno racionalnog pristupa kako u pogledu smanjenje troškova, tako i u pogledu proširenja spektra poštanskih usluga nameće se mogućnost da "Sečanjско" vozilo u povratku vrši isporuku post express pošiljaka za Sečanjску opštinu.

Ovo rešenje donosi željeni nivo optimizacije koja se ogleda u sledećem:

1. Umesto dva vozila koja su kretala iz Zrenjanina, sada imamo jedno vozilo i samim tim se otvara prostor za iskorišćenje tog drugog vozila na nekim drugim zadacima.
2. Za proces koncentracije smo angažovali "Sečanjско" vozilo, čije angažovanje je opravdano razvojem Post express usluge na području Sečanjске opštine, što donosi novi kvalitet u poštanskim uslugama.
3. Zrenjaninsko vozilo se u 08:47 časova vraća u Zrenjanin, čime se otvara prostor za angažovanje tog vozila i vozača na nekom drugim poslovima.

4. S obzirom na to da se vozilo ne zadržava u “krajnjoj” pošti dobija se to da se gubi pravo na isplatu dnevnica. Za apsolutnu primenljivost ovog rešenja veoma je značajan i adekvatan izbor prevoznih sredstava koja se koriste na ovoj liniji, a u pogledu dimenzija, nosivosti, odnosno kapaciteta kako bi se transport odvijao u smeru maksimalne moguće optimizacije.

6. ZAKLJUČAK

Organizacija transportnih poslova u okviru bilo kog preduzeća predstavlja jedan od primarnih zadataka koji je u neposrednoj vezi sa ekonomskim poslovanjem preduzeća. Troškovi transporta predstavljaju značajan deo ukupnih troškova koje treba unapred planirati i minimizirati u dozvoljenim granicama. Podela saobraćaja je izvršena prema različitim kriterijumima i na osnovu toga je jasno da postoji veoma širok spektar transportnih opcija. Za poštanski saobraćaj se može reći da je specifičan jer nema sopstvene saobraćajnice, već koristi sve druge opcije. Poštanski saobraćaj je posebna saobraćajna grana samo u privredno – organizacionom smislu. Organizacija transporta poštanskih pošiljaka je zasnovana na tri nivoa prevoza. Ovaj rad se odnosi na prvi transportni nivo prenosa pošiljaka. Linije i kapaciteti na ovom nivou se utvrđuju redom prevoza koga donosi organ upravljanja radne organizacije.

Doprinos ovog rada je sadržan u konkretnom rešenju rutinog problema na dve linije čija je analiza pokazala velike razlike u organizaciji transporta na te dve linije, kao i velike gubitke u vremenu i kilometrima. Spajanje linija u jednu, zatim vršenje operacija pretovara u Sečnju i ideja razvoja post express usluge su ideje koje su doprinele manje pređenoj kilometraži, većoj iskorišćenosti voznog parka. Umesto dva vozila koja se koriste u procesu difuzije pošiljaka moguće je koristiti jedno vozilo, a u procesu koncentracije pošiljaka bi se angažovalo jedno vozilo iz Sečnja čija opravdanost se ogleda u transportu post express pošiljaka na područje Sečanske opštine. Ovim je pokazano da je moguće izvršiti optimizaciju transporta pošiljaka, i tako uticati na smanjenje troškova celokupne poštanske delatnosti.

Pravci razvoja transportnog sektora u pošti treba da budu orijentisani ka razvoju informacione tehnologije, takođe razmena iskustava sa poštanskim upravama drugih zemalja može doprineti novom pogledu za rešavanje problema transporta.

Generalno pošta treba da ide u pravcu eliminacije svih faktora koji doprinose „inertnosti“ poštanskog sistema u doba kada je prisutna veoma velika konkurencija. Polazište za sve ove pravce treba da bude motivacija odnosno profesionalan odnos svih zaposlenih u svim segmentima poštanske delatnosti.

5. LITERATURA

- [1] Dr. M. Kujačić, *Poštanski saobraćaj*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad 2005.
- [2] Dr. M. Kujačić, *Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad 2012.
- [3] www.google.com
- [4] www.DHL.com
- [5] www.posta.rs
- [6] Optimizacija na mrežama
- [7] Slavoljub Miletić, Tihomir Trifković Primena modela optimizacije na linijama transporta poštanskih pošiljaka, Simpozijum o novim tehnologijama PosTel 2009.

Kratka biografija:



Ognjen Kerkez rođen je u Bihaću 1982. god. Osnovnu školu završio je u Bačkoj Palancii, gde je završio i srednju elektrotehničku školu. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

PRIMENA GIS-A ZA PRUŽANJE INFORMACIJA KORISNICIMA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU**USING GIS FOR PROVIDING INFORMATION TO USERS IN POSTAL TRAFFIC**

Kristina Jovanović, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je Geografski Informacioni Sistem (GIS) i njegova primena u poštanskom saobraćaju. GIS je tehnologija namenjena upravljanju prostorno orijentisanim podacima. U radu su prikazani pristupi rešavanju lokacionih problema poštanskih objekata koji baziraju na podršci GIS-a, kao i mogućnosti novih upotreba GIS-a, prvenstveno za kreiranje mobilne aplikacije Pošte Srbije. Implementacija ove aplikacije donela bi brojne prednosti pošti, veći priliv korisnika i samim tim veći prihod, i korisnicima njenih usluga, bolja informisanost i brže obavljanje željenih aktivnosti.

Abstract – This paper analyzes the Geographic Information System (GIS) and its application to the postal service. GIS is a technology designed for managing spatial data. This paper presents approaches to solving the problem of location of postal facilities that are based on the support of GIS, and the possibility of new GIS use, primarily for creating mobile application „Posta Srbije“. The implementation of this application would bring numerous benefits to the Serbian post, the greater influx of customers and hence more revenue, and to users of its services, better information and faster performance of desired activities.

Ključne reči: GIS, lokaciona analiza, lokacija pošta, mobilna aplikacija pošte

1. UVOD

Savremeno doba nosi sa sobom sve užurbaniji stil života. U cilju prilagođavanja, poštanske uprave teže automatizovanju pružanja usluga, kako bi se smanjili redovi čekanja i poboljšao kvalitet pruženih usluga.

Pošta Srbije je vrlo složen tehničko-tehnološki i organizacioni sistem, definisan svojim ciljevima, komponentama, procesima i vezama, čije ostvarivanje podrazumeva postojanje odgovarajuće infrastrukture, u koju među najvažnije spadaju jedinice za pružanje usluga korisnicima. Kako bi poštanska mreža bila projektovana na optimalan način, prema potrebama korisnika, broju stanovnika, teritoriji koju pokriva, koristi se GIS tehnologija za njenu evaluaciju i unapređenje.

Misija JP PTT saobraćaja „Srbija“ jeste [1]: „Pružiti univerzalnu poštansku uslugu, novčane usluge, razvijati elektronske servise, širiti mrežu prodajnih kapaciteta uz unapređenje sveukupne komunikacije sa korisnicima

i povećanje profitabilnosti kompanije“. U cilju ispunjenja misije, pošta mora konstantno unapređivati svoj odnos sa korisnicima. S tim u vezi nastala je ideja o unapređenju upotrebe Geografskog informacionog sistema u svrhu pružanja informacija korisnicima.

U nastavku teksta upoznaćemo se sa osnovnim principima GIS-a i njegovim mogućnostima, kako bi se na nove načine iskoristila postojeća tehnologija i unapredilo poslovanje preduzeća.

2. GIS U TEORIJI

Jedna od najčešće korišćenih definicija GIS-a glasi [2]: GIS je računarski sistem namenjen prikupljanju, obradi, upravljanju, analizi, prikazivanju i održavanju prostorno orijentisanih informacija.

GIS predstavlja:

- skup digitalnih i interaktivnih karata,
- kompjuterski alat za rešavanje geografskih problema,
- prostorni sistem koji podržava proces odlučivanja,
- sistem za distribuciju geografskih informacija,
- alat za analiziranje veza i odnosa između geografskih informacija.

GIS se zasniva na obradi složenih podataka koji, pored informacija o osobini nekog objekta, sadrži i informaciju o geografskoj koordinati tog objekta. Takvi podaci nazivaju se georeferencirani, prostorno orijentisani ili prostorni podaci. Osnovna karakteristika GIS-a je grafički - vizuelni prikaz podataka. Prostorni podaci se mogu organizovati kroz specijalizovane prostorne baze podataka, koje osim standardnih tipova podataka imaju i tzv. geometrijski tip podataka. Uspostavljanjem relacija nad prostornim podacima i njihovim vizuelnim prikazom dobija se konzistentan okvir za realizovanje prostornih analiza.

2.1. Komponente GIS-a

GIS čine sledeće komponente:

- hardver,
- softver,
- podaci,
- korisnici.

Hardver GIS-a obuhvata opremu potrebnu za podršku mnogim aktivnostima GIS-a, od sakupljanja podataka do njihove analize. Glavni deo opreme je radna stanica koja rukovodi GIS softverom i predstavlja spojnu tačku za pomoćnu opremu. Pojavom korišćenja GIS-a preko Interneta, mrežni serveri su postali važan deo GIS opreme.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Momčilo Kujačić.

Softver GIS-a obezbeđuje funkcije i alate neophodne za prikupljanje, analizu i prikazivanje podataka o prostoru: alati za unos i obradu prostornih podataka, sistemi za upravljanje bazama podataka, alati za podršku prostornim upitima, analizama i vizuelizaciji, grafički korisnički interfejs za jednostavno korišćenje alata.

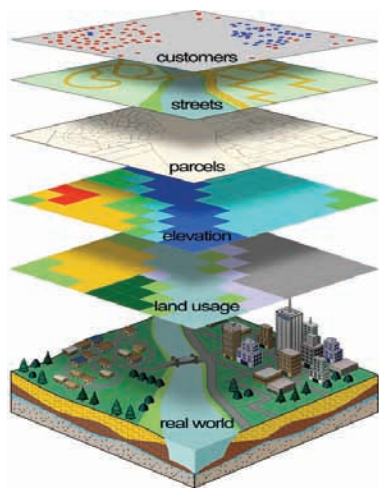
Podatke možemo posmatrati sa aspekta sadržaja i sa aspekta modela podataka. Sa aspekta sadržaja podatke delimo na: prostorne, socio-ekonomske i podatke o okolini. Sa aspekta modela podataka delimo ih na vektorske (prostorni podaci prikazani kao tačke, linije i poligoni) i rasterske podatke (organizovani u obliku matrice, gde svaka ćelija ima određeni skup vrednosti).

Korisnici GIS-a su u rasponu od tehničkih lica, specijalista, koji razvijaju i održavaju sistem, do krajnjih korisnika, koji izvršavaju svakodnevne poslove.

2.2. Kako GIS funkcioniše?

Informacije o određenom području se raščlanjuju na tematske podskupove, tako da svaki podskup sadrži samo one informacije koje se odnose na određene karakteristike tog područja.

Na primer, u jedan podskup izdvajaju se informacije o putevima, u drugi podskup relevantne informacije o zgradama, u treći informacije o adresama i tako dalje. Za svaki od podskupova informacija generiše se posebna tematska mapa, koja se naziva sloj – *layer* (Slika 1. *Preklapanje GIS slojeva*). Preklapanjem svih slojeva koji se odnose na različite karakteristike nekog područja dobija se kompletna slika tog područja.



Slika 1. *Preklapanje GIS slojeva*

Da bi se preklapanje slojeva moglo precizno obaviti postoji poseban referentni sloj koji je inicijalno integrisan u GIS softver. On sadrži informacije o lokacionom referentnom sistemu, kao što su geografska širina i dužina, na osnovu koga su registrovani svi ostali slojevi.

Moguće je selektivno koristiti samo neke slojeve, kombinovati njihove podatke i uspostavljati relacije između tih slojeva i tako dobiti sasvim novu tematsku kartu, dostupnu za sprovođenje daljih analiza.

Ovaj proces kombinovanja i transformisanja informacija iz različitih tematskih karata naziva se „map algebra“ ili kartografska algebra.

3. PRIMENA I PREDNOSTI PRIMENE GIS-A

GIS danas ima primenu u brojnim oblastima, kao što su:

- upravljanje infrastrukturom – evidencija infrastrukture, lociranje i otklanjanje prekida u mrežama, planiranje i projektovanje tipa i kapaciteta infrastrukturnih objekata, analiza troškova, analiza tržišta;
- urbanizam – katastar zemljišta, objekata i podzemnih instalacija, lociranje zemljišta za izgradnju;
- marketing i prodaja – analiza tržišta, planiranje marketinga;
- transport i distribucija – evidencija i praćenje vozila, planiranje pravaca kretanja uz uštedu vremena i goriva, navigacija i prikaz elektronskih mapa;
- zdravstvo – kartiranje epidemija, planiranje zdravstvene infrastrukture;
- upravljanje prirodnim bogatstvima i mnogim drugim.

GIS je integralna komponenta skoro svake uslužne privatne kompanije ili državne službe koja ima potrebu za arhiviranjem, korišćenjem ili analizom prostornih informacija. Najčešći zadaci GIS-a su pronalaženje pogodnih reona, planiranje hitnih slučajeva i simulacija uticaja na okolinu.

Prednosti GIS-a uopšteno se dele u pet osnovnih kategorija [3]:

- a) Smanjenje troškova i povećanje efikasnosti,
- b) Bolje odlučivanje,
- c) Poboljšana komunikacija,
- d) Bolje vođenje evidencije,
- e) Geografsko upravljanje.

3.1. Primena GIS-a u poštanskom saobraćaju

Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“ je počelo sa radom u GIS-u 2002. godine razvojem projekta „Analiza lokacije pošta“. Ovaj projekat je omogućio precizno određivanje lokacije za otvaranje nove Poštine ekspoziture i to sa tačnom ocenom isplativosti investicije i ekonomskog poslovanja. U cilju određivanja idealnih lokacija na mapi koje treba da prikažu oblasti sa velikom frekvencijom stanovništva, prethodno formirane teme se sabiraju i dobija se rezultujuća tema. Rezultujuća tema je dobijena sabiranjem tema pravnih lica, stanovništva i frekvencija GSP linija.

Projektom „Translacija adrese u adresni kod“, koji je započeo 2003. godine, rad u GIS-u se proširuje sa nivoa Direkcije za poštansku mrežu na nivo radnih jedinica, koje operativno pokrivaju rad Pošte po regionima za područje cele Srbije. Cilj ovog projekta bio je da se definiše PAK (Poštanski Adresni Kod), šestocifreni kod koji treba da zameni petocifreni poštanski broj. PAK-om se kodiraju najmanji nedeljivi delovi teritorije (ulica, deo ulice ili jedan objekat) na koji se vrši dostava, za razliku od poštanskog broja koji označava poštu odakle se vrši dostava. PAK dobija svoj vizuelni oblik kroz GIS.

Još jedna primena GIS-a u poštanskom saobraćaju jeste u planiranju i određivanju optimalnih ruta vozila za razmenu poštanskih pošiljaka sa poštama. PTTroute je aplikacija namenjena za projektovanje ruta saobraćajnih

sredstava, prvenstveno za izradu Reda prevoza poštanskih pošiljaka [4].

4. ANALIZA LOKACIJA POŠTA U GRADU SREMSKA MITROVICA I PREDLOG POBOLJŠANJA POŠTANSKE MREŽE

Analiza poštanske mreže grada Sremska Mitrovica je izvršena po sledećim temama: ulična mreža grada sa postojećim jedinicama poštanske mreže (Slika 2), pozicija zgrada i gustina stanovništva, pozicija i frekvencija linija GSP-a, dostupnost poštanskih usluga (Slika 3).

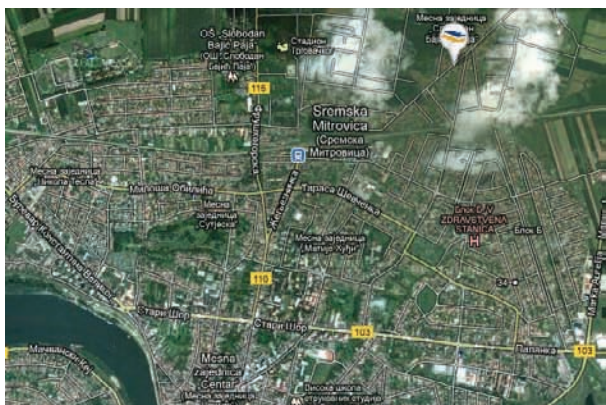


Slika 2. Lokacije pošta u Sremskoj Mitrovici



Slika 3. „Petnaestominutne zone“ kao pokazatelj dostupnosti poštanskih usluga

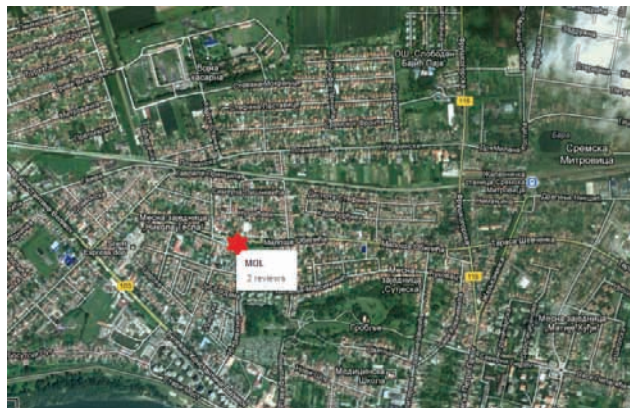
Analizom četiri navedena kriterijuma, uz pomoć GIS alata i slojeva koje poseduje radna jedinica poštanskog saobraćaja Sremska Mitrovica, došlo se do zaključka da je lokacija pošte 22111 Sremska Mitrovica (Slika 4) nezadovoljavajuća.



Slika 4. Lokacija pošte 22111 Sremska Mitrovica

Predlozi poboljšanja su sledeći:

- promena radnog vremena navedenog poštanskog objekta, jer je sadašnje radno vreme od 07:00 do 13:30, a tada je većina stanovništva tog naselja na svom radnom mestu;
- otvaranje šalterske pošte u naselju „Sutjeska“, čime bi se dobila bolja pokrivenost i uzela u obzir ekspanzija grada na severu;
- otvaranje franšizne pošte na benzinskoj stanici „Mol“ (Slika 5).



Slika 5. Položaj benzinske stanice „Mol“

5. PREDLOG RAZVOJA MOBILNE APLIKACIJE POŠTE SRBIJE

Svrha aplikacije Pošte Srbije jeste da korisnika usmeri ka optimalnom poštanskom objektu kako bi iskoristio željene poštanske usluge. Optimalno u ovom slučaju podrazumeva najbrže obavljanje željene radnje, uzimajući u obzir udaljenost poštanskog objekta od lokacije korisnika i trenutni red čekaanja u pojedinim obližnjim poštama.

Mogućnosti koje bi bile ponuđene korisniku su sledeće:

- Prikaz svih jedinica poštanske mreže u Republici Srbiji;
- Prikaz optimalne jedinice poštanske mreže u odnosu na trenutnu lokaciju korisnika u radijusu od 5 km;
- Prikaz optimalne jedinice poštanske mreže na zadatoj trasi korisnika;
- Dodatne informacije o radnom vremenu, vrsti usluga, kontakt telefonu, instrukcije kako doći do odabrane pošte i prosečno vreme potrebno da se obavi željena aktivnost u određenoj pošti.

Određivanje optimalne lokacije pošte u zavisnosti od trenutne pozicije korisnika, koja se određuje GPS-om, sastoji se od određivanja udaljenosti te pošte od korisnika i trenutnog reda čekaanja za odgovarajuću vrstu poštanske usluge (korisnik mora u aplikaciji da odabere koju vrstu poštanske usluge želi). Da bi se elektronski beležili podaci o redu čekaanja u pošti, podrebnno je uvesti automate za upravljanje redovima čekaanja (Slika 6).

Sistem za kontrolisanje reda čekaanja je potrebno povezati sa GIS sistemom pošte, kako bi se mogle slati informacije o broju korisnika u redu koji čeka da bude opslužen preko GIS servera u mobilnu aplikaciju.



Slika 6. Korisnički terminal za izdavanje rednih brojeva

Ove podatke je potrebno ažurirati u određenom malom vremenskom periodu, kako bi se korisniku mogla predstaviti što tačnija situacija u poštama u njegovoj okolini.

Ako je zbir vremena potrebnog da korisnik stigne do najbliže pošte i približnog vremena koje bi proveo na čekanju u toj pošti veći od zbira vremena potrebnog da korisnik stigne do sledeće najbliže pošte i vremena čekanja u toj pošti, aplikacija će predložiti sledeću najbližu poštu kao optimalnu. Aplikacija će na taj način analizirati sve pošte u krugu od 5 km od trenutne pozicije korisnika.

Kada korisnik odabere željenu poštu, prikazuju se informacije o radnom vremenu, kontakt telefon i pozicija na mapi. Zajedno sa lokacijom pošte na mapi postoji mogućnost prikazivanja instrukcija kako korisnik da stigne do te pošte u zavisnosti da li se kreće peške ili automobilom.

Ukoliko korisnik putuje iz jednog grada za drugi, postojala bi opcija da označi trasu kojom putuje i da aplikacija „proveri“ sve pošte koje se nalaze na udaljenosti do 3 km od puta kojim se korisnik kreće, kako bi mu predložila optimalnu poštu u kojoj može obaviti potrebnu aktivnost. Mobilna aplikacija Pošte Srbije bi se razvila i na engleskom jeziku, jer bi strani državljani i turisti imali velike koristi od nje.

6. ZAKLJUČAK

Primenom GIS tehnologije omogućeno je korišćenje novih pravaca u analizi prostornih podataka, što utiče na brzinu i kvalitet donošenja strateški važnih odluka. Cilj je da se uspostavljanjem dobrih odnosa sa korisnicima oni čvrsto vežu za Poštu i njene usluge i da postanu dugoročni i lojalni korisnici postojećih i inovativnih usluga.

Razvoj softverskih rešenja baziranih na GIS tehnologiji je od velikog značaja za razvoj poštanskog saobraćaja u Srbiji. Jedno takvo rešenje predstavlja i predložena aplikacija Pošte Srbije, čiji cilj jeste pridobiti poverenje što većeg broja korisnika i usmeriti ih da se opredele za korišćenje usluga Pošte, pre nego konkurencije.

Pošta mora neprekidno da radi na usavršavanju svog poslovanja uvođenjem inovativnih rešenja određenih zahteva, a ovaj rad predstavlja skroman doprinos u tom pravcu.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.posta.rs/struktura/lat/o-nama/korporativni-profil.asp>
- [2] <http://www.esri.com/what-is-gis>
- [3] http://www.esri.com/what-is-gis/overview#top_five_panel
- [4] Z. Marković, Lj. Ostojić, „PTT route – softver za projektovanje ruta vozila i izradu reda prevoza poštanskih pošiljaka“, PosTel 2006, Beograd

Kratka biografija:



Kristina Jovanović rođena je u Sremskoj Mitrovici 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2013.god.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE PUTOVANJA STUDENATA U NOVOM SADU**MAIN CHARACTERISTICS OF STUDENT TRIPS IN NOVI SAD**

Ina Pejčev, Valentina Basarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazane su osnovne karakteristike putovanja studenata Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Na osnovu podataka, dobijenih anketiranjem studenata, urađena je analiza dobijenih podataka i prikazana je prostorna i načinska raspodela putovanja studenata.

Abstract – This paper presents main characteristics of trips students of the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad. Based on data collected by surveying students, an analysis of the data, we obtained the spatial and modal distribution of students trips.

Ključne reči: Karakteristike putovanja u Novom Sadu, Planovi održive mobilnosti, Prostorna i načinska raspodela putovanja studenata.

1. UVOD

U velikim urbanim sredinama postoje odgovarajući sadržaji, koji privlače veći broj putovanja u odnosu na ostale. Ova putovanja mogu se obaviti različitim sredstvima tj. na različite načine i to: pešice, biciklom putničkim automobilom, javnim prevozom, itd. Putnik se najčešće ne opredeljuje za samo jedan način putovanja, već na njegovu odluku može uticati više faktora. Jedan od faktora je lokacija sadržaja koja svojom pristupačnošću može uticati na izbor načina putovanja.

Porast motorizacije i broja stanovnika, intenzivna izgradnja, ekonomski, socijalni faktori i tehnologija upravljanja saobraćajem, kao i mnogi drugi elementi su uticali na bitne promene saobraćajnog sistema grada Novog Sada. Od uspešnosti i kvaliteta funkcionisanja saobraćajnog sistema zavisi normalno i usklađeno odvijanje ostalih aktivnosti.

Rad sadrži istraživanje karakteristika putovanja studenata Fakulteta tehničkih nauka 2012. godine, i poređenje rezultata istraživanja sa karakteristikama putovanja u Novom Sadu, iz studija koje su rađene 1976. i 2009. godine (studija NOSTRAM). Cilj rada je da se sagledaju problemi u saobraćaju i da predlog mera za unapređenje saobraćaja i pristupačnosti kampusa.

2. PLANovi ODRŽIVE MOBILNOSTI UNIVERZITETSKIH KAMPUSA

Održiva mobilnost, kao cilj planiranja saobraćaja u gradovima, nameće potrebu za definisanjem saobraćajne politike grada, kojom bi se smanjili negativni efekti

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Valentina Basarić, docent.

korišćenja automobila uz istovremeno povećanje pristupačnosti svim gradskim podcelinama. Primenom različitih mehanizama saobraćajne politike i politike planiranja korišćenja zemljišta, neophodno je smanjiti potrebu za putovanjem putničkim automobilima, podstaći preraspodelu putovanja sa automobila na druge vidove prevoza prihvatljive za životnu sredinu.

Planovi održive urbane mobilnosti (SUMP) su strateški planovi, sa ciljem da zadovolje potrebe mobilnosti ljudi i kompanija u gradovima i njihovom okruženju radi boljeg kvaliteta života. Postoji niz pogodnosti koje se vezuju za planove održive urbane mobilnosti u odnosu na tradicionalne transportne planove:

- Poboljšavaju kvalitet života u urbanom području, jer smanjuju emisiju štetnih gasova, usled čega se dobija bolji kvalitet vazduha;

- Povećavaju bezbednost na putevima i smanjuju buku;

- Omogućavaju efikasniju mobilnost i brži pristup urbanim delovima grada;

- Podstiču korišćenje javnog prevoza, bicikala i pešačenje kao osnovni vid prevoza u urbanim sredinama.

Tabela 1. Primer plana održive mobilnosti u Italiji [1]

Naziv	Mobility Management in the university system of Verona
Grad	Verona (Italija)
Cilj	Da se uključi što više zaposlenih i studenata na univerzitetu u realizaciju plana održive mobilnosti, kroz seriju korisnih inicijativa. Građanstvo treba upoznati sa održivom mobilnošću i lokale vlasti bi se uključile u rešavanje problema, što bi dovelo do poboljšanja mobilnosti.
Učesnici	University of Verona; Municipal district of Verona
Rezultati	-Izdavanje posebnih karata za oko 100 zaposlenih; -Napravljen je parking za bicikle koji je ograđen, zaštićen bezbednosnim kamerama, na koji se može ući samo sa posebnim pristupnim karticama; -Početak korišćenja zajedničkog automobilskeg prevoza; -Porast korišćenja bicikala; -Početak rada na daljinu za zaposlene koji žive daleko od univerziteta.

3. OSNIVANJE UNIVERZITETA U NOVOM SADU

Prvi korak ka stvaranju Univerziteta u Novom Sadu načinjen je 1954. godine, osnivanjem Filozofskog i Poljoprivrednog fakulteta koji su tada bili u sastavu

Univerziteta u Beogradu sa ukupno 500 studenata. Pet godina kasnije, 1959., otvaraju se novi fakulteti u Vojvodini, koji će 1960. omogućiti formiranje Univerziteta u Novom Sadu. Tada su osnovani Tehnološki i Pravni fakultet, a zatim Medicinski, Mašinski i Ekonomski fakultet. Univerzitet u Novom Sadu zvanično je osnovan 28. juna 1960. godine, Ukazom o proglašenju Zakona o osnivanju Univerziteta koji je donela Narodna skupština Narodne Republike Srbije.

Univerzitet se nalazi u univerzitetskom kampusu, površine 259.807 m², na levoj obali Dunava i u neposrednoj blizini centra grada Novog Sada. Pored administrativne zgrade Univerziteta, u univerzitetskom kampusu nalaze se fakulteti, studentski centar sa dva studentska doma, centralnim studentskim restoranom, hotel sa apartmanima za privremeni smeštaj mladih nastavnika i saradnika, Zavod za zaštitu zdravlja studenata, sportsko – rekreativni sadržaj i mnoge naučne, stručne, kulturne, informativne, sportske i slične studentske organizacije, kao i veoma lep studentski trg.



Slika 1. Položaj Univerziteta u mreži ulica Novog Sada

3.1 Fakultet tehničkih nauka

Fakultet tehničkih nauka je visokoobrazovna ustanova smeštena u Novom Sadu i deo je Univerziteta u Novom Sadu. Fakultet je osnovan 18. maja 1960. godine, a danas je sa oko 700 zaposlenih i oko 10.200 studenata jedan od najvećih fakulteta u regionu. Fakultet je lociran u centru kampusa Univerziteta u Novom Sadu, na Limanu I, na udaljenosti od oko 2 km od centra grada. Ova lokacija privlači veliki broj putovanja stan – posao (fakultet) i obrnuto. Svojim prostornim razmeštajem pogodna je za različite načine putovanja.

4. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PUTOVANJA U NOVOM SADU

Karakteristike putovanja se utvrđuju anketiranjem i brojanjem učesnika u saobraćaju, koji se sprovode različitim metodama u zavisnosti od cilja, predmeta i obima istraživanja. Najčešće se za potrebe transportnih studija sprovode ankete u domaćinstvima, anketiranje zaposlenih, ankete na spoljnom kordonu, anketiranje korisnika javnog prevoza, brojanje vozila i putnika i

slično. Ovim istraživanjima utvrđuju se karakteristike putovanja u odnosu na geografsku relaciju (izvor-cilj) putovanja, vremenske karakteristike putovanja, raspodelu putovanja po svrhama–motivima putovanja i načine–sredstva putovanja.

Potrebu za izradom Saobraćajne studije Novog Sada 2009. godine nametnula je predstojeća izrada Generalnog urbanističkog plana (GUP). Prethodna ovakva studija rađena je u periodu od 1976. do 1979. godine, kada je i zvanično objavljena. Saobraćajna studija treba da odgovori na osnovno pitanje: da li će postojeći i delimično izgrađeni sistemi moći da zadovolje saobraćajne potrebe grada, pod kojim uslovima i u kom periodu. Opšte karakteristike putovanja u Novom Sadu mogu se uočiti preko sledećih pokazatelja:

- Mobilnost;
- Raspodela putovanja po sredstvima;
- Raspodela putovanja po svrhama;
- Vremenska raspodela putovanja.

4.1 Mobilnost

Mobilnost je osnovna karakteristika putovanja i predstavlja odnos broja putovanja i ukupnog broja stanovnika na prostoru istraživanja. Mobilnost predstavlja pokazatelj putem koga je moguće sagledati obim putovanja na posmatranom području, odnosno sagledati veličinu prevoznih zahteva. Na mobilnost stanovnika utiču brojni faktori, a najznačajniji su: socio-ekonomske karakteristike stanovnika, stepen motorizacije, veličina grada, struktura gradskih sadržaja i slično. Prema podacima iz ankete u domaćinstvima, mobilnost stanovnika Novog Sada prosečnog radnog dana u 2009. godini je iznosila 2,65 putovanja/dan/stanovnik, odnosno na području GP prosečnog radnog dana u 2009. godini realizovalo se oko 744.745 putovanja svim načinima, uključujući i pešačenje [2].

4.2 Raspodela putovanja po sredstvima

Za razliku od mobilnosti, kada je u pitanju raspodela putovanja po sredstvima mogu se uočiti značajne razlike. Učešće pešačkih putovanja obrnuto je proporcionalno veličini grada i to iz dva osnovna razloga:

- U manjim gradovima radijusi kretanja su manji i većim delom su u opsegu pešačkih rastojanja;
- U manjim gradovima javni prevoz je još uvek na nedovoljnom stepenu razvijenosti, ima nisku učestalost, što utiče da se i ona kretanja koja su inače izvan opsega ugodnog pešačenja obavljaju na ovaj način.

Prema podacima iz 2009. godine, u Novom Sadu od 744.745 kretanja na dan, polovina se obavi nemotorizovanim sredstvima (pešice i biciklom), dok se druga polovina putovanja obavi motorizovanim načinima kretanja [2].

4.3 Raspodela putovanja po svrhama – motivima

Kod raspodele putovanja po svrhama putovanja se mogu grupisati u dve osnovne vrste: putovanja sa primarnim i putovanja sa sekundarnim motivom putovanja. Putovanja sa primarnim motivima su ona koja imaju svakodnevan – ustaljen karakter i tu spadaju putovanja koja su jednim

krajem vezana za stan, a drugim, bilo ciljnim bilo izvornim, za radno mesto odnosno školu (fakultet). Putovanja sa sekundarnim motivima imaju povremen – neustaljen karakter, a generišu ih razni motivi kao što su kupovina, razonoda, rekreacija, posete i slično

U Novom Sadu, prema saobraćajnom istraživanju iz 2009., od ukupnog broja kretanja čak 42% se obavi sa svrhom kuća/stan, odnosno povratkom kući, ostale najprimarnije svrhe kretanja su odlazak na posao, školu /fakultet, kupovinu, posetu drugim licima i dr. [2].

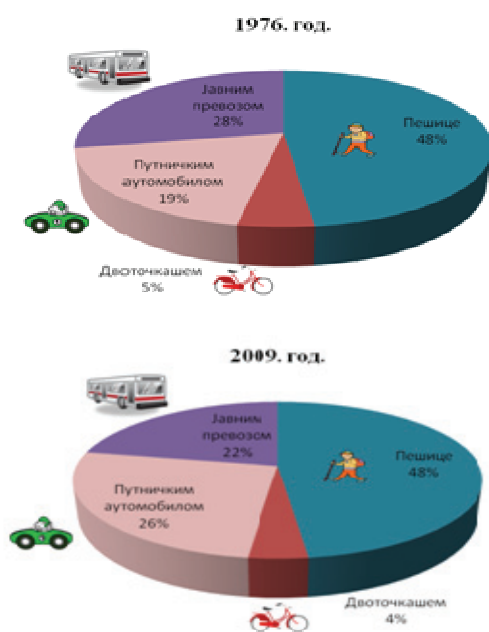
4.4 Vremenska raspodela putovanja

Satne karakteristike putovanja imaju presudan uticaj na zbivanja u saobraćajnom sistemu grada. Opšte je poznato da najviše neprilika u saobraćaju u gradovima potiče zbog nemogućnosti da se prevozni kapaciteti dimenzionišu prema prevoznim zahtevima koji se javljaju u periodima vršnih opterećenja, koja po pravilu generišu primarne svrhe – odlazak na rad, u školu ili povratak u stan.

Na osnovu vremenske raspodele putovanja (2009.) utvrđeni su jutarnji i popodnevni vršni sat. Najveći broj kretanja u odnosu na ukupna kretanja (približno 62.000) obavljaju se u periodu od 07:00 do 08:00 sati, te je ovaj period uzet kao jutarnji vršni sat. Najveći broj kretanja u popodnevnom periodu je od 15:00 do 19:00 sati, a kao popodnevni vršni sat uzet je od 16:00 do 17:00 sati, jer se u tom periodu ostvari najveći broj kretanja.

4.5 Poredjenje karakteristika putovanja iz 1976. i 2009.

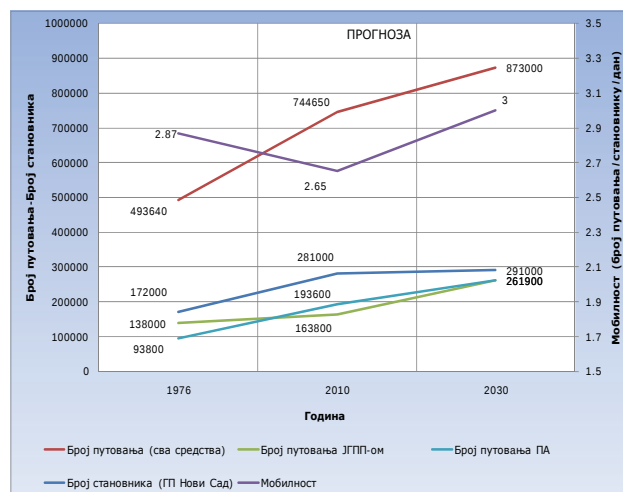
Ukupan broj putovanja koja se obavljaju u toku jednog dana 1976. godine iznosio je 500.021, a 2009. godine iznosio je 744.745 putovanja, što je za oko 30% više. Ovo povećanje približno je srazmerno povećanju broja stanovnika. U ukupnoj raspodeli kretanja po vrstama prevoza (sredstvima), procenat pešačkih kretanja (od ukupnih kretanja) 1976. i 2009. godine je isti.



Slika 2. Načinska raspodela putovanja – 1976. i 2009.

4.6 Prognoza saobraćaja

Prognoza saobraćajne potražnje na području Generalnog plana Novog Sada urađena na osnovu globalnih pokazatelja saobraćajne potražnje u postojećem stanju (transportni model NOSTRAM) i očekivanih promena u pogledu broja stanovnika, porasta stepena motorizacije i mobilnosti stanovništva. Prognoza broja putovanja u vremenskim horizontima do 2030. godine je izvršena metodom kontinualnog faktora rasta. Na osnovu prethodnih analiza, pri očekivanoj mobilnosti od 3 putovanja po stanovniku, ukupan broj putovanja na području GP (sa nastanjenih 291.000 stanovnika) iznosiće 2030. godine oko 873.000 putovanja/dan.



Slika 3. Broj putovanja, stanovnika, mobilnost - Područje GP Novog Sada (ceo dan)

5. ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA PUTOVANJA STUDENATA U NOVOM SADU

Karakteristike putovanja studenata u Novom Sadu su istraživane anketiranjem studenata. Istraživanjem su obuhvaćene karakteristike studenata i njihovih putovanja u toku jednog radnog dana. Anketa je sprovedena u novembru 2012. godine na uzorku od 116 studenata saobraćajnog odseka na Fakultetu tehničkih nauka.

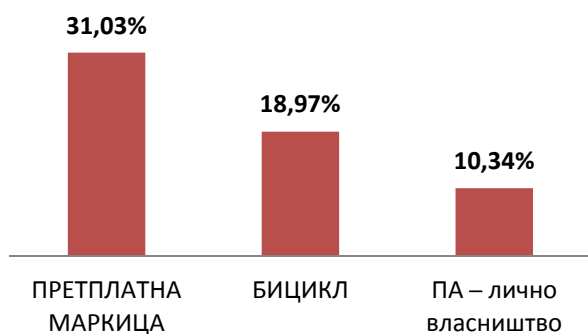
Cilj istraživanja je da se na osnovu utvrđene načinske raspodele putovanja studenata oceni pogodnost lokacije univerzitetskog kampusa, s obzirom na pristupačnost.

Korišćen je obostrani obrazac, kako bi se dobio što veći kvalitet anketiranog uzorka i širi uvid u problem koji se posmatra.

5.1 Rezultati istraživanja

Na osnovu obrađenih anketa može se zaključiti da od ukupnog broja anketiranih studenata oko 80% čine muškarci, a oko 20% žene, što se može objasniti time da na Fakultetu tehničkih nauka muškarci čine većinu.

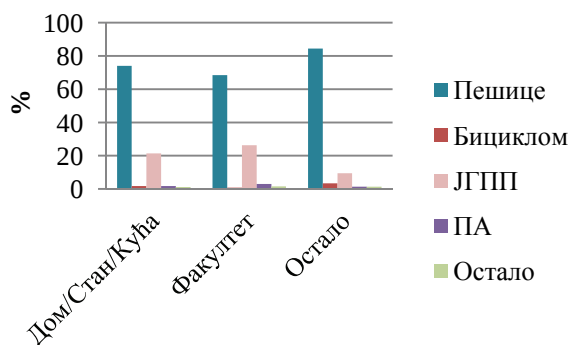
Anketiranjem je utvrđeno da veliku većinu čine studenti koji žive u iznajmljenom stanu 68,1%, zatim u domu 14,66%, van Novog Sada 10,34% i kod roditelja svega 6,9%. Rezultati opštih pitanja o tome da li poseduju pretplatnu markicu za javni prevoz, da li poseduju bicikl i da li poseduju putnički automobil biće prikazani na narednoj slici.



Slika 4. Procenat studenata koji poseduju pretplatnu markicu, bicikl i PA

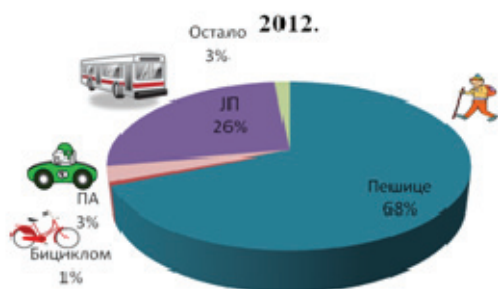
5.2 Evidencija putovanja studenata u toku jednog dana

U toku jednog dana studenti su obavili ukupno 454 putovanja, što je u proseku oko 4 putovanja/dan/studentu različitim sredstvima za sve svrhe.



Slika 5. Broj putovanja studenata po svrhama i sredstvima – ceo dan

Prema podacima iz obrađenih anketa, najveći broj studenata dolazi pešice na fakultet (68%), što je posledica blizine studentskih domova fakultetu. Relativno je veliki broj putovanja JGPP-om 26%, dok je putničkim automobilom oko 3% i biciklom samo 1%.



Slika 6. Broj putovanja po sredstvima za svrhu fakultet – 2012. god.

6. PREDLOG MERA ZA UNAPREDJENJE SAOBRAĆAJA I PRISTUPAČNOSTI KAMPUSA

- Izrada plana održive mobilnosti.

Kao što je već prikazano, planovi održive mobilnosti su veoma bitni, kako za korisnike kampusa tako i za celu društvenu zajednicu. Izradom i sprovođenjem takvog plana univerzitetskog kampusa u Novom Sadu značajno

bi se povećala bezbednost na putevima, podstaklo bi se korišćenje javnog prevoza i bicikala, pri čemu bi se značajno smanjila emisija ugljen dioksida i ostalih štetnih materija koji su prouzrokovani upotrebom motornih vozila.

- Rešavanje problema parkiranja u kampusu.

Problem parkiranja u kampusu je evidentan, a na osnovu anketa može se videti da studenti nisu uzrok tih problema, pa se može pretpostaviti da su to zaposleni i posetioci kampusa. Činjenica je da postojeći režim parkiranja nije zadovoljavajući, a i prognoza ukazuje na mnogo veći broj i stepen korišćenja automobila u budućnosti, pa se u najskorije vreme treba pristupiti rešavanju ovog problema. Jedna od mera bi mogla biti ograničenje prava korišćenja, tj. naplata parkirališta ili eventualno povećanje broja parking mesta.

7. ZAKLJUČAK

Uobičajene poteškoće, koje se javljaju u univerzitetskom kampusu, dovode se u vezu sa dolaskom putničkim automobilima, čime se smanjuju kapaciteti saobraćajne infrastrukture, smanjuje se broj parking mesta, zauzimaju pešačke površine i stvara se visok nivo zagađenja. Da bi se ova situacija preokrenula, potrebno je primeniti nove strategije održive mobilnosti. Osnovni cilj jeste da se promene navike na ekološki održive vidove transporta, kao što su pešačenje, vožnja bicikala i upotreba javnog prevoza, a da se u što manjoj meri koriste putnički automobili. Postoji dosta načina koji mogu pomoći u rešavanju problema i oni se prilagođavaju lokalnim faktorima, koji se uzimaju u obzir kada se proučavaju planovi mobilnosti kampusa. Strategija održive mobilnosti mora da obuhvati sve promenljive i da iskoristi najbolje alate, u cilju poboljšanja rezultata.

8. LITERATURA

- [1] European Best Practice on Sustainable Mobility in University Campus, 2008.
- [2] Javno preduzeće „Urbanizam”, Novi Sad, Saobraćajna studija grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja – NOSTRAM, knjiga: osnovna, 2009.

Kratka biografija:



Ina Pejčev rođena je u Pirotu 1984. god.. Diplomski-bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Logistika preduzeća odbranila je 2010. god.

Valentina Basarić rođena je u Vrbasu 1976. god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., trenutno ima zvanje docenta.

STRATEGIJA RAZVOJA ŠIROKOPOJASNIH TELEKOMUNIKACIJA BROADBAND TELECOMMUNICATIONS STRATEGY

Srđan Mijatović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj –U ovom radu prikazana je strategija razvoja širokopojasnih telekomunikacija, kako u Evropi, tako i kod nas. Poseban akcenat dat je na uvođenje širokopojasnih telekomunikacija u selo Elemir, opština Zrenjanin. Urađena je anketa o navikama i upućenosti meštana Elemira vezanim za širokopojasne telekomunikacije i dat je grafički prikaz rezultata.

Abstract – This paper presents a strategy for the development of broadband telecommunications, both in Europe and in our country. Special emphasis is given to the introduction of broadband telecommunications in Elemir village, municipality of Zrenjanin. A survey was conducted on the habits and knowledge of local people Elemir related to telecommunications and broadband, and graphical representation of the results is given.

Ključne reči: Širokopojasne telekomunikacije,

1. UVOD

Definicija širokopojasnog pristupa je promenljiva, međutim može se smatrati da širokopojasni pristup predstavlja stalni pristup telekomunikacionoj mreži sa protocima ne manjim od 5 Mb/s i omogućavaju pristup multimedijalnim i interaktivnim sadržajima, odnosno omogućavaju istovremeni prenos govora i podataka.

Slika 1. daje nam uvid u slabiji razvoj širokopojasne infrastrukture u Srbiji u odnosu na zemlje okruženja, odnosno zemlje EU, te je zbog toga jasno da se moraju uvesti određene mere koje će umanjiti zaostatak naše države u odnosu na razvijenije zemlje Evropske unije.

Početak razvoja širokopojasnih mreža datira pre više od decenije, međutim njegov značaj došao je do izražaja, u velikoj meri zbog svetske ekonomske krize.

Dakle, jedan od efikasnih načina za prevazilaženje ekonomske krize jeste uvođenje i razvoj širokopojasnih mreža i ICT (Information and Communication Technology).

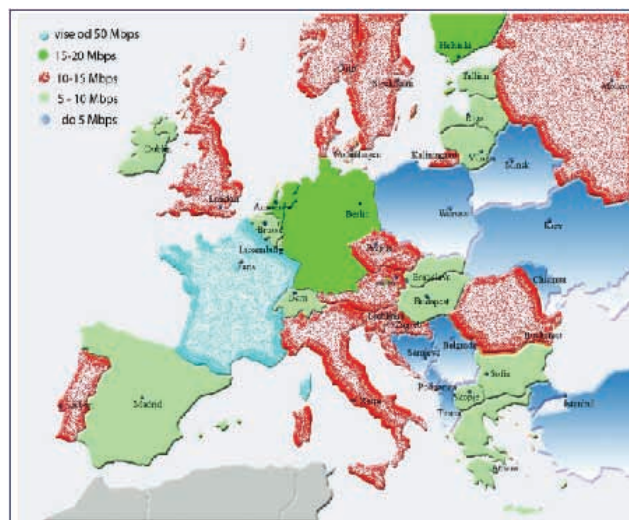
U radu je posebno obrađeno uvođenje širokopojasnih telekomunikacija u Elemir, selo u opštini Zrenjanin.

U cilju sagledavanja trenutne situacije, izvršeno je anketiranje stanovnika Elemira i došlo se do okvirnih saznanja o navikama korišćenja brzog interneta u selu.

Prilikom anketiranja vođeno je računa o tome da starosna granica ispitanika bude što raznovrsnija kako bi se dobio što verodostojniji utisak o telekomunikacionoj pismenosti u Elemiru.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, vanr.prof.



Slika 1. Razvijenost širokopojasne infrastrukture u Evropi

2. STRATEGIJA RAZVOJA INFORMACIONOG DRUŠTVA I IKT U SRBIJI DANAS

Razvoj informacionog društva treba da usmeri potencijale IKT-a za povećanje efikasnosti rada, ekonomski rast, veću zaposlenost i kvalitetniji život građana Republike Srbije.

Osnovne elemente razvoja jednog informacionog društva čine:

Otvoren, svima dostupan i kvalitetan pristup Internetu
Razvijeno e-poslovanje, uključujući: e-upravu, e-trgovinu, e-pravosuđe, e-zdravlje i e-obrazovanje.

Krajnji cilj Strategije razvoja informacionog društva jeste da do 2020. godine svim građanima Republike Srbije bude dostupan internet visokog kvaliteta, brzine najmanje 100 Mb/s.

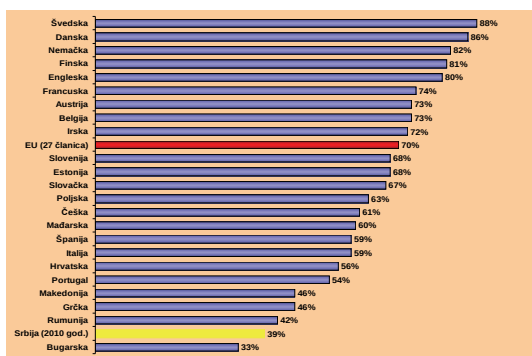
Oblasti Strategije razvoja su sledeće:

- 1.Elektronske komunikacije
- 2.E-uprava, e-pravosuđe, e-zdravstvo
- 3.IKT u obrazovanju, nauci i kulturi
- 4.Elektronska trgovina
- 5.Poslovni sektori IKT
- 6.Informaciona bezbednost

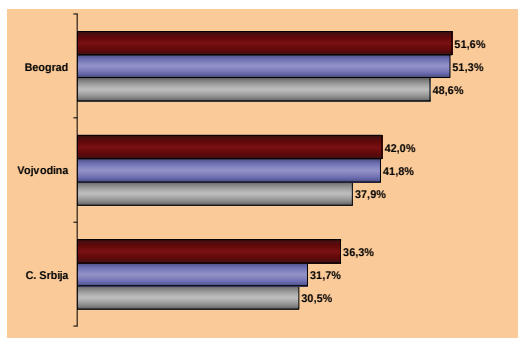
Istraživanja Republičkog zavoda za statistiku pokazuju stvarnu sliku o trenutnom položaju Srbije u odnosu na druge države Evrope, po pitanju internet priključaka, kao što je to prikazano na slici 1.

Istraživanja pokazuju i da u Beogradu procenat domaćinstava koji poseduju internet priključak iznosi oko 62% dok je u Vojvodini procenat manji, oko 42%. Iz rezultata istraživanja možemo i da zaključimo da se svake godine

procenat domaćinstava sa internet priključkom drastično povećava.



Slika 2. Procent domaćinstava koji poseduju internet priključak u zemljama Evrope



Slika 3. procenat domaćinstava koji poseduju internet priključak po teritorijalnoj celini

3. MODEL RAZVOJA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA U ELEMIRU

Razlog za uvođenje širokopojasnog pristupa u Elemir jeste ekonomski rast i razvoj, pružanje istih mogućnosti mladima u Elemiru kao i u većim gradovima u pogledu elektronskog obrazovanja, zatim osposobljavanje starijih osoba za rad na računaru itd.

Dakle, jedna od prvih mera trebalo bi da bude omogućavanje kvalitetnog pristupa internetu svim meštanim sela Elemir, potom i pružanje mogućnosti e-trgovine, e-zdravstva, e-obrazovanja itd.

Da bi se to moglo omogućiti meštanim potrebna su ozbiljna kako privatna, tako i državna ulaganja u infrastrukturu.

Razvoj infrastrukture zahteva detaljno urbanističko planiranje, sa definisanim telekomunikacionim koridorima. Da bi se stvorili uslovi za razvoj infrastrukture, lokalna samouprava je dužna da finansira izradu ovakvih planova i da razreši pitanje vlasništva unutar telekomunikacionih koridora.

Potom bi trebalo obezbediti investitore, a s obzirom da u Elemiru posluje moćna kompanija NIS Naftagas, kao i Petrohemija, bilo bi dobro ubediti ove dve firme u benefite koje donosi razvoj ovakvog telekomunikacionog sistema.

Svakog od potencijalnih investitora potrebno je obavezati na izradu kvalitetne komunikacione kanalizacije i izradu kablovskih uvođa u kuće, koje bi potom ostale u vlasništvu lokalne samouprave.

U lokalnoj samoupravi potrebno je razviti svest da je telekomunikaciona infrastruktura od istog značaja za meštane kao i energetska, vodovodna i kanalizaciona.

Mesna zajednica Elemir treba da obezbedi izradu sopstvene širokopojasne telekomunikacione infrastrukture, a to može da obezbedi na sledeće načine:

- kao što je već pomenuto, prilikom izdavanja dozvola za izgradnju, uslovi investitore izgradnjom infrastrukture
- zatraži pomoć od pokrajine za izgradnju infrastrukture tamo gde privatni investitori nemaju interes da ulažu
- zatraži pomoć od pokrajine prilikom konkurisanja za fondove Evropske Unije i drugih izvora finansiranja
- prilikom rekonstrukcije puteva, izradi sopstvenu kablovsku infrastrukturu
- finansira izgradnju infrastrukture iz sopstvenih fondova, ili samodoprinosima

SWOT analiza:

Snage - poslovanje dve velike kompanije kao što su Petrohemija i Naftagas - postepeni razvoj infrastrukture - sve više mladih ljudi koji su svesni važnosti interneta - sve više domaćinstava sa kompjuterima - spremnost ljudi da ostanu na selu	Slabosti - nedovoljno razvijena infrastruktura - odsustvo investicija u oblasti telekomunikacionih tehnologija - nepovoljna starosna struktura seoskog stanovništva - nedostatak informatičke pismenosti - nedovoljno sredstava za ulaganje u telekomunikacionu infrastrukturu
Mogućnosti - animiranje stanovništva za ostanak na selu i povratak ljudi iz grada u selo - unapređenje infrastrukture i kulturnih sadržaja na selu - regionalizacija u okviru Republike Srbije - mogućnost brzog regrutovanja stručnog kadra potrebnog za pružanje usluga	Pretnje - sve veći "odliv mozgova" tj. odlazak mladih na studije i najčešće ostanak u većim gradovima - najčešće zapostavljanje sela kao mesta u koje treba ulagati - povećanje starosne dobi u selu - slaba motivacija mladih za život na selu

Slika 4. snage, slabosti, mogućnosti i pretnje uvođenja širokopojasnog interneta u Elemir

4. ANKETA I REZULTATI ANKETE

Kako bismo sagledali sadašnje stanje u pogledu korišćenja širokopojasnog interneta sprovedena je anketa među stanovnicima Elemira.

Ispitanici su različiti po starosnoj dobi, mesečnim primanjima, broju članova porodice itd. Rezultati ankete su sledeći:

Najviša završena škola	Osno vna 31%	Srednja 48%	Fakultet 21%	
Broj računara po domaćinstvu	Jedan kompjuter 40%		Dva kompjutera 60%	
Broj mobilnih telefona po domaćinstvu	Jedan 0%	Dva 0%	Tri 40%	Više od tri 60%
Da li dom. ima pristup intern. od kuće	DA – 62,5%		NE- 37,5%	
Da li biste radili od kuće da imate teh. mogućnosti DA-21,7%	Obrazova nje na daljinu 17%	Knjigovodst vene usluge 33%	Web dizajn 50%	
Koju vrstu tv prijema koristite	Zemaljska antena 23%	IPTV 41%	Total TV 36%	
Koliko TV programa imate na raspolaganju	Od 11 do 20 kanala 23 %		Više od 50 kanala 77%	
Koliko TV programa uglavnom gledate	Do 10 kanal a 27%	Od 11 do 15 kanala 64%	Od 16 do 20 kanala 9%	

Prilikom anketiranja vođeno je računa o tome da starosna granica ispitanika bude što raznovrsnija kako bi se dobio što verodostojniji utisak o telekomunikacionoj pismenosti u Elemiru. Što se tiče završene škole, rezultati su pokazali raznovrsnost, gde ipak prednjači završena srednja škola. Rezultati su pokazali da svako domaćinstvo u kome žive ispitanici poseduje bar jedan računar, s tim što oko 40% domaćinstava poseduje 2 ili više računara.

Takođe, 62,5% domaćinstava poseduje internet konekciju, stalni pristup internetu preko ADSL tehnologije. Pokazalo se da većina ispitanika televizijske programe prati preko IPTV ili Total TV-a, međutim te rezultate treba uzeti sa rezervom jer je u stvarnosti i dalje najviše u upotrebi zemaljska antena.

Istraživanja su pokazala da gledaoci uglavnom gledaju između 11 i 15 TV kanala, i da su zainteresovani za mogućnost gledanja filmova na zahtev.

Potrebno je do detalja razraditi plan razvoja infrastrukture, angažovati stručnjake koji bi omogućili njihovo izvršavanje, obezbediti investitore koji bi uložili u ovaj posao i potrebno je zainteresovati državu kako bi pružila neophodnu materijalnu i stručnu pomoć.

Dobit od ovog projekta imale bi sve strane. Država bi postigla unapređenje infrastrukture, omogućila razvoj informatičke pismenosti i u ruralnim krajevima, učinila pomak u planovima regionalizacije i stvorila određen model razvoja širokopojasnih telekomunikacija u ruralnim krajevima. Investitori bi ostvarili profit od korišćenja infrastrukture i usluga, dok bi korisnicima bile pružene sve prednosti koje nudi širokopojasni pristup.

Takođe, mogla bi se osigurati i nova radna mesta za meštane, a u budućnosti zainteresovati i mlade da se školuju baš u oblasti savremenih tehnologija.

ZAKLJUČAK

Ovaj rad nam daje predstavu o važnosti sprovođenja u delo Strategije razvoja širokopojasnih telekomunikacija u našoj zemlji, kako bismo išli u korak sa najrazvijenijim zemljama Evrope i sveta. Možemo zaključiti da je potrebno, pre svega, modernizovati infrastrukturu koja bi omogućila protoke velikih i ultra velikih brzina. Ulaganja u infrastrukturu se mogu vratiti višestruko tokom godina, kroz razna ulaganja novih investitora i poboljšanja životnog standarda stanovništva.

Što se tiče Elemira, stvar je slična kao i u celoj Republici Srbiji, goruće pitanje jeste pitanje infrastrukture i informacionog opismenjavanja stanovništva.

Napredak tehnologije širokopojasnih telekomunikacija od ogromnog je značaja za napredak naše celokupne ekonomije, omogućava bolji standard i uslove života. Stoga je potrebno delovati brzo i efikasno.

LITERATURA

[1] <http://postel.sf.bg.ac.rs>

[2] blog <http://wma.rs>

[3] <http://www.spriv.vojvodina.gov.rs>

[4] <http://www.mppi.hr/>

[5] <http://www.personalmag.rs>

[6] "ICT in Serbia At a Glance 2011" Dragiša Mijačić, Jurgén Kappenmann

[7] Ratel Pregled tržišta 2010

[8] strategija id 2020

Kratka biografija:



Srđan Mijatović rođen je 1987. godine u Osijeku. 2012 godine diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka, smer Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2012. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jovanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	

